

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Clinical applications of physical 3D models derived from MDCT data and created by rapid prototyping / S. J. Esses, P. Bergman, A. I. Bloom, J. Sosna // *AJR Am J Roentgenol*, 2011. P. 196W683-8.
2. Prakash S., Ethier C. R. Requirements for Mesh Resolution in 3D Computational Hemodynamics // *J. of Biomech. Engin.*, 2001. Iss. 123(2). P. 134.
3. Computational Fluid Dynamics Analysis on the Upper Airways of Obstructive Sleep Apnea Using Patient / Y. Fan LKC, M. M. Chong, H. D. Chua, K. W. Chow, C. H. Liu // *Specific Models IAENG Intern. J. of Computer Science*. 2011. 38:4, IJCS_38_4_10.
4. Diagnosis of gastric cancer with MDCT using the water-filling method and multiplanar reconstruction: CT-histologic correlation / K. Shimizu, K. Ito, N. Matsunaga, A. Shimizu, Y. Kawakami // *AJR Am. J. Roentgenol*. 2005. Iss. 185(5). P. 1152-1158.
5. Quarteroni A., Veneziani A. Computational vascular fluid dynamics: problems, models and methods // *Computing and Visualization in Science* 2000. Visual Sci. 2. P. 163-197.
6. J. Vollmer R. M., Müller H. Improved Laplacian Smoothing of Noisy Surface Meshes // *Computer Graphics Forum*. 1999. Sept. P. 131-138.
7. MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool / Cignoni P., M. Corsini, M. Dellepiane, F. Ganovelli, G. Ranzuglia // *Eurographics Italian Chapter Conf*. 2008.
8. Aksenov A., Pokhilko V. Overcoming of barrier between cad and cfd by modified finite volume method. 1998.
9. Ancuta P-N. 3D Object Modeling and Visualization Software for Surgery Preoperative Plan / *Int. Conf. 6th Workshop on Eur. Sc. and Ind. Collaboration on promoting Advanced Technologies in Manufacturing WESIC'08* 2008. P. 25-29.
10. Kazhdan M., Hoppe H. Screened poisson surface reconstruction // *ACM Transactions on Graphics*. 2013. Iss. 32(3). P. 1-13.

A. L. Ovsepiyan, P. A. Kvindt, E. V. Lebedeva, Trong Huu Tran, E. V. Sadykova
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

METHOD FOR CREATING MODELS OF INTERNAL BODIES IN CAD-PACKAGES

Generation of virtual models for the purpose of conducting static-dynamic research is a complex task that requires a systematic approach. The work presents a technique for creating biomechanical computer models of human organs from multiplanar reconstructions of MDCT images with complex geometry and their subsequent investigation in CAD/CAE packages.

Preoperative planning, prosthetics, CAD, CT, MDCT, 3D-model, SolidWorks, ScanTo3D

УДК 615.471:617.7

Е. П. Попечителев

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Восстановление группы операторов после интенсивной работы

Проведена классификация известных методов, используемых для восстановления работоспособности человека, и показано, что они не позволяют осуществить быстрое восстановление рабочего состояния у малой группы операторов биотехнических систем. Предложено использовать для этих целей специальные биотехнические системы игрового типа, в которых реализуется метод графических символов, отображаемых на экране монитора в виде изображения игрового сюжета. Особенностью символов является раздельное управление их основными параметрами по желанию исследователя и в зависимости от действий группы. Они позволяют быстро изменять содержание теста при сохранении возможности точной фиксации ответных действий и оценить важные характеристики всей группы как единого системного образования.

Работоспособность малой группы операторов, методы восстановления работоспособности, биотехническая тестовая система, метод графического символа, игровая стратегия

Одну из важных проблем сохранения работоспособности человека-оператора, выполняющего функции управления сложными информацион-

ными системами, представляет восстановление его рабочих функций после интенсивной предыдущей работы. К концу рабочего периода боль-

шое число людей ощущает утомление разной выраженности, причем по данным исследований более 25 % работающих сильно устают и нуждаются в восстановлении сил. При этом за время выполнения функциональных обязанностей у человека-оператора (ЧО) может произойти потеря концентрации внимания, ухудшение памяти и других функциональных характеристик. Развивается общее утомление: оно может быть физическим, нервно-психическим и смешанным и не позволяет ему активно включиться в следующий цикл работы. Поэтому после выполнения задания группа операторов некоторое время будет находиться в нерабочем состоянии; затем группа должна пройти этап реабилитации, в ходе которого она восстанавливает функциональное состояние и готовность к очередному рабочему заданию. Конечно, основным вариант – продолжительный отдых, развлечения, перемена занятий и другие приемы. Однако при продолжительной профессиональной работе, когда в рабочем расписании не предусматриваются длительные перерывы, необходимы другие приемы и методы для быстрого восстановления рабочего состояния [1]–[3].

Работоспособность человека-оператора. Под работоспособностью обычно понимается «социально-биологическое свойство человека, отражающее его возможность выполнять максимально возможное количество работы в течение заданного времени с необходимым уровнем эффективности и качества» [4].

Сама работа подразделяется на умственную, характеризующую способность выполнять определенное количество работы и требующую значительной активации нервно-психической сферы, и физическую, которая определяет способность выполнять максимально возможное количество физической работы за счет активации опорно-двигательного аппарата. Эти две составляющие присутствуют в работе ЧО, так как ему приходится выполнять анализ большого объема информации, принимать ответственные решения и выполнять управляющие движения для передачи решений в исполнительные подсистемы.

Работоспособность определяется комплексом профессиональных, психологических и физиологических качеств субъекта труда. При выполнении конкретной работы работоспособность имеет определенные вполне закономерные колебания: вначале, когда только человек приступил к работе, работоспособность относительно невысока; со

временем она постепенно повышается, но потом опять снижается из-за усталости человека.

Основным фактором, который влияет на работоспособность человека, считается состояние его здоровья, а его умственная и физическая работоспособность зависит от уровня тренированности, опыта, физического и психического состояния. Немаловажным показателем служит склонность конкретного человека и всех членов группы к данному виду деятельности, мотивация и связанные с работой эмоции. Большое влияние на его работоспособность оказывает состояние окружающей среды и организация труда, где особенно много значит наличие необходимого оборудования, его размещение в рабочем пространстве, возможность свободного общения с другими участниками работы. Для сохранения работоспособности человека на продолжительный период большое значение приобретают профессионально значимые качества и методы профессионального отбора и подготовки группы [1], [5]. Степень работоспособности оценивается сопоставлением текущих показателей деятельности и психофизиологических функций с фоновыми показателями, полученными, например, в состоянии оперативного покоя.

В динамике изменения работоспособности в течение одного рабочего цикла выделяют несколько стадий:

– *стадия вработывания*, в течение которой отмечается усиление обменных процессов, деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем, возрастание активности психических процессов, приводящие к некоторому увеличению эффективности труда. Но возможны также гиперреакция организма, неустойчивость рабочих действий, ухудшение скорости и точности восприятия;

– *стадия устойчивой работоспособности*, проявляющаяся в наиболее высокой стабильной продуктивности и надежности труда и адекватности функциональных реакций на количество рабочей нагрузки. Она характеризуется устойчивостью психических процессов, оптимальности волевых усилий, чувством удовлетворенности процессом и результатами труда;

– *стадия снижения работоспособности*, которая характеризуется возникновением усталости, снижением интереса к текущей работе. Нарастает напряженность психических и физиологических функций, увеличиваются волевые усилия для сохранения необходимой продуктивности и качества деятельности.

При продолжении работы на последней стадии нарушаются профессиональные параметры деятельности, снижается производительность и появляются ошибочные действия, падает мотивация к труду, ухудшается общее самочувствие и настроение. Иногда в этой стадии может возникнуть либо фаза срыва – полная дискоординация функций организма и отказ от работы, либо фаза конечного порыва – сознательная мобилизация оставшихся психических, физиологических резервов с временным, резким повышением эффективности труда.

Известно несколько вариантов восстановления работоспособности, в течение которых развиваются восстановительные процессы в организме человека, снижается психическое напряжение и накапливаются функциональные резервы. Различают:

- *текущее восстановление* в процессе работы после завершения ее наиболее напряженных этапов;
- *срочное восстановление* непосредственно после окончания всей работы;
- *отставленное восстановление*, осуществляемое на протяжении многих часов после завершения работы.

Временное снижение функциональных возможностей группы операторов, выражающиеся в снижении работоспособности, объясняется возрастанием утомления отдельных ее членов. *Усталость* рассматривается как «субъективное состояние, выражающееся нежеланием продолжать работу, она часто имеет условно-рефлекторную природу» [3], [5], [6]. Умственное утомление связано с физиологическими процессами, возникающими в результате выполнения умственной работы, оно характеризуется развитием двух фаз: двигательного беспокойства и торможения. Физическое утомление связано с изменениями в клетках двигательного центра, возникающими в процессе выполнения мышечной деятельности.

Биологическая роль утомления чрезвычайно высока, оно предохраняет организм от истощения при слишком длительной или слишком напряженной работе; повторное утомление, не доводимое до чрезмерного, служит средством повышения функциональных возможностей организма.

Методы управления и восстановления рабочего состояния группы. Существует множество способов повышения и восстановления общей работоспособности человека. Зная его физиологические и психические особенности, мож-

но грамотно построить особый процесс управления деятельностью человека-оператора и малой группы, например учитывающий снижение работоспособности в начальной стадии работы, повышенный уровень нагрузки в период устойчивой работоспособности и снижение нагрузки на последнем этапе рабочего цикла. Сохранить повышенную работоспособность помогает также регламентация продолжительности и рациональное чередование различных видов деятельности.

Основным содержанием психофизиологического и физического восстановления группы становятся:

- донологическая диагностика физического, физиологического и психологического состояния каждого ее члена, в ходе которой можно выявить возникшие нарушения;
- восстановление физиологических резервов и функциональных возможностей, коррекция профессиональных навыков как отдельного человека, так и группы в целом.

Среди методов восстановления состояния для членов группы после выполнения сложного задания нашли применение несколько способов [2], [5], [7].

Гигиенические средства восстановления. К ним относятся: аэроионизация воздуха, зеленые насаждения, уголки живой природы, картины, витражи и др. Оборудуются комнаты психологической разгрузки с креслами для релаксации, а психогенное воздействие достигается при помощи различных звуковых программ: словесных, музыкальных, имитирующих. Такие центры хорошо изолируются от вредных факторов: шума, вибрации, пыли, химических агентов, однако они должны находиться в непосредственной близости от рабочих мест; обеспечиваются приточно-вытяжной вентиляцией или установками для кондиционирования воздуха. Температура воздуха поддерживается на уровне 18...20 °С, а для работающих в жарких условиях – на 2...3 °С ниже. Площадь центра должна иметь 2 × 2 м на одного отдыхающего и не менее 15 посадочных мест.

Использование спортивных сооружений. Восстановительные занятия могут проводиться на спортивных площадках; успешно используются плавательные бассейны, особенно после тяжелого труда в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях. Можно проводить занятия на спортивно-игровых площадках и в спортивных залах.

Программы релаксационно-лечебных упражнений (РЛУ). Это специально подобранные позы и лечебные упражнения, направленно действующие на сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную системы и эмоциональный компонент. РЛУ обладают регулирующим воздействием на эндокринную систему, устраняя гиперэмоциональное состояние, снижая количество адреналина и норадреналина в крови, а также на сердечно-сосудистую систему, нормализуя ее функции. Метод используется при функциональных расстройствах: наличии общевегетативной симптоматики (повышение эмоциональной возбудимости, утомление, переутомление, нарушение сна и т. д.), вегето-сосудистой и эмоционально-вегетативной неустойчивости (особенно при склонности к обморокам), нейроциркуляторной дистонии гипо- и гипертонического типов.

Дыхательные упражнения. Функционирование организма в условиях суточных ритмов, связанных с различными уровнями психической активности, характеризуется различными типами дыхания – так называемым дневным и вечерним дыханием. В дневном дыхании фазы вдоха по длительности преобладают над фазами выдоха, что стимулирует возбуждающие процессы. Вечернему дыханию свойственна противоположная зависимость, способствующая нарастанию в центральной нервной системе процессов торможения. Отмеченные закономерности положены в основу комплекса дыхательных упражнений, целенаправленно изменяющих состояние и работоспособность оператора.

Комплексный метод психической саморегуляции (ПСР) представляет собой систему приемов психического самовоздействия для целенаправленной регуляции всесторонней деятельности организма, его процессов, реакций и состояний.

Метод включает специальную модификацию аутогенной тренировки и целенаправленную активацию представления действий в процессе профессиональной деятельности на фоне аутогенного погружения – так называемую релаксидеомоторную тренировку. Эффективность приемов психической саморегуляции в процессе самой деятельности проявляется в виде:

- формирования функционального состояния, наиболее соответствующего условиям выполнения задания;
- повышения уровня регулирующих возможностей, обеспечивающих эффективную регуляцию процессов возбуждения и торможения;

- создания четкого психического образа предстоящей деятельности, предопределяющего психическую готовность к выполнению задания и регулирующего уровень напряжения в процессе работы;
- целенаправленного формирования навыков самоконтроля, самоорганизации и самовоспитания.

Приемы снижения утомления в процессе работы. Для этого принимается во внимание ряд факторов:

- улучшение общей рабочей обстановки, связанной с санитарно-гигиеническими условиями труда и качеством окружающей рабочей среды;
- выбор оптимальной рабочей зоны, рациональных движений, удобная конструкция пультов управления и целесообразное расположение органов на них и др.;
- ритмичность и равномерность распределения работы во времени с учетом отмеченных особенностей работоспособности;
- чередование труда и отдыха, изменение форм труда.

Стимулирующие вещества. Для борьбы с утомлением могут использоваться также различные стимулирующие вещества, но нужно помнить, что химические вещества вызывают ряд побочных и вредных явлений: бессонницу, потерю аппетита и др.

Некоторые из рассмотренных методов отражают тенденции развития нового альтернативного направления управления состоянием здоровья человека – «*кинезиологии*» [8]. Этот метод диагностики и терапии декларирует связь мышечного напряжения (тонуса) с состоянием внутренних органов и систем организма и предлагает способы корректирующего немедикаментозного воздействия на них.

Для ряда других методов требуется использование специальных технических средств, однако таких приемов немного, что не отвечает современному уровню развития техники. К ним относятся:

Контрастные температурные воздействия. Воздействие горячего воздуха и пара на организм человека служит одним из физиотерапевтических средств, при применении которых тепловой фактор чередуется с охлаждением. Они предназначены для восстановления работоспособности после физических и эмоциональных нагрузок, снятия явлений утомления, нервно-эмоционального напряжения и десинхронизации. Среди многих эффектов восстановления с помощью таких процедур отмечается:

– улучшение работы сердца и дыхания, возрастание температуры тела, изменения параметров кровообращения и т. п.;

– улучшение общего психического состояния, показателей внимания и памяти, скорости сенсорных реакций;

– значительное улучшение операторских навыков: показателей качества и точности реакций на движущийся объект, роста скорости восприятия и переработки информации и др.

Электростимуляция нервно-мышечного аппарата. Электростимуляция нервно-мышечного аппарата предназначена для профилактики мышечного дискомфорта, снятия напряженности и повышения работоспособности операторов. Метод основан на общефизиологических принципах воздействия на нервно-мышечный аппарат слабым электрическим током, вызывающим естественное сокращение мышц (с помощью электростимуляторов). Показаниями к применению метода служат мышечный дискомфорт, напряженность, сонливость и усталость.

Метод центральной электротранквилизации (ЦЭТ). Этот метод используется для замены фармакологических препаратов анальгетического и седативного действия, когда необходима нейровегетативная защита жизненно важных функций организма. Метод ЦЭТ используется для коррекции нарушений процессов саморегуляции в центральной нервной системе; он применим при неадекватных реакциях на эмоциональную нагрузку, которые выражаются в колебаниях частоты пульса, уровня артериального давления, нарушениях сна, повышенной утомляемости и др. С его помощью удается снизить реактивную тревожность, изменить тип поведения в стрессовых ситуациях, добиться улучшения самооценки состояния и купировать невротические проявления.

Анализ известных методов показывает, что они не могут эффективно и быстро восстановить работоспособность каждого члена малой группы, тем более группы в целом, так как требуют большого времени, а методы восстановления с применением технических средств требуют дополнительных финансовых затрат на оборудование. Кроме того, все они рассчитаны, как правило, на индивидуальное использование, что приводит к дополнительным затратам времени на восстановление группы.

Игровые тестовые биотехнические системы в качестве средства восстановления. Относительно новым приемом восстановления рабо-

тоспособности группы следует признать применение специализированных биотехнических систем тестового игрового типа [9], [10]. В таких системах за счет применения определенных приемов, примененных при разработке структуры таких систем и программного обеспечения, удается создавать условия, близкие к рабочим, привычным для обычной деятельности. Большое значение имеет эмоциональное возбуждение, возникающее за счет заинтересованности и постановки понятных, но не простых для выполнения игровых заданий, однако сюжеты таких игр упрощаются и должны иметь развлекательный характер. Игры должны не только отличаться занимательностью, но и позволять оценивать некоторые важные для работы характеристики сенсорных и эффекторных систем, внимания, памяти, быстроты реакций на различные стимулы.

Для выполнения таких мероприятий не требуется сложной техники, это можно сделать, ориентируясь на обычное техническое оснащение рабочего места человека-оператора, меняется только программное обеспечение, отвечающее задачам тестирования. Причем тестовые задания рассчитываются как на индивидуальную, но проводимую одновременно для всех членов группы, так и на совместную работу над одним тестом с применением информационных технологий [10]. Учитывая, что основные функции членов малых групп операторов при управлении сложными техническими системами связаны с анализом поступающей информации и принятием решений, целесообразно и игровые средства разрабатывать на этих же принципах.

Для отображения информации и передачи команд человек-оператор, как правило, использует визуальные средства (мониторы) и пульта управления компьютеров; эти же средства можно использовать и для организации игровых ситуаций. Тестовые изображения требуемого содержания на экранах мониторов можно сформировать программными средствами, позволяющими изменять сюжет за счет применения методов визуального пространственного кодирования, а для передачи команд управления рекомендовать простые ответные действия.

Визуальное пространственное кодирование информации для ЧО рассматривается как необходимая часть общего процесса кодирования в системах управления, когда происходит переход от технического канала связи к человеку [7], [9]. Ко-

дирование определяется как преобразование сюжетов в знаковую информацию, рассчитанную на прием и декодирование ее человеком, трансформацию образа знака в образ управляемого объекта. Основным принцип кодирования – согласование взаимодействия двух систем: объективной (система знаковой информации) и субъективной (переработка знаковой информации человеком-оператором). Кодирование связано с высоким уровнем развития знаковой функции у человека, поскольку кодовые знаки – вторичные, производные от речевых сообщений.

Кодирование сложных сообщений имеет свои закономерности, а структура знаковых моделей определяется степенью объективной сложности кодируемых сообщений. Для уменьшения субъективной сложности переработки знаковой информации необходимо выделение семантических групп и комплексов для кодирования информации, что способствует переходу от последовательного декодирования информации к блочному способу и соответственно повышает успешность ее переработки.

Широкие возможности для пространственного кодирования предоставляет *метод измерительных графических символов* (метод ИГС), в котором информационная модель регулируемого объекта представляется на экране монитора в виде визуального образа изучаемой модели. Этот образ в виде изображения строится по множеству характеристик объекта, которыми модулируются параметры нескольких категорий визуального кодирования: размер, место положения на экране, окраска и др. Информационная модель преобразуется в наглядный образ, в котором любые изменения модели сразу отражаются в изменениях ее изображения.

В методе ИГС предусматривается несколько принципов формирования графических элементов:

- в изображение включается несколько независимых графических элементов как набора так называемых первообразных, из которых строится изображение;

- каждый графический элемент должен описываться хорошо понятными регулируемыми параметрами;

- параметры одних элементов могут быть зависимыми от аналогичных параметров других элементов;

- все элементы вместе образуют суммарное изображение, которое уже является тестовым;

- рекомендуемая тестовая реакция на предъявляемое изображение, которая предлагает набор ответных действий для коррекции изображения, должна быть простой даже для необученного человека;

- руководящий принцип, опираясь на который, испытуемый определяет ответное действие по изменению содержания сюжета тестового изображения, не должен быть сложным.

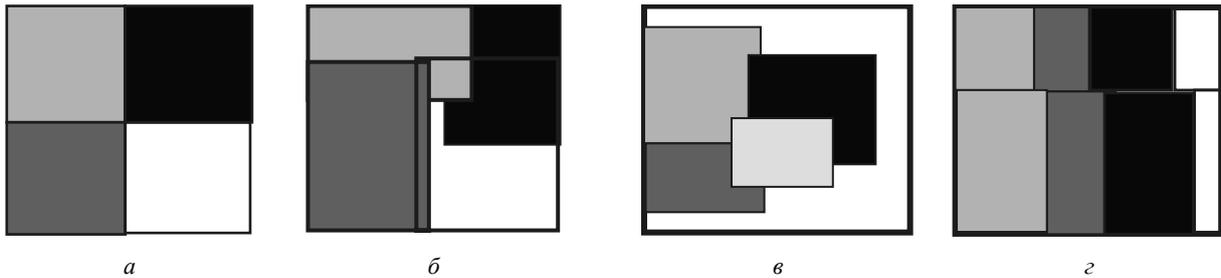
От выбираемого набора первообразных и числа описывающих их параметров зависит предельная емкость множества изображений $M_{ИГС}$, которые могут быть созданы с их помощью. Чем больше $M_{ИГС}$, тем больше разнообразие синтезируемых изображений и сложнее сама игра. Для оценки количества разнообразных сюжетов $M_{ИГС}$, которые могут быть созданы с помощью выбранного набора первообразных, в [9] предложено использовать коэффициент разнообразия, который определяется отношением неповторяющихся признаков к общему количеству признаков, описывающих все первообразные.

Выполнение этих принципов упрощает как работу по созданию тестов, так и выбор ответных реакций каждого из испытуемых. Выбираемые или устанавливаемые параметры первообразных элементов легко контролируются и фиксируются в качестве результатов исследования. По их значениям легко установить изучаемые свойства каждого члена группы и группы в целом.

В качестве первообразных выбирают легко различимые наборы: множество точек изображения, отрезков прямых линий или простые фигуры, которые легко формируются электронными схемами. Для отмеченных первообразных такой коэффициент достаточно велик, чтобы считать использование метода ИГС эффективным.

Примеры нескольких тестовых изображений приведены на рисунке, в их основе в качестве первообразных выбраны четыре прямоугольника, каждый из которых описывается набором нескольких параметров.

Два первых изображения рис. а, б построены так, что один из углов каждого прямоугольника зафиксирован в соответствующем углу экрана монитора, а изменения касаются регулировки размеров сторон, т. е. каждый из них описывается двумя параметрами – размерами сторон. Регулировка размеров приводит к изменению изображе-



ния за счет «наезда» прямоугольников друг на друга. При разной окраске прямоугольников эффект наезда становится более заметным, так как на их пересечениях изменяется окраска. Пример промежуточного расположения прямоугольников иллюстрирует пример «б», а игра может заключаться в перестройке изображения к виду «а».

В изображении рисунка «в» углы прямоугольников «оторваны» от углов экрана, что увеличивает количество степеней свободы и усложняет тестовые изображения и сложность игр на их основе. Теперь для формирования изображения нужно задать не только размеры сторон, но и координаты одной из вершин, вокруг которой формируется фигура. Общее количество регулируемых параметров для изображения «в» уже будет 1, 6. Дополнительно увеличить «мощность первообразных» можно за счет использования регулируемой яркости или окраски прямоугольников.

Тестовое изображение «г» еще больше усложняет решение, так как изменение горизонтального размера любого прямоугольника приводит к изменению размеров остальных. В данном варианте реализуется метод «относительного уравнивания», который учитывает такое влияние [11]. Суть игры, например, может состоять в том, чтобы вначале задать размеры в верхней части изображения – эта часть будет определять эталон – тестовое задание, а затем совместными усилиями участников изменить нижнюю часть так, чтобы она совпала с верхней частью, с эталоном.

Другая возможность применения описанного подхода к синтезу биотехнических систем тестового типа открывается при организации кратковременного отдыха группы. Отдых должен быть активным, при этом соблюдаются следующие принципы:

- применение средней степени нагрузки и раздражителей;
- при интенсивной основной работе использовать меньшие нагрузки, а при длительной малоинтенсивной работе – наоборот;
- стремиться к возбуждению мышц-антагонистов (мышц левой руки при работе правой и наоборот);

- шире использовать эмоциональные воздействия при отдыхе за счет занимательности тестовых изображений, вызывающих интерес и возбуждение психоэмоциональной сферы человека.

Примеры биотехнических тестовых систем, в которых использованы некоторые из представленных тестовых изображений, для исследования отдельного человека описаны в доступной литературе, например в [6], [7]. В них подбираются такие тесты, которые не только вызывают игровой интерес, но и позволяют одновременно оценивать некоторые функциональные возможности как одного исследуемого, так и группы в целом.

Определенный интерес в практике восстановления работоспособности группы вызывают системы для тестирования характеристик согласованного действия ее членов. Для этих целей легко приспособить рассмотренные тестовые изображения (особенно тесты типа «г»), которые описаны в [11], [12]. Тесты, реализуемые в этих системах, можно использовать для оценки сохранности функциональных характеристик группы после выполнения работы и продолжительного отпуска или для восстановления этих способностей.

Большое значение имеет восстановление социально-психологического климата в группе. Психологическое и психофизиологическое тестирование позволяет оценить:

- познавательные психические процессы (восприятие, внимание, память, мышление) каждого ее члена группы;
- свойства нервной системы (сила, подвижность, лабильность, уравновешенность) и психомоторику;
- психологические особенности личности (темперамент, характер, способности) и нервно-психическую устойчивость.

И для этих целей при формировании тестовых изображений можно приспособить описанный выше метод измерительного графического символа и приведенные примеры тестовых изображений. Тестовые изображения могут быть представлены и не на экране монитора. В [13] описана система, в которой тестовые изображения отображаются на спортивную площадку, а группа спортсменов,

ориентируясь на элементы изображения, совместно выполняют определяемые тренером физические упражнения во время тренировки или активного отдыха.

Выводы:

1. Биотехнические системы тестового типа позволяют значительно расширить возможности при организации отдыха малой группы для операторов биотехнических систем за счет перестройки рабочих систем, используемых при выполнении рабочего задания.

2. Одновременно применение таких систем позволят легко и количественно оценить многие функциональные характеристики, как каждого члена группы, так и всей группы в целом.

3. Основой для выполнения указанных задач служит метод измерительного графического символа, в котором предусмотрены все возможности по управлению содержанием тестовых визуальных сюжетов и оценке изучаемых характеристик испытуемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попечителей Е. П. Человек в биотехнической системе. Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2016. 585 с.
2. Бодров В. А. Работоспособность человека-оператора и пути ее повышения // Психологич. журн. 1987. Т. 8, № 3. С. 107–117.
3. Крушельницкая Я. В. Физиология и психология труда: учеб. М.: Финансы и статистика, 2003. 367 с.
4. Кричевский Р. Л., Дубовская Е. М. Социальная психология малой группы: теоретический и прикладной аспекты. М.: Аспект Пресс, 2009. 318 с.
5. Ланцбург М. Е. Влияние продолжительности работы с экраном дисплея на функциональное состояние зрительной системы и меры профилактики ее перенапряжения / НИИ медицины труда РАМН. М., 1991. 98 с.
6. Попечителей Е. П. Влияние рабочей обстановки на функциональное состояние человека // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. № 10. С. 77–84.
7. Попечителей Е. П. Методики диагностики и частичной коррекции функционального состояния человека с использованием технологий тренировки и стимуляции его сенсомоторной реакции // Вестн. нов. мед. технологий. 2009. Т. 16, № 3. С. 203–209.
8. Вальтер Д. Прикладная кинезиология. 2-е изд. СПб.: Звезда, 2011. 650 с.
9. Попечителей Е. П. Технологии обучения и оценки уровня готовности к совместной работе малых групп операторов // Вестн. Костром. гос. ун-та им. Н. А. Некрасова. 2009. Т. 15. С. 3–8.
10. Попечителей Е. П. Методики тренировки малых групп операторов на основе принципов уравнивания и рефлексивных компьютерных игр // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. № 1. С. 53–69.
11. Попечителей Е. П., Болсунов К. Н. Биотехнические системы оценки уровня готовности к совместной работе малых групп операторов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. № 6. С. 83–91.
12. Попечителей Е. П., Болсунов К. Н. Компьютерные рефлексивные игры в подготовке малых групп специалистов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2013. № 6. С. 110–116.
13. Афоньшин В. Е., Попечителей Е. П. Биотехнический комплекс подготовки спортсменов в интерактивной полимедийной внешней среде // Символ науки. 2016. № 1. С. 18–26.

E. P. Popenchitelev

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

RESTORING THE OPERATOR GROUP AFTER INTENSIVE WORK

A classification of known methods used to restore the working capacity of the man has been carried out, and it is shown that they do not allow a rapid restoration of the working state of a small group of operators of biotechnical systems. It is proposed to use for this purpose special biotechnical systems of game type, in which the method of graphic symbols displayed on the screen of the monitor as an image of a game story is realized. A feature of the symbols is the separate control of its main parameters at the request of the researcher and depending on the actions of the group. They allow you to quickly change the content of the test while maintaining the possibility of accurately recording the response and to assess the important characteristics of the whole group as a single systemic education.

Working capacity of a small group of operators, methods for restoring work-ability, biotechnical test system, method of graphic symbol, game strategy
