

УДК 796.01:612

Игорь Юрьевич Михута¹, Ли Сюе², Сунь Сюйцян³, Мэн Цзе⁴¹канд. пед. наук, доц., доц. каф. спортивных дисциплин и методик их преподавания
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина²аспирант 3-го года обучения каф. спортивно-боевых единоборств и спецподготовки
Белорусского государственного университета физической культуры³аспирант 3-го года обучения каф. теории и методики физической культуры
Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка⁴аспирант 2-го года обучения каф. теории и методики физической культуры
Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка**Igor Mihuta¹, Li Xue², Sun Xuqiang³, Meng Jie⁴**¹Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Sports Disciplines and Teaching Methods
of the Brest State A. S. Pushkin University²Post-Graduate Student 3 Years of the Department of Martial Arts and Special Training
of the Belarusian State University of Physical Education³Post-Graduate Student 3 Years of the Department of Theory and Methods of Physical Culture
of the Belarusian State Pedagogical University named after Maksim Tank⁴Post-Graduate Student 2 Years of the Department of Theory and Methods of Physical Culture
of the Belarusian State Pedagogical University named after Maksim Tanke-mail: ¹igor_michuta@mail.ru; ²ahei0128@gmail.com; ^{3,4}yoonjae0314@vip.qq.com**АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ ЧЕЛОВЕКА
СРЕДСТВАМИ КООРДИНАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Механизмы и процессы формирования двигательных навыков широко обсуждаются в многочисленных научных исследованиях. В статье рассматривается проблема формирования двигательных навыков с точки зрения физиологических и психолого-педагогических аспектов. Исходя из структуры и этапов обучения двигательному действию предложен подход, основанный на алгоритмизации процесса формирования двигательных навыков человека с позиции координационного потенциала. Процесс алгоритмизации представляет собой кольцевую динамичную систему, состоящую из следующих блоков: ведущий (основа) + фоновый (каркас) уровень построения движения; фоновый (основа) + ведущий (каркас) уровень построения движения; фоновый уровень (основа + каркас) построения движения с выходом на «арсенал» двигательных действий; переход на новый уровень построения движения (на первый блок) за счет вариативности постановки двигательной задачи и изменения условий выполнения движения.

Ключевые слова: алгоритм, этапность, двигательный навык, человек, координация движений, физиология, педагогика, координационный потенциал.

Algorithm for Forming Human Motor Skills by Means of Coordinating Direction

The mechanisms and processes of the formation of motor skills are widely discussed in numerous scientific studies. This article deals with the problem of the formation of motor skills from the point of view of physiological, psychological and pedagogical aspects. Based on the structure and stages of learning a motor action, the authors propose an approach based on the algorithmization of the process of forming human motor skills from the standpoint of coordination potential. The process of algorithmization is a ring dynamic system consisting of the following blocks: leading (base) + background (framework) level of movement construction; background (base) + leading (framework) level of building movement; background level (base + frame) of building a movement with access to the «arsenal» of motor actions; transition to a new level of building a movement (to the first block) due to the variability of the statement of the motor task and changing the conditions for performing the movement.

Key words: algorithm, phasing, motor skill, human, coordination of movements, physiology, pedagogy, coordination potential.

Введение

К настоящему времени накоплен обширный материал по проблеме построения движений в процессе формирования двига-

тельных навыков человека. Двигательные навыки формируются в процессе обучения движениям, другими словами, – это способность мозга точно управлять мышечны-

ми сокращениями во времени и пространстве, что обуславливается пластичностью центральной нервной системы [1; 2].

Формирование двигательного навыка определяется как набор процессов, направленных на приобретение новых целостных движений. Многие авторы [3; 4] утверждали, что «обучение двигательному навыку – это относительно постоянное изменение условий выполнения действий в процессе тренировочной деятельности», что позволяет индивиду создавать новую базу движения.

Результатом нового двигательного действия будет перцептивный след, а повторение движений позволяет накапливать и закреплять перцептивные следы в памяти [5]. Один из способов быстро освоить новые действия – наблюдать за образом движения, что может значительно ускорить процесс обучения и уменьшить количество ошибок [6]. Процесс наблюдения индивидом за двигательным актом представлен механизмами зеркальных нейронов, которые способны активировать двигательные представления в областях коры головного мозга. Данное соответствие между воспринимаемыми и выполняемыми действиями представлено в качестве нейронного субстрата корковой двигательной симуляции.

Анализ развития теории обучения двигательным действиям в методологическом аспекте [7–9] позволяет определить роль науки в разработке физиологических и психолого-педагогических теорий обучения движениям (например, теория И. П. Павлова об условных рефлексах; теория информации и кибернетики; теория самоорганизации и т. д.).

В разработке данной проблемы сталкивались и дополняли друг друга различные научные школы, между которыми возникали непримиримые противоречия (например, между сторонниками и последователями Н. А. Бернштейна и преверженцами И. П. Павлова).

В исследованиях И. П. Павлова разработана условно-рефлекторная теория произвольных движений, на ее основе развивалось направление по исследованию двигательных рефлексов, которые являлись структурой двигательных навыков человека. В настоящее время большое количество исследований по обучению движений основывается на механизме условных рефлексов

как физиологической основе формирования двигательных навыков. В своих классических экспериментах условных рефлексов И. П. Павлов трактовал, что клетки коры головного мозга способны устанавливать временные нейронные связи со всеми другими центрами, включая репрезентативные области возбуждения коры, вызванные внутренними и внешними стимулами. Основные механизмы данной теории – закрепление временных связей с образованием динамического стереотипа и установление доминанты [9]. Установление связи в процессе формирования навыка проходит посредством трехступенчатого процесса «иррадиации, концентрации и стабилизации»: стадия иррадиации характеризуется наличием «лишних» движений; стадия концентрации – процессы возбуждения и торможения оптимально балансируют; стадия стабилизации – стабильность возбуждения и торможения в коре головного мозга. Сущность данного учения составляет идея об условных рефлексах как элементарной единице адапционно-приспособительной деятельности организма. Методологический подход к изучению высшей нервной деятельности основывается на принципах детерминизма, анализа и синтеза, структурности.

Другую теорию развивал Н. А. Бернштейн: учение о построении движений и теорию биологической активности [10]. По его мнению, в основе управления движениями лежит не приспособление к условиям внешней среды, не ответы на внешние стимулы, а подчинение среды, ее перестройка с потребностями индивидуума. Движение программируется смыслом и формирует, по его мнению, «образ потребного будущего» в трех стадиях: 1) низкая скорость движений; 2) повышение скорости и точности двигательного акта за счет снижения напряженности и активизации мышечной координации; 3) снижение работы активных мышечных усилий в осуществлении движения за счет использования сил тяжести, инерции и центробежных сил.

Концепция функциональных систем поведенческих актов П. К. Анохина интегрирует целой совокупностью функциональных механизмов и процессов, складывающихся в ходе и в результате построения действия при ведущей роли высших отделов центральной нервной системы (ЦНС).

Данная концепция обеспечивает консолидацию функций всего организма, участвующих в его осуществлении, в т. ч. физиологических механизмов программирования действия, эффекторных и обратных связей в управлении движениями, сличении параметров действия с заданной программой, выявления рассогласований и коррекции действия [9].

В исследованиях [1; 3; 5; 7; 11] показано, что конструктивный подход к проблеме должен обеспечить разработку «физиологически обоснованной методики планового обучения точностного движения и формирования его из медленного и неточного в быстрое, экономичное и эффективное».

Целенаправленное обучение человека основывается на когнитивности данного процесса при соблюдении целевого содержания поведенческих актов. Так, неврологически [1; 2; 6] различаются две формы реакций на обучение: первичное и когнитивное. Первичное обучение присуще любому организму и основывается на рефлексх и инстинктах. Когнитивное обучение возможно при сформированных отделах мозга с обязательным выполнением целенаправленного действия, при участии мотивации, ориентировочного рефлекса (внимания), логического анализа и необходимости выбора в альтернативной ситуации (решения задачи). «Выбор и ожидание в виде фокусированного внимания являются самыми критическими компонентами когнитивного обучения, функциональные исходные послышки которого составляют ориентировочный рефлекс и мотивация». В этой связи когнитивное обучение невозможно без механизмов памяти, отсутствия «образа стимула» и действия в нейросетях «доминирующей корковой области» [2; 3; 11].

Физиологическая основа овладения двигательными навыками заключается в создании адаптивно-приспособительных условий для человека [12]. В этом смысле формирование двигательных навыков рассматривается через создание сложного, взаимосвязанного и проприоцептивного двигательного рефлекса. Сложность процесса обусловлена тем, что в двигательный навык вовлечено несколько центров (зрительный, слуховой, моторный и т. д.); рефлекторная деятельность осуществляется последовательно, с окончанием предыдущего дейст-

вия и началом следующего; во время рефлекса передается сигнал стимула на проприоцепторы.

Теория информации и кибернетика фокусируется на том, что формирование двигательных навыков – это процесс обучения, закрепления и совершенствования. В процессе формирования навыка нервная система получает обратную связь о выполнении движения, сравнивает его с требованиями модели движений и корректирует в соответствии с ошибками. Обратная связь поступает в центральную нервную систему через органы чувств и вызывает дополнительные двигательные сигналы, которые постоянно корректируют структуру движения. Другими словами, навыки формируются при постоянной информационной обратной связи [7].

Теория самоорганизации основана на теории условных рефлексов, которая базируется на упорядоченном взаимодействии элементов внутри нейронной сети, а процесс изменения нейронной сети и является процессом обучения навыка. Другими словами, двигательный навык – это новая самоорганизованная и упорядоченная система нейронной сети в ЦНС [2].

С нейрокогнитивной точки зрения формирование двигательных навыков – это прежде всего структурно-функциональные изменения в ЦНС [7]. Получение пространственной и двигательной информации о навыке осуществляется в основном через визуальный поиск целей в двух отдельных контурах: кортико-базальных ганглиях и кортико-мозжечковых. В соответствии с анатомическими и электрофизиологическими данными [6] вентральная префронтальная кора является компонентом цепи между зрительным анализатором и моторным актом, а префронтальная кора – единственная область коры головного мозга, которая представляет визуальный поиск, реакцию и действие. Модель осознания в момент установления последовательности обучения осуществляется дорсолатеральной префронтальной корой [3]. Перцептивно-моторная интеграция сконцентрирована в теменной коре и коре премоторной области, которые, в свою очередь, позволяют успешно решать задачи обучения [5].

Формирование от одного двигательного акта до быстрого и точного интегриро-

ванного движения в первую очередь требует обработки пространственной и двигательной информации. Пространственная информация отвечает за кодирование визуального пространства нового движения, а двигательная информация – за процессы действия мышечной активности в программу движений.

В нервной системе нейроны соединены между собой синапсами, которые образуют нейронные цепи. Пластичность синапсов является основным механизмом процессов обучения навыкам и функционирования памяти. Исследования показали [11; 12], что синапсы регулярно меняются по мере реконфигурации нейронных цепей и синтеза новых белков, что обеспечивает относительную стабильность структурно-функциональной организации коры головного мозга в процессе формирования двигательных навыков.

Обобщая, следует отметить, что процесс обучения двигательным навыкам требует от человеческого мозга анализа и синтеза информации о движении, посредством сенсорно-когнитивных механизмов, памяти, биологической обратной связи и контроля. Интегрировав данные теории, нам представляется возможным, что обучение навыкам следует подразделять на три этапа: сенсорный этап, когнитивный этап и моторный этап автоматизации и вариации двигательных навыков.

Сенсорный этап создает новый стимул для организма индивида, сенсорные нейроны формируют новые синаптические связи, а в двигательных нейронах формируются новые синаптические терминали.

Когнитивный этап характеризуется уменьшением количества синаптических связей сенсорных и моторных нейронов и снижением количества активных синапсов. В этот момент в нейронных процессах организма постепенно развивается дифференциальное торможение, т. е. только условный стимул вызывает условный рефлекторный ответ, в то время как проксимальный стимул оказывает тормозящее действие и не вызывает условного рефлекторного ответа. Усиливаются процессы внутреннего торможения, развивается дифференцированное, отсроченное и отмененное торможение. Расширяется диапазон внимания, снижается напряжение, уменьшаются помехи между

движениями, устраняются лишние движения, повышается точность движений и улучшается способность распознавать неправильные движения.

Моторный этап характеризуется совершенствованием двигательного навыка – нейронные цепи создаются, перестраиваются, и синаптическая пластичность завершается. В этот момент объем внимания расширяется в связи обработкой информации об изменениях в окружающей среде, при этом уменьшается визуальный контроль, в то время как кинестетический контроль усиливается. На этом этапе процесс синтеза новых белков, необходимых для изменения структуры и функции синапсов, завершен, формируется долговременная память на двигательные навыки. Движения сформировали в коре головного мозга локомоторный стереотип, возбуждение и торможение нейронных процессов стали более целенаправленными и точными, освоенные серии движений создали целостную органическую систему, степень автоматизации и вариации расширяется, а сознание выступает регулятором только отдельных движений.

Целью работы является разработка и обоснование алгоритма формирования двигательных навыков человека средствами координационной направленности.

Результаты исследования

Обучение в процессе физического воспитания реализует одну из его составляющих сторон – физическое образование, под которым понимается «системное освоение человеком рациональных способов управления своими движениями, приобретение таким путем необходимого в жизни фонда двигательных умений, навыков и связанных с ними знаний» [4; 7; 8]. В процессе физической культуры занимающихся обучают различным двигательным действиям, что составляет специфический предмет обучения, и их освоение опирается на системные знания в соответствии с закономерностями формирования двигательного навыков.

Многие специалисты [10; 13; 14] считают, что координационный потенциал человека позволяет эффективно, точно и быстро выполнять движение, направленное на решение конкретной задачи. Сложность решения двигательных задач обусловлена

требованиями к согласованности и последовательности выполняемых движений. Основа координации движений состоит в постоянной работе эффекторных импульсов к переменным неожиданным варитивным ситуациям.

Сенсорно-двигательная система управляет точностью и правильностью выполнения произвольных движений. Большое количество ассоциативных связей с корковыми центрами других сенсорных систем позволяет контролировать и анализировать движения при помощи: тактильной, слуховой, зрительной, вестибулярной систем. Воздействие на отдельные группы мышц и растягивание кожи связано с выполнением движений, поэтому при анализе движений включаются тактильные рецепторы по механизму условных связей. Таким образом, функциональная связь – это физиологическая основа кинетического анализа двигательных действий, именно импульсы, проходящие от тактильных рецепторов, дополняют проприорецептору чувствительности. Ведущие моменты управления движениями и их согласованности передаются с вышележащих на нижележащие уровни ЦНС, где уже синтезировались отдельные двигательно-координационные автоматизмы, необходимые для эффективного выполнения действия.

Ряд специалистов по данной проблематике [4; 8; 14] относительно едины в том, что «умение» и «навык» характеризуют степень (или уровень) владения двигательным действием. Другие специалисты [13; 15] считают, что овладение двигательным действием идет по пути от формирования знаний о действии к овладению действием в форме умения, а по мере его автоматизации – к навыку.

Для более детального понимания сущности «двигательное умение» и «двигательный навык» следует дать обобщенное понятие этих терминов: двигательное умение – это способность к осуществлению двигательного действия, характеризующаяся ведущей ролью мышления в непосредственном управлении движениями и отсутствием устойчивой системности движений; двигательный навык – это способность к осуществлению двигательного действия, характеризующаяся автоматизированным управлением движениями и их устойчивой системностью.

М. М. Боген [15] определяет 5 ключевых особенностей навыка: автоматизм, высокая быстрота действия, стабильность, прочность и надежность.

Согласно Н. А. Бернштейну [10], процесс формирования двигательного навыка рассматривается из этапов низшего (автоматизированного) и высшего (вариационно приспособленного) уровня построения движений. Высшие уровни со стороны ЦНС обеспечивают достижение стоящей цели, ведут обобщенный контроль за правильностью (точностью и адекватностью) выполняемого действия в целом, т. е. они всегда осуществляют смысловые и программирующие стороны движений или осознаваемые смысловые коррекции. Низшие уровни, находящиеся под контролем высших, обслуживают исполнительские, или моторные, стороны движений (двигательный состав). Данные уровни координируют также работу мышц, чередование операций, обеспечивают тонус, сложные синергии, взаимосвязи моторных и вегетативных компонентов движений. Именно слаженная деятельность «фоновых уровней» на завершающем этапе формирования двигательного навыка определяет такие его критерии, как скорость и рациональность (экономичность).

Для разработки и обоснования алгоритма формирования двигательного навыка с позиции координационного потенциала человека следует обратиться к подходам Н. А. Бернштейна (определяющего механизм организации движений), в основе которого заложены: принцип сенсорных коррекций, схема рефлекторного кольца, теория уровней и формирования навыка [13]. Так, принцип сенсорной коррекции и схема рефлекторного кольца, по его мнению, имеет ряд особенностей в отношении организации координации движений: во-первых, сенсорика разной модальности позволяет отправлять постоянный поток реальной информации о двигательном действии в ЦНС для дальнейшей переработки в сигналы коррекции движения; во-вторых, в рефлекторном кольце имеется сложный механизм связи между рецептором (эффектором) и прибором, задающим действия, который позволяет не осуществлять коррекцию текущего движения, а, наоборот, экстренно изменить частную программу движения в различных вероятностных ситуациях. Поэ-

тому необходимость постоянного вероятностного изменения двигательных задач средствами координационной направленности с сопряженным воздействием способствует

акцентированному воздействию на сенсорику разной модальности и тем самым увеличению базы частных двигательных программ (таблица) [0].

Таблица. – Алгоритм формирования двигательного навыка средствами координационной направленности

1 ЭТАП	2 ЭТАП	3 ЭТАП	4 ЭТАП
Ведущий (основа) + фоновый (каркас) уровень построения движения	Фоновый (основа) + ведущий (каркас) уровень построения движения	Фоновый уровень (основа + каркас) построения движения с выходом на «арсенал» двигательных действий	Вариабельность постановки двигательной задачи и условий выполнения движения
Переход на более высокий уровень построения движения (расширяя «арсенал» двигательных действий и раскрывая резерв координационного потенциала)			
Характеристика средств координационной направленности			
<i>Сопряженное воздействие между общеподготовительными координационными упражнениями:</i> 1) разнообразные двигательные действия с предметами и без предметов, со стандартными и вариативными движениями; 2) координационные движения психофизиологического характера из разных спортивных дисциплин (чувства пространства, времени, двигательная память, мыслительные процессы и др.); 3) то же, но с дальнейшей вариацией компонентов		– усложнение двигательных комбинаций; – «зеркальное» выполнение движений; – изменение направления и силовых компонентов движения; – изменение скорости или темпа движений; – изменение способа выполнения движения; – изменение пространственных границ; – изменение исходного положений; – изменение ритма движений; – изменение финальных положений; – использование разных сигналов; – выполнение движений после раздражителя вестибулярного аппарата; – выполнение технических элементов после физической нагрузки; – выполнение движений с выключенным зрительным контролем; – точно дозированное сопротивление со стороны партнера; – изменение условий и поверхностей	
<i>Сопряженное воздействие между специальными координационными упражнениями:</i> 1) двигательные действия из прикладного и спортивного многоборья; 2) прикладные двигательные действия, направленные на повышение психофизиологических процессов (восприятия, сенсомоторные и идеомоторные реакции); 3) психофизиологические процессы в двигательном действии из спортивного многоборья			
<i>Сопряженное воздействие между:</i> 1) кондиционными способностями + координационными способностями; 2) координационными способностями + кондиционными способностями; 3) координационные движения с силовой направленностью; 4) то же, но со скоростной направленностью; то же, но при длительной физической работе; 5) то же, но с большой амплитудой; 6) то же, но кондиционные движения с координационной направленностью			
<i>Сопряженное воздействие между:</i> 1) психомоторными способностями + координационными способностями; 2) координационными способностями + психомоторными способностями			
<i>Сопряженное воздействие между:</i> 1) психофизические способности + прикладные двигательные задания; 2) прикладные двигательные задания + психофизические способности			
<i>Сопряженное воздействие между компонентами специальных КС:</i> 1) нелокомоторные движения в пространстве с циклическими и ациклическими действиями; 2) движения с перемещением вещей в пространстве с манипулированием отдельными частями тела; 3) метательные движения на меткость и на баллистические действия на дальность и силу; 4) атакующие и защитные движения в единоборстве с техническими приемами подвижных и спортивных играх			
<i>Сопряженное воздействие между компонентами специфических КС:</i> 1) движения с ориентированием приспособлением и перестроением двигательных действий; 2) удержание равновесия и с согласованием движений; 3) управление ритмом движения и с вестибулярной устойчивостью; 4) дифференцирование параметров движения и с реагированием			

В организации сложнокоординационных движений функционирует одновременно несколько уровней построения движения (А, В, С, D и Е), при этом тот уровень, на котором строится данное движение, является ведущим (сознательный), а все нижележащие уровни – фоновым (бессознательные). Однако с процессом формирования двигательного навыка при постоянном повторении двигательного действия с использованием разнообразных сопряженных упражнений с целью создания внутреннего образа движения наблюдается постепенное отключение ведущего уровня построения движения, коорый в дальнейшем выполняет функции каркаса для фонового уровня.

Далее фоновые уровни самостоятельно управляют движением, при этом обладают высокой связью между всеми низовыми уровнями и тем самым осуществляют «рекрутирование» готовых двигательных блоков в единый «арсенал» или «фонотеку» (по Н. А. Бернштейну – набор фонов, от объема которого зависит проявление двигательных возможностей и даже способностей). Кроме этого, рекрутированные готовые блоки позволяют быстро на основе положительного переноса привести к качественным скачкам и «агареакции» при овладении новыми координационными движениями и развитии двигательных возможностей человека [16].

Структура и содержание разработанных теоретико-методических подходов к формированию новых двигательных навыков с позиции координационного потенциала человека заключается:

1) во введении резервно-компенсирующих занятий двигательного-координационной направленности (координационной тренировки), воздействующих на ведущие и фоновые компоненты координационного потенциала;

2) в подборе и разработке комплекса полиструктурных и полифункциональных средств физического воспитания, направленных на повышение общих, специальных и специфических координационных способностей;

3) в динамичном повышении тренировочной нагрузки по параметрам: объем, интенсивность, продолжительность интервалов отдыха, количество повторений, координационная сложность упражнения.

Ведущими средствами координационной направленности должны выступать разнообразные общие и специальные двигательные действия: обогащающие фонд жизненно важных навыков и умений; увеличивающие двигательный опыт; с преимущественной направленностью на отдельные психофизические функции; общеразвивающие и подводящие упражнения; вырабатывающие специализированные восприятия.

Заключение

Результаты исследования многих специалистов свидетельствуют о том, что проблема формирования двигательных действий не решена, многие аспекты данного направления противоречивы и не имеют практической реализации.

Обобщая сказанное, необходимо отметить, что подходы Н. А. Бернштейна в построении и организации движения явились основанием для схемы построения алгоритма применения средств координационной направленности с сопряженным воздействием для формирования двигательного навыка на всех этапах генезиса человека, т. к. на этапах становления индивида необходимо расширять базис «арсенала» с готовыми рекрутированными блоками, обогащая тем самым двигательный опыт умениями и навыками (частными программами) с сопряженным развитием координационного потенциала человека. Алгоритм формирования двигательного навыка представляет собой кольцевую динамичную систему, состоящую из следующих блоков:

1) ведущий (основа) + фоновый (каркас) уровень построения движения;

2) фоновый (основа) + ведущий (каркас) уровень построения движения;

3) фоновый уровень (основа + каркас) построения движения с выходом на «арсенал» двигательных действий;

4) переход на новый уровень построения движения (на первый блок) за счет вариативности постановки двигательной задачи и изменения условий выполнения движения.

Обозначены положения формирования навыка должны обеспечивать оптимальный эффект за счет постепенного динамичного повышения нагрузок разной координационной сложности, постоянной смены очередности координационных зада-

ний, увеличения их количества, общего времени выполнения и степени интенсивности, что позволит предотвратить стадию стаби-

лизации смысловой структуры координационного потенциала человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dayan, E. Neuroplasticity subserving motor skill learning / E. Dayan, L. G. Cohen // *Neuron*. – 2011. – Vol. 72. – P. 443–454.
2. Doyon, J. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills / J. Doyon, H. Benali // *Curr Opin Neurobiol*. – 2005. – Vol. 15. – P. 161–167.
3. Passingham, R. E. Specialization. Within the prefrontal cortex: the ventral prefrontal cortex and associative learning / R. E. Passingham, I. Toni, M. F. S. Rushworth // *Journal of Biotechnology*. – 2000. – Vol. 133 (1). – P. 103–113.
4. Лях, В. И. Двигательное действие и его производные. Техника физических упражнений / В. И. Лях // *Физ. культура в шк.* – 2006. – № 2. – С. 44–49.
5. Karlinsky, A. Action-skilled observation: Issues for the study of sport expertise and the brain / A. Karlinsky, K. Zentgraf. – New Jersey : Hodges. *Prog Brain Res*. – 2017. – Vol. 234. – P. 263–289.
6. Seitz, R. J. Neural plasticity as a basis for motor learning and neurorehabilitation / R. J. Seitz, T. A. Matyas, L. M. Carey // *Brain Impairment*. – 2008. – Vol. 2 (2). – P. 103–113.
7. Schmidt, R. A. Motor schema theory after 27 years: reflections and implications for a new theory / R. A. Schmidt // *Res Q Exerc Sport*. – 2003. – Vol. 74. – P. 366–375.
8. Бернштейн, Н. А. Биомеханика и физиология движений : избр. психол. тр. / Н. А. Бернштейн ; под ред. В. П. Зинченко. – М. : ФиС, 1997. – 608 с.
9. Солодков, А. С. Общая. Спортивная. Возрастная / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Спорт, 2017. – 620 с.
10. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн. – М. : Наука, 1990. – 494 с.
11. Гончаров, В. И. Динамика процесса формирования двигательного навыка / В. И. Гончаров, Е. А. Мухачев // *Теория и практика физ. культуры*. – 2017. – № 3. – С. 33–35.
12. Формирование двигательного навыка в спортивной практике / Е. Я. Крупник [и др.] // *Соц. педагогика в России*. – 2021. – № 4. – С. 54–61.
13. Бернштейн, Н. А. О ловкости и ее развитии / Н. А. Бернштейн. – М. : Физ. культура и спорт, 1991. – 288 с.
14. Матвеев, Л. П. Теория и методика физической культуры : учебник для ин-тов физ. культуры / Л. П. Матвеев. – М. : Физ. культура и спорт, 1991. – 543 с.
15. Боген, М. М. Обучение двигательным действиям / М. М. Боген. – М. : Физ. культура и спорт, 1985. – 192 с.
16. Михута, И. Ю. Алгоритм применения метода сопряженного воздействия в процессе координационной тренировки на этапе начальной профессионально-прикладной физической подготовки / И. Ю. Михута // *Наука і Освіта: Педагогіка*. – 2014. – № 4. – С. 110–114.

REFERENCES

1. Dayan, E. Neuroplasticity subserving motor skill learning / E. Dayan, L. G. Cohen // *Neuron*. – 2011. – Vol. 72. – P. 443–454.
2. Doyon, J. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills / J. Doyon, H. Benali // *Curr Opin Neurobiol*. – 2005. – Vol. 15. – P. 161–167.
3. Passingham, R. E. Specialization. Within the prefrontal cortex: the ventral prefrontal cortex and associative learning / R. E. Passingham, I. Toni, M. F. S. Rushworth // *Journal of Biotechnology*. – 2000. – Vol. 133 (1). – P. 103–113.
4. Liakh, V. I. Dvigatiel'noje diejstvije i jego proizvodnyje. Tiekhnika fizichieskikh uprazhnenij / V. I. Liakh // *Fiz. kul'tura v shk.* – 2006. – № 2. – S. 44–49.
5. Karlinsky, A. Action-skilled observation: Issues for the study of sport expertise and the brain / A. Karlinsky, K. Zentgraf. – New Jersey : Hodges. *Prog Brain Res*. – 2017. – Vol. 234. – P. 263–289.

6. Seitz, R. J. Neural plasticity as a basis for motor learning and neurorehabilitation / R. J. Seitz, T. A. Matyas, L. M. Carey // Brain Impairment. – 2008. – Vol. 2 (2). – P. 103–113.
7. Schmidt, R. A. Motor schema theory after 27 years: reflections and implications for a new theory / R. A. Schmidt // Res Q Exerc Sport. – 2003. – Vol. 74. – P. 366–375.
8. Bernstejn, N. A. Biomekhanika i fiziologij dvizhenij : izbr. psikhol. tr. / N. A. Bernstejn ; pod ried. V. P. Zinchienko. – M. : FiS, 1997. – 608 ps
9. Solodkov, A. S. Obshchaja. Sportivnaja. Vozrastnaja / A. S. Solodkov, Ye. B. Sologub. – M. : Sport, 2017. – 620 s.
10. Bernstejn, N. A. Fiziologija dvizhenij i aktivnost' / N. A. Bernstejn – M. : Nauka, 1990. – 494 s.
11. Goncharov, V. I. Dinamika processa formirovanija dvigatel'nogo navyka / V. I. Goncharov, Ye. A. Mukhachiov // Tieorija i praktika fiz. kul'tury. – 2017. – № 3. – S. 33–35.
12. Formirovanije dvigatel'nogo navyka v sportivnoj praktike / Ye. Ya. Krupnik [id r.] // Soc. pedagogika v Rossii. – 2021. – № 4. – S. 54–61.
13. Bernstejn, N. A. O lovkosti i jejo razvitii / N. A. Bernstejn. – M. : Fiz. kul'tura i sport, 1991. – 288 p.
14. Matviejev, L. P. Tieorija i mietodika fizichieskoj kul'tury : uchiebnik dlja in-tov fiz. kul'tury / L. P. Matviejev. – M. : Fiz. kul'tura i sport, 1991. – 543 s.
15. Bogien, M. M. Obuchienije dvigatel'nym diejstvijam / M. M. Bogien. – M. : Fiz. kul'tura i sport, 1985. – 192 p.
16. Mikhuta, I. Yu. Algoritm primienienija mietoda sopriazhonnoho vozdiejstvija v processie koordinacii trenirovki na etapie nachal'noj professional'no-prikladnoj fizichieskoj podgotovki / I. Yu. Mikhuta // Nauka i Osvita: Pedagogika. – 2014. – № 4. – S. 110–114.

Рукапис настуپیў у рэдакцыю 28.11.2022