

## Оптимизация скоростных параметров тредбан-ходьбы с частичной разгрузкой для минимизации вертикальной асимметрии при детском церебральном параличе

Петрунина Светлана Валентиновна<sup>1</sup>, кандидат педагогических наук, доцент

Ашкинази Сергей Максимович<sup>2,3</sup>, доктор педагогических наук, профессор

Сытник Галина Владимировна<sup>2,3</sup>, кандидат психологических наук, доцент

<sup>1</sup>Пензенский государственный университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины

<sup>3</sup>Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

### Аннотация

**Цель исследования** – определить скоростные режимы ходьбы на тредбэне с облегчением 10% от массы тела, обеспечивающие минимальную асимметрию временных параметров опоры у лиц с гемипаретической формой детского церебрального паралича (ДЦП).

**Методы и организация исследования.** В сравнительном эксперименте участвовали мужчины с правосторонней асимметрией. Применили протокол ступенчато-возрастающей нагрузки (от 0,5 до 3,0 м/с в течение 8 минут) на тредбэне с системой частичной разгрузки. Регистрировали время опоры каждой нижней конечности и частоту шагов. Статистический анализ проводили с использованием критерия Вилкоксона.

**Результаты исследования и выводы.** Установлено, что у лиц с ДЦП зона минимальной межконечностной асимметрии (разница 30 мс) локализуется в диапазоне скоростей 1,4–1,6 м/с, с оптимумом при 1,4 м/с. У здоровых лиц аналогичный эффект наблюдается при более высоких скоростях – 1,9–2,3 м/с. На основе сопоставительного анализа определены индивидуализированные параметры для программирования реабилитационных занятий. Полученные данные позволяют рекомендовать выявленные скоростные «коридоры» в качестве основы для составления тренировочных программ, направленных на коррекцию паттерна ходьбы и снижение вертикальной асимметрии.

**Ключевые слова:** детский церебральный паралич, гемипарез, биомеханика ходьбы, тредбэн-терапия, частичная разгрузка веса, двигательная асимметрия, скоростной режим, адаптивная физическая культура

## Optimization of speed parameters for treadmill walking with partial weight support to minimize vertical asymmetry in cerebral palsy

Petrunina Svetlana Valentinovna<sup>1</sup>, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Ashkinazi Sergey Maksimovich<sup>2,3</sup>, doctor of pedagogical sciences, professor

Sytnik Galina Vladimirovna<sup>2,3</sup>, candidate of psychological sciences, associate professor

<sup>1</sup>Penza State University

<sup>2</sup>Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine

<sup>3</sup>Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

### Abstract

**The purpose of the study** is to determine walking speed modes on a treadmill with a 10% body weight support that ensure minimal asymmetry of the temporal support parameters in individuals with the hemiparetic form of cerebral palsy (CP).

**Research methods and organization.** The comparative experiment involved men with right-sided asymmetry. A protocol of gradually increasing load (from 0.5 to 3.0 m/s over 8 minutes) was applied on a treadmill with a partial unloading system. The support time of each lower limb and step frequency were recorded. Statistical analysis was performed using the Wilcoxon test.

**Research results and conclusions.** It has been established that in individuals with cerebral palsy, the zone of minimal inter-limb asymmetry (difference of 30 ms) is localized within the speed range of 1.4–1.6 m/s, with an optimum at 1.4 m/s. In healthy individuals, a similar effect is observed at higher speeds—1.9–2.3 m/s. Based on comparative analysis, individualized parameters have been determined for programming rehabilitation sessions. The obtained data allow recommending the identified speed "corridors" as a basis for designing training programs aimed at correcting gait patterns and reducing vertical asymmetry.

**Keywords:** cerebral palsy in children, hemiparesis, gait biomechanics, treadmill therapy, partial weight-bearing, motor asymmetry, speed regimen, adaptive physical education

**Введение.** Повышение эффективности двигательной реабилитации лиц с последствиями поражений центральной нервной системы и опорно-двигательного аппарата остается одной из приоритетных задач адаптивной физической культуры [1, 2]. Особую сложность представляет коррекция паттерна ходьбы при детском церебральном параличе (ДЦП), где одним из ключевых дефектов является стойкая вертикальная асимметрия, приводящая к нарушению биомеханической структуры движения, повышенной утомляемости и риску развития вторичных ортопедических осложнений [3, 4].

В основе вертикальной асимметрии при гемипаретической форме ДЦП лежит комплекс нейрофизиологических и биомеханических нарушений. К ним относится дисбаланс мышечного тонуса между паретичной и условно здоровой конечностями, нарушение проприоцептивной афферентации, а также формирование компенсаторных двигательных стратегий, направленных на поддержание динамического равновесия. В результате формируется патологический паттерн ходьбы, характеризующийся укорочением шага, уменьшением времени опоры и снижением амплитуды движений на пораженной стороне. Длительное существование такого паттерна приводит не только к снижению локомоторной эффективности, но и к прогрессирующим изменениям в суставно-связочном аппарате [1, 4].

Современные реабилитационные технологии активно используют среду с регулируемыми параметрами, позволяющую дозировать и стандартизировать нагрузку. Тредбэнная тренировка с системой частичной разгрузки массы тела (Body Weight Support Treadmill Training, BWSTT) признана эффективным методом для восстановления и коррекции ходьбы благодаря возможности управления скоростью, углом наклона и уровнем поддержки [5]. Однако вопрос оптимального выбора скорости перемещения полотна тредбана, направленного именно на минимизацию асимметрии, а не на общее повышение выносливости или скорости, требует детального изучения [6]. Эмпирические данные свидетельствуют о том, что как слишком низкая, так и чрезмерно высокая скорость могут негативно влиять на двигательный контроль. При низких скоростях увеличивается время для проявления патологических синергий и тонических реакций, в то время как высокие скорости могут превышать нейромоторные возможности пациента, приводя к усилинию компенсаторных движений туловища и усилиению асимметрии [6]. Эмпирическое назначение скоростного режима может не только снизить эффективность занятия, но и закрепить патологический двигательный стереотип.

В контексте поиска педагогических подходов к индивидуализации нагрузок представляет интерес опыт организации занятий в адаптивном плавании, где учет индивидуальных особенностей и структуры дефекта является обязательным условием [7]. Аналогичные принципы индивидуализации, основанные на предварительном тестировании и постоянном мониторинге состояния занимающегося, успешно применяются и в других видах адаптивной физической культуры, например, при разработке тактических схем для паралимпийских пловцов [5] или при организации инклюзивных рекреационных занятий [6]. Такой принцип должен быть применен и при использовании тренажерных технологий в реабилитации ДЦП [8].

Таким образом, существует очевидная научно-практическая проблема, связанная с отсутствием научно обоснованных критериев для выбора индивидуального скоростного режима тредбан-ходьбы с разгрузкой, максимально способствующего коррекции вертикальной асимметрии у пациентов с гемипаретической формой ДЦП. Разрешение данной проблемы позволит перейти от шаблонных протоколов к персонализированным, биомеханически обоснованным программам двигательной реабилитации.

**Цель исследования** – выявление и обоснование оптимальных скоростных диапазонов ходьбы на тредбане с 10% облегчением массы тела, способствующих максимальному выравниванию временных параметров опоры правой и левой нижних конечностей у лиц с гемипаретической формой ДЦП.

**Методика и организация исследования.** Организация исследования включала формирование двух однородных по полу и возрасту групп. В основную группу вошли 6 мужчин 18-25 лет с диагнозом «Детский церебральный паралич, гемипаретическая форма, GMFCS уровень I», с манифестной правосторонней асимметрией мышечного тонуса и биомеханических показателей ходьбы. Критериями включения были способность к самостоятельной ходьбе без технических средств реабилитации не менее 10 минут и отсутствие выраженных контрактур. Дополнительным критерием была стабильность неврологического статуса в течение последних 6 месяцев. Все участники основной группы ранее проходили курсы реабилитации, но не менее чем за 3 месяца до начала исследования. Контрольную группу составили 6 здоровых студентов аналогичного возраста, не имеющих неврологической и ортопедической патологии.

Исследование проводилось на тредбане «H/P/Cosmos» с интегрированной системой разгрузки. Уровень облегчения устанавливался на 10% от массы тела испытуемого. Использовался специальный тестовый протокол: после 3-минутной адаптационной ходьбы со скоростью 0,5 м/с следовало 8-минутное тестирование со ступенчатым приростом скорости на 0,3-0,4 м/с каждую минуту до достижения 3,0 м/с или до момента, когда испытуемый был не в состоянии поддерживать заданный темп. Выбор именно ступенчатого протокола был обусловлен необходимостью оценки динамики биомеханических показателей в широком диапазоне скоростей, что позволяло выявить не только «оптимальную точку», но и характер изменения асимметрии при возрастании нагрузки. Для минимизации фактора утомления, который мог бы исказить результаты на высоких скоростях, каждый участник предварительно определял свою субъективно максимально комфортную скорость, и тестирование прекращалось при достижении 90% от этого значения. Все участники прошли не менее 3 предварительных ознакомительных занятий.

Первичными регистрируемыми параметрами являлись: время опорной фазы для левой ( $T_{л}$ , с) и правой ( $T_{п}$ , с) ног в течение каждого минутного интервала, а также частота шагов ( $f$ , Гц). Данные фиксировались встроенной компьютерной системой анализа пошаговой циклографии тренажера. Для последующего анализа использовались усредненные за интервал значения. Для количественной оценки относительной выраженности асимметрии и обеспечения сопоставимости данных между испытуемыми, имеющими разную абсолютную длительность шагового цикла, дополнительно рассчитывался коэффициент асимметрии ( $K_a$ , %) по стандартной формуле [3, 5]:

$$K_a = [(T_{л} - T_{п})] / [(T_{л} + T_{п})/2] * 100\%$$

Математическая обработка данных осуществлялась с применением пакета Statistica 12.0. В связи с малой выборкой и необходимостью проверки распределения, для оценки достоверности различий показателей между группами и внутри групп на разных скоростях использовался непараметрический критерий Вилкоксона (W). Статистически незначимыми считались различия при  $p > 0,15$  ( $z < 0,15$ ). Для оценки силы статистической связи между скоростью ходьбы и коэффициентом асимметрии в каждой группе использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $\rho$ ). Результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm \sigma$ ).

**Результаты исследования.** Проведенный анализ позволил идентифицировать для каждой группы специфический диапазон скоростей, в котором наблюдалась минимальная абсолютная разница между временем опоры правой и левой ноги. Сводные данные для режима минимальной выявленной асимметрии для лиц с ДЦП и здоровых представлены в таблице 1, а также отображены на рисунках 1 и 2.

Таблица 1 – Биомеханические показатели ходьбы в условиях минимальной межконечностной асимметрии ( $M \pm \sigma$ )

Группа	V, (м/с)	T <sub>л</sub> , (с)	T <sub>п</sub> , (с)	f, Гц	ΔT, (с)	K <sub>a</sub> , %
Лица с ДЦП (n = 6)	1,43 ± 0,37	0,66 ± 0,21	0,69 ± 0,29	1,57 ± 0,12	0,03	4,3 ± 1,7
Здоровые (n = 6)	1,94 ± 0,26	0,62 ± 0,11	0,63 ± 0,12	1,66 ± 0,14	0,01	1,6 ± 0,9

Примечание: V – скорость ходьбы, T<sub>л</sub> - время опоры левой ноги, T<sub>п</sub> - время опоры правой ноги, f - частота шагов, ΔT - абсолютная разница времени опоры, K<sub>a</sub> коэффициент асимметрии. Различия между группами по показателям ΔT и K<sub>a</sub> статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

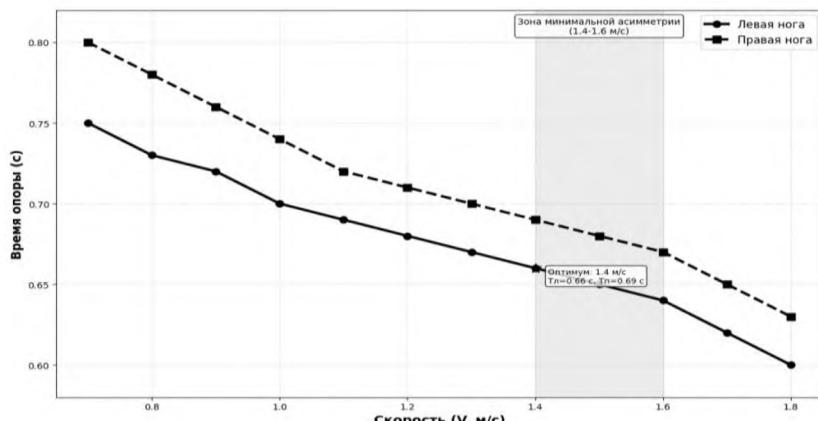


Рисунок 1 – Биомеханические показатели ходьбы в условиях минимальной межконечностной асимметрии лиц с ДЦП

Как видно из таблицы 1 и рисунка 1, скорость, при которой асимметрия у лиц с ДЦП была минимальна, в среднем, на 0,51 м/с ниже, чем аналогичный показатель в контрольной группе (рис. 2).

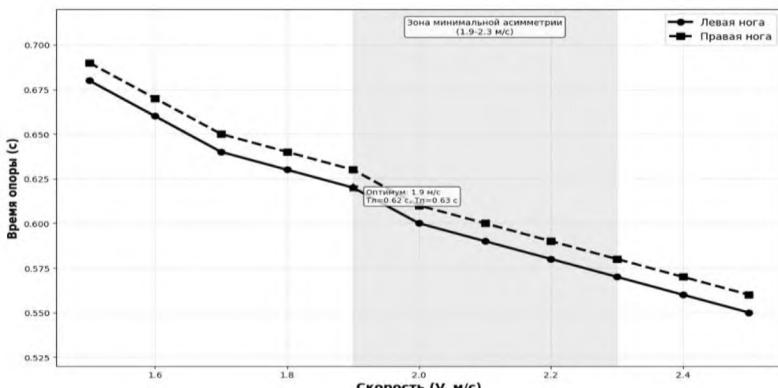


Рисунок 2 – Биомеханические показатели ходьбы в условиях минимальной межконечностной асимметрии здоровых людей

Несмотря на большую вариабельность данных в экспериментальной группе, что характерно для данной нозологии, средняя разница во времени опоры ( $\Delta T$ ) составила всего 30 мс, а коэффициент асимметрии ( $K_a$ ) – 4,3 %, что существенно ниже значений, зарегистрированных у этих же испытуемых при привычной для них скорости свободной ходьбы (в среднем,  $K_a = 12,7\%$  по данным предварительного тестирования). Корреляционный анализ выявил отчетливую нелинейную зависимость между скоростью и асимметрией в основной группе. При скоростях от 0,5 до 1,4 м/с наблюдалась сильная отрицательная корреляция ( $r = -0,89$ ,  $p < 0,05$ ), свидетельствующая о выраженному уменьшении асимметрии по мере роста скорости. В диапазоне 1,4–1,6 (м/с) корреляция была статистически незначимой ( $\rho = 0,12$ ), что подтверждает наличие «плато» – зоны стабильно низкой асимметрии. При превышении скорости 1,6 м/с вновь отмечался рост положительной корреляции ( $r = 0,76$ ), указывающий на ухудшение симметрии. У здоровых испытуемых зависимость носила иной характер: минимальные значения асимметрии наблюдались в широком диапазоне скоростей 1,7 – 2,3 (м/с) без выраженного «плато», а значимый рост  $K_a$  отмечался лишь при переходе на беговые режимы (выше 2,5 м/с).

Детализация данных показала, что для основной группы зона скоростей с устойчиво минимальной асимметрией лежит в пределах 1,4–1,6 (м/с). При скорости 1,4 (м/с) наблюдалось наиболее выраженное относительное выравнивание опорных фаз. Важно отметить, что у 4 из 6 испытуемых с ДЦП именно при этой скорости впервые за все тестирование регистрировалась фаза двойной опоры нормальной продолжительности, что указывает на улучшение координации и баланса. Дальнейшее увеличение скорости до 1,6 (м/с) у части испытуемых провоцировало качественное изменение паттерна – резкое сокращение времени опоры (до  $250 \pm 40$  мс) и появление фазы полета, что соответствует переходу на бег и является нежелательным для реабилитационных задач коррекции ходьбы.

Для здоровых испытуемых диапазон скоростей с максимально симметричной ходьбой составил 1,9–2,3 (м/с). Показатели этой группы при скорости 1,9 м/с ( $T_p = 620 \pm 110$  (мс),  $T_n = 630 \pm 120$  (мс),  $f = 1,66 \pm 0,14$  (Гц)) были приняты в качестве условно-нормативных (модельных) для разработки ориентировочных целей коррекции. Индивидуальный анализ выявил, что у 5 из 6 пациентов с ДЦП оптимальная

скорость находилась в узком диапазоне 1,3–1,5 (м/с), в то время как у одного испытуемого с менее выраженным мышечным тонусом минимум асимметрии был достигнут при 1,7 (м/с). Это подчеркивает необходимость индивидуализации даже в рамках выявленного «коридора».

Результаты исследования демонстрируют принципиальную возможность целенаправленного подбора скоростного режима предбан-ходьбы для снижения одного из ключевых биомеханических дефектов при гемипарезе – вертикальной асимметрии [4]. Выявленный оптимальный диапазон 1,4–1,6 (м/с) для лиц с ДЦП существенно ниже такового для здоровых людей, что согласуется с общепринятыми представлениями о снижении комфортной и максимальной скорости передвижения при данной патологии [3]. Полученные данные позволяют выдвинуть гипотезу о нейрофизиологических механизмах выявленного эффекта. Скорость в диапазоне 1,4–1,6 м/с, вероятно, является оптимальной для синхронизации активности спинальных генераторов шагательных движений у пациентов с гемипарезом. Более низкие скорости могут не обеспечивать достаточной афферентной стимуляции для подавления патологической активности, а более высокие превышают возможности своевременного мышечного ответа пораженных конечностей, что приводит к дезорганизации шагательного цикла и включению компенсаторных механизмов, усиливающих асимметрию.

Важным практическим выводом является определение не просто конкретной скорости, а «коридора» в 0,2 м/с, что позволяет гибко регулировать нагрузку в ходе занятия, ориентируясь на текущее состояние занимающегося и его субъективные ощущения. Использование скорости 1,4 (м/с) в качестве отправной точки представляется методически оправданным, так как именно при этом значении отмечается не только минимизация асимметрии, но и сохранение устойчивого шагового цикла без признаков перехода на бег. В рамках реабилитационного занятия целесообразно применение интервальной методики: основное время тренировки проводится в оптимальном скоростном «коридоре» 1,4 – 1,6 (м/с), но с включением коротких (30–60 секунд) отрезков на скорости, приближенной к модельным показателям здоровых лиц 1,8–2,0 (м/с). Это создает умеренный тренировочный стресс, стимулирующий дальнейшее улучшение координации и расширение функциональных возможностей, без риска закрепления патологического паттерна.

Полученные данные коррелируют с принципами индивидуализации, реализуемыми в адаптивном плавании, где успех коррекции во многом зависит от точного дозирования и адаптации упражнений к возможностям конкретного занимающегося [7, 8]. Как показано в исследованиях по адаптивному плаванию, эффективность коррекции напрямую связана с точностью «попадания» в индивидуальную зону оптимальной нагрузки [7]. Аналогично, в предбан-тренировке выявленный скоростной диапазон служит такой индивидуальной мишенью для коррекции локомоции. Перенос этого педагогического принципа в среду «искусственно созданных условий» предбан-тренировки позволяет перейти от шаблонных к персонализированным программам [6].

Необходимо отметить ограничения исследования. Во-первых, малый размер выборки, хотя и характерный для пилотных исследований в области адаптивной физической культуры, требует дальнейшей валидации результатов на более крупных группах с учетом пола, возраста и различных уровней по шкале GMFCS. Во-

вторых, в фокусе исследования были временные параметры. Для получения более полной картины в дальнейших работах целесообразно включить анализ кинематических (углы в суставах) и динамических (силы реакции опоры) параметров. Перспективным направлением является также изучение долгосрочных эффектов систематических тренировок в выявленном оптимальном скоростном режиме на функциональную мобильность и качество жизни пациентов.

Методический подход, основанный на предварительном тестировании для определения индивидуального асимметричного профиля и соответствующего ему оптимального скоростного режима, обладает высокой практической ценностью. Он позволяет формализовать процесс назначения нагрузки и сделать его объективно обоснованным, что является шагом вперед в повышении эффективности кинезиотерапии и адаптивного спорта для лиц с ПОДА.

**Выводы.** Методом тредбан-тестирования с облегчением 10% от массы тела установлено, что у лиц с гемипаретической формой ДЦП минимальная асимметрия по времени опоры нижних конечностей достигается в диапазоне скоростей 1,4–1,6 м/с, в то время как у здоровых лиц аналогичный эффект наблюдается при 1,9–2,3 м/с. Количественным критерием минимума асимметрии служит коэффициент асимметрии (Ka), составляющий в среднем 4,3% для пациентов с ДЦП в указанном диапазоне.

Конкретная скорость 1,4 м/с может быть рекомендована в качестве стартовой и базовой для проведения реабилитационных занятий, направленных на коррекцию паттерна ходьбы у данной категории лиц, так как обеспечивает сглаживание асимметрии при сохранении циклической структуры шага. Индивидуальная коррекция скорости в пределах «коридора» 1,4–1,6 (м/с) должна проводиться на основе мониторинга субъективного комфорта и объективных биомеханических показателей в ходе занятия.

Показатели здоровых лиц в диапазоне 1,9–2,3 м/с служат целевыми модельными ориентирами для долгосрочного планирования реабилитационного процесса. Для их поэтапного достижения рекомендуется использовать интервальную методику с включением непродолжительных нагрузок на повышенных скоростях до 1,8–2,0 (м/с) в структуру основной тренировки в оптимальном режиме.

Разработан алгоритм назначения скоростного режима, основанный на результатах предварительного биомеханического тестирования, который способствует повышению адресности и эффективности программ двигательной реабилитации при ДЦП. Алгоритм включает этапы:

- 1) проведение ступенчатого теста для определения индивидуальной зависимости асимметрии от скорости;
- 2) выявление персонального оптимального скоростного «коридора»;
- 3) планирование тренировочных сессий с использованием базовой скорости в качестве основы;
- 4) динамическая корректировка нагрузки в пределах «коридора» по ходу реабилитационного курса.

#### **Список источников**

1. Евсеев С. П., Аксенов А. В. Инклозивный спорт: обоснование оптимальных моделей развития. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. 184 с. ISBN 978-5-7422-8649-3. EDN: NIHGS.

2. Евсеев, С. П. Индивидуализация оценивания занимающихся в адаптивной физической культуре / С. П. Евсеев, С. С. Аксенова // Наука и технология в сфере физической культуры и спорта : материалы научно-практ. конф. научно-педагогических работников НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 22–31 мая 2023 г. Санкт-Петербург, 2023. С. 246–248. EDN: DIOVEB.
3. Теоретические основы классификации дисциплин адаптивного спорта по интенсивности физических нагрузок / С. П. Евсеев, О. Э. Евсеева, А. А. Шелехов, И. Г. Ненахов // Теория и практика физической культуры. 2023. № 1. С. 50–52. EDN: PSUPEQ.
4. Принципы, обеспечивающие эффективность технологий использования адаптивной двигательной рекреации и адаптивного спорта / С. П. Евсеев, А. А. Шелехов, О. Э. Евсеева, А. В. Аксенов // Теория и практика физической культуры. 2023. № 9. С. 71–72. EDN: DW DLLX.
5. Лебедева А. Л., Винокуров Л. В., Мосунов Д. Ф. Индивидуализированная оценка при подборе тактической схемы для паралимпийского пловца с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Адаптивная физическая культура. 2024. № 1 (97). С. 37–38. EDN: PLJLOF.
6. Матвеев М. В., Шелехов А. А., Евсеева О. Э. Инклюзивные рекреационные занятия плаванием с детьми 8–10 лет с синдромом Дауна // Физическая реабилитация в спорте, медицине и адаптивной физической культуре : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург : НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2021. С. 269–273. EDN: HVIQP.
7. Петрунина С. В., Ашкнази С. М., Сытник Г. В. Педагогические подходы к организации спортивной подготовки детей с отклонениями в состоянии здоровья в адаптивном плавании в ГБУДО по САШ г. Пензы по инклюзивной программе // Сборник научно-исследовательских трудов преподавателей и студентов кафедры физического воспитания и основ военной подготовки СПбГУВМ. Санкт-Петербург, 2024. С. 110–115.
8. Петрунина С. В., Мосунов Д. Ф. Совершенствование общей физической подготовленности у детей с ОВЗ в группе начальной подготовки по адаптивному плаванию в Г. Пензе // Социально-гуманитарные технологии в управлении человеческими ресурсами в сфере физической культуры, спорта и здоровья. Потенциал спорта в системе международных отношений : сб. науч. ст. и докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Министерства спорта. Санкт-Петербург, 2023. С. 147–151. EDN: JAREEX.

#### References

1. Evseev S. P., Aksenov A. V. (2024), “Inclusive Sports: Substantiation of Optimal Development Models”, Saint Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.
2. Evseev S. P., Aksenova S. S. (2023), “Individualization of Assessment for Participants in Adaptive Physical Culture”, *Science and Technology in the Field of Physical Culture and Sports*, Proceedings of the Scientific and Practical Conference of Research and Teaching Staff of Lesgaft University, Saint Petersburg, May 22–31, 2023, Saint Petersburg, pp. 246–248.
3. Evseev S. P., Evseeva O. E., Shelekhov A. A., Nenakhov I. G. (2023), “Theoretical Foundations for Classifying Adaptive Sports Disciplines by Intensity of Physical Loads”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No 1, pp. 50–52.
4. Evseev S. P., Shelekhov A. A., Evseeva O. E., Aksenov A. V. (2023), “Principles Ensuring the Effectiveness of Technologies for Using Adaptive Motor Recreation and Adaptive Sports”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No 9, pp. 71–72.
5. Lebedeva A. L., Vinokurov L. V., Mosunov D. F. (2024), “Individualized Assessment for Selecting a Tactical Scheme for a Paralympic Swimmer with Musculoskeletal Disorders”, *Adaptive Physical Culture*, No 1 (97), pp. 37–38.
6. Matveev M. V., Shelekhov A. A., Evseeva O. E. (2021), “Inclusive Recreational Swimming Classes for Children Aged 8–10 with Down Syndrome”, *Physical Rehabilitation in Sports, Medicine and Adaptive Physical Culture*, Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference, Saint Petersburg, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, pp. 269–273.
7. Petrunina S. V., Ashkinazi S. M., Sytnik G. V. (2024), “Pedagogical Approaches to Organizing Sports Training for Children with Health Deviations in Adaptive Swimming at the SASH in Penza under an Inclusive Program”, *Collection of Research Papers of Teachers and Students of the Department of Physical Education and Basics of Military Training of St. Petersburg State University of Veterinary Medicine*, Saint Petersburg, pp. 110–115.
8. Petrunina S. V., Mosunov D. F. (2023), “Improvement of General Physical Fitness in Children with Disabilities in the Initial Training Group for Adaptive Swimming in Penza”, *Socio-Humanitarian Technologies in Human Resource Management in the Field of Physical Culture, Sports and Health. The Potential of Sport in the System of International Relations*, Saint Petersburg, pp. 147–151.

**Информация об авторах:** Петрунина С.В., доцент кафедры «Физическое воспитание», ORCID: 0000-0002-6174-2185, SPIN-код: 9173-2075. Ашкнази С.М., профессор кафедры физического воспитания и основ военной подготовки СПбГУВМ, научный руководитель НГУ им. П.Ф. Лесгафта, ORCID: 0000-0003-4255-2359, SPIN-код: 5406-9981. Сытник Г.В., доцент кафедры физического воспитания и основ военной подготовки СПбГУВМ, руководитель сектора научно-технической информации научно-исследовательского отдела НГУ им. П.Ф. Лесгафта, ORCID: 0000-0001-6655-0695, SPIN-код: 9191-0854.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 14.12.2025.

Принята к публикации 12.01.2026.