

ответственных изделий, технология изготовления которых предусматривает выполнение качественной финишной обработки. К таким изделиям относятся, например, зубные и костные имплантаты, имплантаты для травматологии, черепные пластины, фиксаторы позвоночника и другие медицинские изделия из титановых сплавов; турбинные лопатки авиационных двигателей из титановых сплавов; листы, фольга и проволока из тантала, используемые для скрепления тканей, нервов, наложения швов, изготовления протезов; детали тепловыделяющих и теплообменных элементов ядерно-энергетических систем из циркониевых и танталовых сплавов; детали ускоряющих структур коллайдеров из ниобия. Как правило, такие детали имеют сложную геометрическую форму, поэтому при полировании их механическими методами возникают значительные трудности. Для электрохимических технологий указанные материалы являются труднообрабатываемыми, а процессы их полирования требуют применения токсичных электролитов.

Для решения указанных проблем разработана технология электролитно-плазменного полирования и очистки изделий из титановых, никель-титановых, циркониевых и ниобиевых сплавов. Технология обладает высокой экологической безопасностью по сравнению с классическим электрохимическим полированием за счёт применения безвредных электролитов. Технология обеспечивает снижение шероховатости поверхности с  $Ra = 1,25 - 0,8$  мкм до  $Ra = 0,2 - 0,04$  мкм. Продолжительность обработки составляет в среднем 5 мин.

Новый метод электролитно-плазменной обработки реализуется в электролитах на основе водных растворов солей общей концентрацией не более 5 %. Для сравнения, традиционное полирование, например, титановых сплавов выполняется в электролитах с температурой 80°C, содержащих помимо серной и азотной кислот, токсичную плавиковую кислоту концентрацией 20–25%.

Разработанная технология обеспечивает качественное полирование и очистку с приданием поверхности высокой отражательной способности. Компоненты, применяемые для приготовления электролитов, имеют низкую стоимость и доступны на рынках СНГ и Европейского союза.

УДК 797.122.3.081

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ НАГРУЗОК  
НА БИОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЙ  
ГРЕБЦОВ-КАНОИСТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УПРАЖНЕНИЙ  
СКОРОСТНО-СИЛОВОГО ХАРАКТЕРА В ЛОДКЕ И В УСЛОВИЯХ  
ИСКУССТВЕННО УПРАВЛЯЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ТРЕНАЖЕРЕ)**

Лукашевич Д.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: dmitry.luckashewi4@yandex.by

***Abstract.** At the present time sport results' achievement in rowing is impossible without a high level of motor-conditioning potential of sportsmen. Obtaining an accurate, reliable quantitative evaluation of such potential has a connection with a selection of optimal number of informative indexes, and also tools and methods that can help to register indexes, that characterized objective level of sportsmen's fitness. An issue of selection of optimal number of control indexes is connected to the tendency of reducing the complexity intensity of analysis process due to operative amendments to the training process. The issue of special technical means' applying to evaluate motor-conditioning components is determined by the specific competitive and training activities in rowing sports (at the interface of the air and water environments), due to the complexity of collecting information directly on the water.*

*Additional research equipment placed in a kayak has a significant impact on the characteristics of the kayak's movement that leads to changes in the characteristics of its motion indexes and, in turn, to the record of biased data inaccuracy, the value of which cannot be accounted for. In addition, sensors and devices, which currently registering various movement's parameters of the kayak and the conditioning component of athlete's fitness, require careful damp course, which in turn affects their accuracy. Therefore, it is necessary to search alternative ways and methods of conditional qualities evaluation of athletes in the rowing sport. An important condition that must be observed in this problem solution is the accordance between the test assignment structure performed by the athletes with the application of special technical means and the structure of competitive exercises.*

*The obtained results could be used in improving the methods of strength endurance development of athletes, which is based on the purposeful inclusion of the main sets of muscles, which provide the effectiveness of the control movements in competitive activity.*

В настоящее время в гребном спорте достижение спортивных результатов невозможно без высокого уровня двигательно-кондиционного потенциала спортсменов. Одним из перспективных направлений совершенствования и оптимизации тренировочного процесса гребцов-каноистов является использование специальных тренажерных устройств.

Актуальность исследований в данном направлении обусловлена высоким ростом конкуренции в гребном спорте, что требует поиска современных средств и методов учебно-тренировочного процесса как системообразующего фактора наивысших спортивных достижений. Постоянный поиск путей оптимизации тренировочного процесса требует применения современных технических средств и методов совершенствования кондиционных параметров спортсменов в гребном спорте. Одним из путей оптимизации тренировочного процесса является применение специальных гребных тренажеров, удовлетворяющих требованиям структуры соревновательного упражнения по пространственному построению гребка и его силовой составляющей.

В рамках исследования оценивались кинематические параметры движений и функциональные возможности нервно-мышечного потенциала спортсменов при выполнении тестовых заданий на специальном гребном тренажере и в лодке-каноэ в условиях водной среды. Оперативная регистрация биомеханических параметров движений гребцов с высокой точностью является актуальной задачей, требующей своего решения. Своевременный анализ такой оценки позволит корректировать направленность тренировочного процесса и оперативно менять подходы к выбору тренировочных средств на различных этапах подготовки спортсменов.

Для регистрации кинематических параметров в тестовых заданиях на специальном гребном тренажере и в лодке-каноэ в условиях водной среды использовалась скоростная видеосъемка движений. Для регистрации параметров биоэлектрической активности мышц использовался дистанционный (беспроводной) аппаратно-программный комплекс Delsys Tringo.

В результате проведения фазового анализа выполнения соревновательного упражнения в естественных условиях и на специальном тренажерном устройстве были получены кинематические параметры, характеризующие выполнение двигательных заданий.

Для сравнительного анализа в каждом тестовом задании было выбрано по три цикла движений. Один цикл вначале выполнения задания, второй – в середине выполнения задания, третий – в конце выполнения. Каждый цикл представляет собой выполнение одного гребка. Данные циклы были выбраны с целью оценки кинематических параметров движений на фоне протекающих процессов утомления. В результате проведенного исследования выявлено, что разница в кинематических

параметрах при выполнении тестовых заданий на специальном тренажерном устройстве и в лодке не существенная и не превышает 8%.

По результатам фазового анализа видеозаписи выполнения тестового задания сделан вывод о том, что данные условия выполнения упражнения по направлению и амплитуде движений соответствуют структуре соревновательного упражнения. Тем самым можно утверждать, что применение данного тренажерного устройства удовлетворяет требованию пространственного построения гребка.

Для определения степени включенности мышц в работу, а также степени воспроизводимости усилий проводилась оценка биоэлектрической активности мышц при выполнении тестовых заданий на тренажере и в лодке. Степень включенности мышц в работу характеризуют показатели плотности спектральной мощности биоэлектрической активности. В результате проведенного исследования установлено, что воспроизводимость усилий по плотности спектральной мощности для каждой мышечной группы находилась в диапазоне 78–93 %, что является достаточно высоким показателем воспроизводимости.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что данное тренажерное устройство удовлетворяет требованиям структуры гребка по величине усилий.

По результатам анализа видеофайлов и электромиограмм сделан вывод о соответствии структуры выполняемых движений в тестовом задании на тренажерном устройстве и в реальных условиях гребли, а также о возможности применения данного тренажерного устройств в тренировочном процессе гребцов-каноистов. Предполагается, что применение специальных тренажерных устройств позволит целенаправленно воздействовать на ведущие группы мышц спортсменов и с помощью биологической обратной связи проводить оперативную коррекцию при выполнении специальных двигательных заданий. Отдельные компоненты данной методики апробированы в подготовке национальной команды Республики Беларусь к Чемпионату мира 2017 года по гребле на байдарках и каноэ в городе Рачице (Чехия). Эффективность подтверждается актами внедрения.

УДК 615.847.8

## МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ДЛЯ МАГНИТОТЕРАПИИ

*Самуйлов И.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*e-mail: ivsamuil@tut.by*

**Abstract.** *The article is devoted to an experimental study of a model of human biological tissues for the distribution of the amplitude of a pulsed magnetic field.*

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) позволяет возбуждать электрические сигналы в центральной и периферической нервной системе безэлектродным способом [1]. Перед физиологами встает проблема дозирования и определения уровня наведенного электрического сигнала в тканях человека, для чего необходимо создать многослойную модель биологических тканей.

Для исследования были выбраны следующие ткани человека: кожа, мышечная ткань и жировая ткань. Модель должна соответствовать их электрическим свойствам. При частоте в 1кГц сопротивление кожи, мышечной ткани, жировой ткани составляет – 17 кОм/см, 240 Ом/см, 700 Ом/см соответственно [2].

Исследованы зависимости удельного сопротивления от степени насыщения раствором соли NaCl различных концентраций, пропитывались тканевые образцы из вой-