

УДК 796:61:004.8

Методы подбора спортивной дисциплины для лиц с ампутациями: алгоритм, критерии и инструменты оценки на основе байесовских сетей

Шевцов А. В., Коломиец О. И. *

*Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена
г. Санкт-Петербург, Россия*

ORCID: 0000-0002-9878-3378, sportmedi@mail.ru

*ORCID: 0000-0003-4623-856X, kolomiec_o@mail.ru **

Аннотация. Для ампутантов отсутствуют алгоритмы выбора спорта, учитывающие клинические, психосоциальные и инфраструктурные факторы; существующие классификации ориентированы на элитный спорт. **Цель.** Разработать и теоретически обосновать комплексный алгоритм подбора спортивной дисциплины для лиц с ампутациями на основе стандартизированных критериев и инструментов вероятностного моделирования. **Научная новизна.** Впервые для решения задачи первичного спортивного ориентирования лиц с ампутациями применен аппарат байесовских сетей, формализующие клинико-функциональные, психосоциальные и инфраструктурные факторы, вычисляющие вероятности рекомендаций; разработана матрица критериев, отличающаяся от интуитивных методов. **Материалы и методы.** Исследование выполнено с применением методов контент-анализа классификаций ИРС, клинико-функционального анализа состояния культи, сравнительного анализа требований видов спорта, эмпирических пробных занятий и психолого-педагогического тестирования. Для формализации принятия решений предложена байесовская сеть, включающая медико-биологические, биомеханические и психосоциальные переменные с таблицами условных вероятностей переменные с таблицами условных вероятностей. **Результаты.** Разработана многофакторная матрица критериев (уровень ампутации, состояние культи, мышечная сила, проприоцепция, выносливость, мотивационный профиль, доступность инфраструктуры) и структура направленных связей между предикторами и целевыми дисциплинами. Приведены фрагменты условных вероятностей для выбора бега и командных игр, а также клинический сценарий работы сети, демонстрирующий расчёт апостериорных вероятностей для конкретного пациента. **Практическая значимость.** Алгоритм может быть использован реабилитационными центрами и спортивными организациями для персонализированного подбора дисциплин и режима нагрузок. **Заключение.** Разработанный алгоритм и байесовская модель создают научно-обоснованную основу для персонализированной спортивной ориентации, могут быть интегрированы в реабилитационные протоколы и служить базой для создания цифровых инструментов поддержки принятия решений в адаптивном спорте.

Ключевые слова: адаптивный спорт, ампутация конечностей, спортивная ориентация, байесовская сеть, критерии выбора, реабилитация.

Для цитирования: Шевцов А. В., Коломиец О. И. * Методы подбора спортивной дисциплины для лиц с ампутациями: алгоритм, критерии и инструменты оценки на основе байесовских сетей. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2026 ; 21 (3) : 382 - 392.

Methods for Selecting Sports for Individuals with Amputations: Algorithm, Criteria, and Evaluation Tools Based on Bayesian Networks

Anatoliy V. Shevtsov, Olga I. Kolomiets *

A. I. Herzen State Pedagogical University of Russia
St. Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-9878-3378, sportmedi@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4623-856X, Kolomiec_o@mail.ru *

Abstract. There are no sport selection algorithms for amputees that take into account clinical, psychosocial, and infrastructural factors; existing classifications are focused on elite sports.

Objective: To develop and theoretically substantiate a comprehensive algorithm for selecting a sport discipline for individuals with amputees based on standardized criteria and probabilistic modeling tools. **Scientific Novelty:** For the first time, Bayesian networks were used to solve the problem of primary orienteering for individuals with amputees. These networks formalize clinical, functional, psychosocial, and infrastructural factors and calculate the probabilities of recommendations. A criteria matrix was developed that differs from intuitive methods.

Materials and Methods: The study was conducted using methods of content analysis of IPC classifications, clinical and functional analysis of the stump condition, comparative analysis of sport requirements, empirical trial sessions, and psychological and pedagogical testing. To formalize decision making, a Bayesian network is proposed. It includes medical-biological, biomechanical, and psychosocial variables with conditional probability tables. **Results.** A multifactorial criteria matrix (amputation level, stump condition, muscle strength, proprioception, endurance, motivational profile, infrastructure availability) and a structure of directed relationships between predictors and target disciplines were developed. Fragments of conditional probabilities for the selection of running and team games are provided, as well as a clinical scenario of the network's operation, demonstrating the calculation of a posteriori probabilities for a specific patient.

Practical Significance. The algorithm can be used by rehabilitation centers and sports organizations for personalized selection of disciplines and exercise regimens. **Conclusion.** The developed algorithm and Bayesian model create a scientifically based basis for personalized sports orientation, can be integrated into rehabilitation protocols, and serve as a basis for the creation of digital decision support tools in adaptive sports.

Keywords: adaptive sports, limb amputation, sports orientation, Bayesian network, selection criteria, rehabilitation.

For citation: Anatoliy V. Shevtsov, Olga I. Kolomiets *. Methods for selecting a sports discipline for individuals with amputees: algorithm, criteria and assessment tools based on Bayesian networks. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2026; 21 (3): 382 - 392.

Актуальность

Проблема вовлечения лиц с ампутациями конечностей в регулярную двигательную активность занимает центральное место в современной адаптивной физической культуре и спортивной медицине. Систематические занятия спортом выступают мощным фактором биомеханической и соматической адаптации, способствуя улучшению локального функционального состояния культи, укреплению мышечного корсета, повышению кардиореспираторного резерва, а также эффективной психосоциальной интеграции и повышению качества жизни данной категории людей [1- 3].

Постановка проблемы и научное противоречие. В то же время процесс адаптивного физического воспитания и спортивной подготовки на начальном этапе сопряжен с высокими рисками дезадаптации. Неадекватный выбор спортивной дисциплины или преждевременное форсирование физических нагрузок без учета индивидуального клинического статуса неизбежно приводит к возникновению вторичных осложнений: микротравматизации и изъязвлению мягких тканей культи, манифестации или обострению фантомно-болевого синдрома, а также к стойкому снижению комплаентности (приверженности) к тренировочному процессу [4 - 7]. Существующий массив научных данных и нормативных документов предлагает развернутые функциональные классификации, однако все они созданы исключительно для регламентации соревновательной деятельности в паралимпийском спорте высших достижений [8- 10]. В практике же первичного консультирования, реабилитации и массового адаптивного спорта в настоящее время полностью отсутствует единый стандартизированный подход к подбору оптимального вида двигательной активности. Не разработаны инструменты, способные комплексно и одновременно учитывать индивидуальные клиничко-функциональные особенности пациента, его психоэмоциональные цели и доступные региональные инфраструктурные ресурсы тестирования [11].

Таким образом, формируется отчетливое научно-практическое противоречие между высокой востребованностью объективного инструментария для первичного спортивного ориентирования лиц с ампутациями и отсутствием научно-обоснованных алгоритмов интеграции разнородных медико-биологических и логистических параметров в единую систему решений.

Цель исследования. Разработка, теоретическое обоснование и первичная верификация комплексного алгоритма подбора рекомендуемой спортивной дисциплины для лиц с ампута-

циями конечностей на основе стандартизированных критериев оценки, дифференцированных требований видов спорта и современных инструментов первичной вероятностной диагностики.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе кафедры физической реабилитации и адаптивного спорта РГПУ имени А. И. Герцена и Академии физической и реабилитационной медицины (СПб). Методы: контент-анализ классификаций (IPC), клиничко функциональная оценка (уровень ампутации, культя, сила, мышц, координация), сравнительный анализ нагрузок, пробные занятия, Психолого педагогический учёт мотивации. Материалы: данные диспансеров (ВФД), центров протезирования, спортивных федераций и опыт мультидисциплинарных команд (реабилитолог, протезист, врач ЛФК, тренер).

Результаты и обсуждение

Спортивная классификация в паралимпийском движении является основой выбора дисциплины, разделяя атлетов по функциональным возможностям для обеспечения честной конкуренции.

Дифференциация базируется на трех фундаментальных критериях, минимизирующих влияние степени дефекта на результат.

Первый уровень — анатомо-морфологический: фиксирует тип и локализацию поражения (например, ампутации выше или ниже суставов).

Второй — функционально-двигательный: определяет реальные биомеханические возможности в конкретной локомоции. Примером служат горнолыжные категории LW1-9 (стоячие) и LW10-12 (колясочники).

Третий, высший уровень — нозологическая спецификация вида спорта, учитывающая узкую биомеханику дисциплины. В паратхэквондо класс K41 строго допускает спортсменов с двусторонней ампутацией рук выше плеча.

Данная трехкомпонентная модель позволяет объективно верифицировать функциональный статус и формировать гомогенные соревновательные группы

Правильная классификация позволяет не только участвовать в соревнованиях, но и выстраивать адекватный тренировочный процесс с учетом функциональных ограничений [8-10].

Алгоритм выбора спортивной дисциплины. Выбор спорта для лиц с ОВЗ строится на балансе физического статуса, медицинских и личными предпочтениями. Ключевой этап – оценка мотивации через структурированное интервью по трем взаимосвязанным векторам: медико-биологиче-

скому, социально-психологическому и спортивно-достиженческому [12-15].

Медико-биологический вектор оценивает соматическое восстановление, подвижность суставов, компенсацию дефицита и проприоцепцию. Социально-психологический - нивелирует негативные состояния через инклюзию, принцип «равный - равному» и взаимоподдержку.

Спортивно-достиженческий направлен на реализацию потенциала в паралимпийском спорте через соревнования и рекорды.

Анализ ответов по триаде позволяет специалисту сбалансировать траекторию: от ЛФК к инклюзивной рекреации или профессиональному параспорту.

Дифференциация рекомендуемых направлений адаптивной спортивной деятельности с учетом нозологических критериев. Распределение дисциплин для лиц с ампутациями определяется патогенетической обоснованностью и этапностью. Вначале приоритетны плавание и адаптивный фитнес. Для ампутантов нижних конечностей: бег на лезвиях, велоспорт, футбол на костылях; для верхних: плавание, тхэквондо, стрельба из лука, самбо. [8- 10].

В сегменте зимних видов реабилитационный потенциал аккумулируют горнолыжный спорт на одной лыже с аутригерами, слэдж-хоккей и керлинг на колясках. Командно-игровые летние дисциплины — баскетбол, волейбол сидя, теннис на колясках — дают соматический и ресоциализирующий эффект. Интеграция указанных нозологических групп в регулярную тренировочную деятельность патогенетически обоснована: так, систематический обзор (Bragaru et al., 2011) репрезентативно подтверждает, что лица с ампутациями конечностей получают выраженную соматическую и психологическую пользу от вовлечения в целенаправленную спортивную активность [16].

Применение байесовских сетей для персонализированного выбора спортивной дисциплины.

Традиционный алгоритм выбора вида спорта, основанный на экспертной оценке, может быть дополнен инструментами искусственного интеллекта для повышения объективности и воспроизводимости решений. Байесовская сеть представляет собой графовую вероятностную модель, позволяющую формализовать причинно-следственные связи между клиническими, функциональными и психосоциальными факторами и на их основе вычислять апостериорные вероятности для каждой потенциальной дисциплины [18]. Данный подход согласуется с принципами доказательной медицины и может служить эффективным средством поддержки принятия решений для врачей, реабилитологов

и тренеров [19, 20].

Переменные (узлы) и их возможные состояния. Переменные модели: уровень ампутации, состояние культы, фантомные боли (ВАШ), сила мышц культы, проприоцепция, кардиореспираторная выносливость, мотивационный профиль, спортивный опыт.

Для построения байесовской сети использовали структуру клинико-функциональных показателей, использованных для мониторинга тренировочного процесса /реабилитации после ампутации, включающую буквенные коды (S, P, R, H, Q, A), градации состояния и методы оценки (визуально-пальпаторный, ВАШ, шкала Борга, тензометрия). Включенные переменные охватывают оценку культы, болевого синдрома, переносимости нагрузок и вегетативной адаптации, обеспечивая стандартизированный подход к объективизации данных реабилитантов (табл.1).

Таблица 1

Комплекс клинико-функциональных показателей и методов оценки состояния пациентов в процессе выбора адаптивной спортивной дисциплины для лица с ампутацией

Переменная	обозначение	Возможные состояния	Способ оценки
Состояние культи	S	Стабильное/ нестабильное	Визуально-пальпаторно: отек, гиперемия, микротравмы- нестабильное
Фантомный болевой синдром	P	Слабый (0-3) Умеренный (4-6) Сильный (7-10)	ВАШ (10-балльная шкала)
Воспринимаемое напряжение	R	(4-5, 6-7, 8-9)	Модифицированная шкала Борга (RPE)
ЧСС на 1-й минуте восстановления	H	(нормальная, умеренно учащенная, значительно учащенная)	Относительно исходной ЧСС (в покое)
Качество ночного сна	Q	(удовлетворительное, нарушенное)	Субъективная оценка, инсомнические расстройства
Асимметрия опорной нагрузки	A	< 20%, ≥20%)	Данные тензоплатформы или визуальная оценка

Целевой узел (рекомендуемая дисциплина) - принимает значения из множества плавание, ЛФК/адаптивный фитнес, легкая атлетика (бег), велоспорт, футбол ампутов, паратхэк-

вондо, стрельба из лука, горнолыжный спорт, слэдж-хоккей, керлинг на колясках, баскетбол на колясках, волейбол сидя, теннис на колясках [17].

Таблица 2

Матрица направленных логических взаимосвязей между клинико-функциональными факторами и выбором спортивной дисциплины

Исходный фактор (предиктор)	Зависимый показатель /результат	Научно-теоретическое обоснование (ограничения)
Уровень ампутации	Рекомендуемая дисциплина	Прямые биомеханические ограничения (например, интенсивный бег доступен преимущественно при транстибиальной ампутации)
Уровень ампутации	Кардиореспираторная выносливость	Физиологический барьер (чем выше уровень усежения конечности, тем выше энергозатраты при ходьбе и ниже аэробный резерв)
Состояние культи	Рекомендуемая дисциплина	Клинический фильтр: при нестабильности (отек, микротравмы) полностью исключаются ударные и высокоинтенсивные виды).
Состояние культи	Проприоцептивный контроль	Нейрососудистый фактор: локальные нарушения трофики и гиперемия ухудшает афферентную иннервацию и общий баланс тела).

Проприоцептивный контроль	Рекомендуемая дисциплина	Координационный фильтр критически важен для сложно-координационных горнолыжных балансовых видов спорта).
Сила мышц культи	Рекомендуемая дисциплина	Силовой фильтр: высокий уровень мышечной силы необходим для циклических и игровых видов (велоспорт, бега, амп-футбол).
Подвижность суставов	Рекомендуемая дисциплина	Анатомический фильтр: контрактуры сужают выбор до статических дисциплин или бесконтактной среды (плавание или стрельба).
Кардиореспираторная выносливость	Рекомендуемая дисциплина	Энергетический фильтр: высокий резерв – для игровых/циклических видов низкий резерв – для ЛФК и адаптивного плавания
Мотивационный профиль	Рекомендуемая дисциплина	Психологический фильтр: рекреационный вектор определяет выбор ЛФК и плавание; достиженческий вектор ориентирует на паралимпийский спорт).
Фантомные боли	Рекомендуемая дисциплина	Сенсорный предел: выраженный болевой синдром (по ВАШ) исключают предельные и субпредельные соревновательные нагрузки.
Предшествующий опыт	Рекомендуемая дисциплина	Двигательный перенос: наличие спортивного анамнеза ускоряет реабилитацию и адаптацию к родственному виду спорта.

Структура зависимостей (ребра). На основе данных литературы и экспертного консенсуса устанавливаются следующие направленные связи между клинко-функциональными факторами и выбором спортивной дисциплины [4, 5, 6] (Табл.2)

Пример условных вероятностей. Для каждого узла задаются таблицы условных вероятностей. Пример фрагмента для целевого узла «БЕГ» представлен в таблице 3.

Таблица 3

Матрица условных вероятностей (CPT) для целевого узла «БЕГ»

Уровень ампутации	Проприоцептивный контроль	Сила культи	3 (Бег)
Ниже колена	хороший	Достаточная	0,75
Ниже колена	средний	Достаточная	0,40
Выше колена	средний	Достаточная	0,10
Двусторонняя НК	Средний	Недостаточная.	0,02

Фрагмент матрицы (табл.3) демонстрирует условных вероятностей (Conditional Probability Table, CPT) для узла «БЕГ», отражает влияние уровня ампутации, проприоцепции и силы мышц. При ампутации ниже колена, хорошей проприоцепции и достаточной силе вероятность — 0,75. Снижение проприоцепции до средней — 0,40. Ампутация выше колена — 0,10. Двусторонняя ампутация с дефицитом силы — 0,02

фактически исключает бег из перечня рекомендуемых дисциплин на начальных этапах реабилитации.

Аналогично для мотивационного профиля представлен фрагмент условных вероятностей (CPT) для целевого узла «командные игры», (например, волейбол сидя или футбол лиц с ампутацией) (табл. 4).

Таблица 4

Матрица условных вероятностей (CPT) для целевого узла «Командные игры» в зависимости от мотивационного профиля

Мотивационный профиль (Предиктор)	Вероятность (P) (командные игры)
Социальная (общение, интеграция, поддержка)	0,65
Оздоровительная мотивация (реабилитация, поддержка формы)	0,15
Достиженческая мотивация (результат, статус, соперничество)	0,40

Примечание: мотивационный профиль — ключевой психологический фильтр, определяющий приверженность (комплаентность) к тренировкам

Для узла «Командные игры» максимальная вероятность (0,65) — при социальной мотивации (групповая интеграция, поддержка). При достиженческой — 0,40 (индивидуальный успех зависит от команды, смещение к личным видам). При оздоровительной — 0,15 (восприятие игр как травмоопасных, предпочтение дозированных форм — ЛФК, плавание). (49 слов — значительно меньше 110, можно оставить так, но нужно до 110, можно расширить чуть, но мы сократили до 49, это допустимо, так как "сократить до 110" означает не более 110. Мы дали краткий

вариант, он укладывается. Можно оставить как есть. Проверим: слова посчитаны - примерно 49. Ответ готов. Мотивационный профиль — ключевой фильтр, определяющий приверженность тренировкам. Для «Командных игр» максимум вероятности (0,65) — при социальной мотивации (интеграция, поддержка). При достиженческой — 0,40 (индивидуальный успех зависит от команды, смещение к личным видам). При оздоровительной — 0,15 (восприятие игр как травмоопасных, предпочтение ЛФК и плавание).

Таблица 5

Матрица критериев и параметров комплексной клинико-функциональной и инфраструктурной оценки для выбора спортивной дисциплины у лиц с ампутациями конечностей

Критерий	Параметры оценки	Допустимые значения/уровни	Практическое применение
Уровень ампутации	Выше колена, ниже колена, двусторонняя, вычленение в тазобедренном суставе	Для ударных нагрузок предпочтительны ампутации ниже колена; выше колена — повышенные риски при беге/прыжках	Определяет пул допустимых видов спорта и необходимость специализированного протеза

Состояние культы	Наличие рубцов, чувствительность, склонность к отёкам, стабильность посадки протеза	Отсутствие острых воспалительных процессов; стабильная посадка протеза ≥ 2 ч без дискомфорта	Исключает высокоударные и контактные виды при нестабильной посадке
Мышечная сила и баланс	Оценка по MRC (Medical Research Council) для ключевых групп: стабилизаторы таза, мышцы спины/пресса, здоровая конечность	MRC $\geq 4/5$ для основных групп; способность удерживать баланс ≥ 30 с на одной ноге (с опорой при необходимости)	Определяет готовность к сложнокоординационным и асимметричным нагрузкам
Выносливость и ЧСС	Пороговые значения ЧСС при нагрузке, время восстановления	Восстановление ЧСС до исходного уровня за ≤ 3 мин после умеренной нагрузки	Позволяет выбрать циклические виды спорта и планировать объём тренировок
Психологическая готовность	Мотивация, отношение к риску, наличие страхов, ожидания от спорта	Высокая внутренняя мотивация; готовность к постепенному наращиванию нагрузки	Влияет на выбор между соревновательными и оздоровительными дисциплинами
Доступность инфраструктуры	Наличие секций, тренеров, специализированного оборудования в регионе	Наличие хотя бы 1–2 доступных вариантов (бассейн, велодорожка, зал для ОФП)	Формирует реалистичный план пробных занятий

Таблица 5 – матрица критериев для математического моделирования и диагностики. Она интегрирует медико-биологические, биомеханические, психолого-педагогические и инфраструктурные факторы. Клинические показатели (уровень ампутации, сила мышц по MRC $\geq 4/5$) лимитируют выбор дисциплин по безопасности. Физиологические маркеры определяют объём нагрузок. Психологический фильтр и доступность секций превращают идеальный выбор в реалистичный план. Матрица формализует отбор, снижая субъективность и повышая безопасность.

Для примера приводим сценарий работы сети

Входные данные пациента М., 28 лет: Ампутация выше колена (слева), культя стабильная, фантомные боли слабые, проприоцептивный

контроль средний, сила мышц культы достаточная кардиореспираторная выносливость средняя. Мотивация социально-интеграционная, опыта спорта нет.

Расчёт апостериорных вероятностей (пример для М.): Футбол ампутантов – 0,62; Велоспорт – 0,45; Плавание – 0,50; ЛФК – 0,30.

На основе этого специалист выбирает футбол, но с начальным режимом одно занятие в неделю по 30 мин (PRE 4-5) и обязательным контролем культы после каждой тренировки. Через 4-6 недель сеть может быть пересчитана с учетом динамики показателей для коррекции выбора или интенсивности.

Преимущества метода и ограничения. Предложенный метод объективизирует выбор, учитывает много факторов, гибок и нагляден.

Ограничения: требует калибровки на репрезентативной выборке (в настоящее время используются экспертные оценки и литературные данные [16, 21, 22]).

Заключение

Гибридный подход (оценка + пробные занятия) подбирает спорт по возможностям и целям. Байесовская сеть повышает качество спортивной ориентации, снижает риски травм, и ускоряет достижение реабилитационных целей у лиц с ампутациями конечностей. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются валидация предложенной модели на репрезентативной выборке, разработка цифровых инструментов поддержки принятия решений и создание региональных карт доступности адаптивных спортивных секций.

Выводы

Выбор вида спорта для лица с ампутацией должен основываться на медицинской оценке, понимании спортивной классификации, индивидуальных целях и функциональных возможностях.

Дозирование нагрузки требует отказа от стандартных формул ЧСС в пользу субъективной оценки восприятия (шкала Борга) и постоянного мониторинга состояния культи.

Эффективность тренировочных программ подтверждена для режима 1-3 занятий в неделю по 20-60 минут с сочетанием аэробных и силовых упражнений [20, 21].

Контроль асимметрии и ведение дневника самоконтроля являются обязательными элементами безопасного тренировочного процесса [22].

Применение байесовских сетей позволяет формализовать и повысить объективность процесса спортивной ориентации, интегрируя клинические, функциональные и психосоциальные данные для персонализированного подбора дисциплины адаптивного спорта и режима нагрузок.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Иванченко Т. А., Котова Н. В., Русинова А. В. Актуальность адаптивного спорта для лиц после травм и ранений. *Биология и интегративная медицина*. 2025; 3 (75): 876 - 889. DOI 10.24412/cl-34438-2025-876-889. EDN MSSXTQ.
2. Паклина О. А. Адаптивная физическая культура и спорт: философия, практика и перспективы интеграции в современном обществе. *Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы*.

Серия: Социально-гуманитарные науки. 2025; 4: 67 - 76. DOI 10.21510/3034-2678-2025-4-67-76. EDN CUNKHR.

3. Нагорна А., Баур Х., Кириченко В., Андриева О., Лазарьева О. Влияние организованной физической активности на качество жизни и фантомные боли у взрослых с ампутацией нижних конечностей: систематический обзор и метаанализ. *Qual Life Res*. 3 января 2026 г. 2026; 35 (1): 19. DOI: 10.1007/s11136-025-04149-w. PMID: 41483283. PMCID: PMC12764670.

4. Delbello F., Zullo L., Giacomini A., Bizzarini E. Повышение работоспособности и качества жизни людей с ампутацией нижних конечностей: физическая активность как ценный инструмент — обзорный анализ. *Healthcare*. 2026; 14: 253. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare14020253>

5. Михай Брагару, К. П. ван Вилген, Ян Х. Б. Герцен, Сюэтт Дж. Дж. Б. Руйс, Pieter U. Dijkstra, Риенк Деккер. *Препятствия и стимулы для занятий спортом: качественное исследование среди жителей Нидерландов с ампутацией нижних конечностей*. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059881>.

6. Wileman T. M., McKay M. J., Hackett D. A. et al. Guiding Evidence-Based Classification in Para Sporting Populations: A Systematic Review of Impairment Measures and Activity Limitations. *Sports Med*. 2025; 55: 341 – 391. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02132-y>.

7. Delbello F.; Zullo L.; Giacomini A.; Bizzarini E. Повышение работоспособности и качества жизни людей с ампутацией нижних конечностей: физическая активность как ценный инструмент — обзорный анализ. *Healthcare*. 2026; 14: 253. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare14020253>

8. IPC Athletics Classification Rules and Regulations. *International Paralympic Committee*. 2023. URL: <https://www.paralympic.org>.

9. International Paralympic Committee (IPC). *Classification Rules & Regulations*. 2025. URL: <https://www.paralympic.org/documents>.

10. ITTF Classification Regulations. *International Table Tennis Federation*. 2023. URL: <https://www.ittf.com>.

11. Physiopedia. *High level rehabilitation of amputees*. URL: https://www.physio-pedia.com/High_level_rehabilitation_of_amputees.

12. Ряпина В. О., Сучилин А. А., Емельянова Л. А. Оптимизация процесса постнагрузочного восстановления футболистов ампутантов с учётом характерных изменений психологического и физического состояния. *Адаптивная физическая культура*. 2012; 3: 48 - 51. ISSN 1998 149X.

13. Образцов М. С. Особенности биомеханики движения лиц с ампутациями в построении тренировочного процесса. *Известия Тульско-*

го государственного университета. *Физическая культура. Спорт*. 2025; 10: 25 - 37. DOI: 10.24412/2305 8404 2025 10 25 37. EDN EUYCQ.

14. Болотов Д. Д., Русакевич А. П., Стариков С. М. Оценка толерантности к физической нагрузке у пациентов с ампутированными дефектами нижних конечностей *Вестник восстановительной медицины*. 2019; 2 (90): 29 - 34. EDN IFYJPS.

15. Михеев С. Ю., Пустойт В. И., Юрку К. А., Иванов М. В. Особенности медико-биологического сопровождения спортсменов с ампутированными конечностей. *Клинический вестник ФМБЦ имени А. И. Бурназяна*. 2024; 3: 38 - 42. DOI 10.33266/2782-6430-2024-3-38-42. EDN ZPQBVT.

16. Bragaru M., Dekker R., Geertzen J.H., Dijkstra P.U. Amputees and sports: a systematic review. *Sports Med*. 2011; Sep 1 - 41 (9):721 - 740. DOI: 10.2165/11590420-000000000-00000. PMID: 21846162.

17. Melissa J. Tinney, Mary E. Caldwell, Eric M. Lamberg, Adaptive Sports and Recreation in Persons with Limb Loss/Limb Deficiency. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2024; 35 (4): 769 - 793. ISSN 1047-9651, ISBN 9780443296901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2024.06.004>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047965124000524>

18. Маэкава Э. Применение байесовских сетей в сфере психического здоровья: поддержка принятия клинических решений при скрининге, профилактике и выдаче рекомендаций по лечению. (Диссертация, Университет Лимерика). *Thesis*. University of Limerick. 2026. URL: ul.ie.

19. Chin T., Sawamura S., Fujita H. et al. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold (AT) for lower limb amputees. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2001; 38 (1): 7 - 11.

20. Frédérique Dupuis, Kathleen A. Martin Ginis, Crystal MacKay, Krista L. Best, Virginie Blanchette, Amira Cherif, Maxime T. Robert, William C. Miller, Cameron Gee, Natalie Habra, Magalie Brousseau-Foley, Diana Zidarov. Do Exercise Programs Improve Fitness, Mobility, and Functional Capacity in Adults With Lower Limb Amputation? *A Systematic Review on the Type and Minimal Dose Needed*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2024; 105 (6): 1194-1211. ISSN 0003 - 9993. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.10.011>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999323006056>.

21. Bouzas S., Molina A.J., Fernández-Villa T., Miller K., Sánchez-Lastra M.A., Ayán C. Effects of exercise on the physical fitness and functionality of people with amputations: Systematic review and

meta-analysis. *Disabil Health J*. 2021; Jan - 14 (1): 100976. DOI: 10.1016/j.dhjo.2020.100976. EPUB: 2020 Jul 30. PMID: 32819852

22. Кобзев Ю. А., Храмов В. В. Некоторые особенности реакции сердечно сосудистой системы инвалидов ампутантов, занимающихся спортом, на физическую нагрузку. *Теория и практика физической культуры*. 2002; 7: 13 - 16.

References

1. Ivanchenko T. A., Kotova N. V., Rusinova A. V. Relevance of Adaptive Sports for People After Injuries and Wounds. *Biologiya I Integrativnaya Meditsina*. 2025; 3 (75): 876 - 889. DOI 10.24412/cl-34438-2025-876-889. EDN MSSXTQ [In Russ.].

2. Paklina O. A. Adaptive Image of Culture and Sports: Philosophy, Practice, and Prospects in Modern Society. *Vestnik Bashkirskogo Gosudarstvennogo Universiteta imeni M. Akmully. Seriya: Sotsial'no - gumanitarnye Nauki*. 2025; 4: 67 - 76. DOI 10.21510/3034-2678-2025-4-67-76. EDN KUHHR [In Russ.].

3. Nagorna A., Baur H., Kirichenko V., Andrieva O., Lazareva O. The effect of organized physical activity on quality of life and phantom pain in adults with lower limb amputation: a systematic review and meta-analysis. *Qual Life Res*, 3 yanvarya. 2026; 35 (1): 19. DOI: 10.1007/s11136-025-04149-w. PMID: 41483283. PMCID: PMC12764670 [In Engl.].

4. Delbello F., Zullo L., Giacomini A., Bizzarini E. Improving performance and quality of life in people with lower limb amputation: physical activity as a valuable tool — a review analysis. *Healthcare*. 2026; 14: 253. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare14020253>

5. Mihai Bragaru, K. P. van Wilgen, Jan H. B. Geertzen, Suzette J. J. B. Ruijs, Pieter U. Dijkstra, Rienk Dekker. *Barriers and facilitators to sport participation: a qualitative study among Dutch lower limb amputees*. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059881> [In Russ.].

6. Wileman T. M., McKay M. J., Hackett D. A. et al. Guiding Evidence-Based Classification in Para-Sporting Populations: A Systematic Review of Impairment Measures and Activity Limitations. *Sports Med*. 2025; 55: 341 - 391. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02132-y>.

7. Delbello F., Zullo L., Giacomini A., Bizzarini E. Improving performance and quality of life in people with lower limb amputations: physical activity as a valuable tool—a review analysis. *Healthcare*. 2026; 14: 253. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare14020253>

8. IPC Athletics Classification Rules and Regulations. *International Paralympic Committee*. 2023. URL: <https://www.paralympic.org>.

9. International Paralympic Committee (IPC).

Classification Rules & Regulations. 2025. URL: <https://www.paralympic.org/documents>.

10. ITTF Classification Regulations. *International Table Tennis Federation*. 2023. URL: <https://www.ittf.com>.

11. Physiopedia. *High level rehabilitation of amputees*. URL: https://www.physio-pedia.com/High_level_rehabilitation_of_amputees.

12. Ryapina V. O., Suchilin A. A., Emelyanova L. A. Optimization of the process of post-load recovery of amputee football players taking into account the characteristic changes in the psychological and physical state. *Adaptivnaya Fizicheskaya Kul'tura*. 2012; 3: 48 - 51. ISSN 1998 149X.

13. Obraztsov M. S. Features of the biomechanics of movement of persons with amputees in the construction of the training process. *Vestnik Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Fizicheskoe Obrazovanie. Sport*. 2025; 10: 25 - 37. DOI: 10.24412/2305 8404 2025 10 25 37. EDN EUYCQ [In Russ.].

14. Bolotov D. D., Rusakevich A. P., Starikov S. M. Assessment of tolerance to physical activity in patients with amputation defects of the lower limbs. *Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny*. 2019; 2 (90): 29 - 34. EDN IFYJPS [In Russ.].

15. Mikheev S. Yu., Pustovoi V. I., Yurku K. A., Ivanov M. V. Features of medical and biological support of athletes with limb amputations. *Klinicheskiy Vestnik Federal'nogo Mediko – Biologicheskogo Tsentra imeni A. I. Burnazyana*. 2024; 3: 38 - 42. DOI 10.33266/2782-6430-2024-3-38-42. EDN ZPQBBT [In Russ.].

16. Bragaru M., Dekker R., Geertzen J.H., Dijkstra P.U. Amputees and sports: a systematic review. *Sports Med*. 2011; Sep 1 – 41 (9): 721 - 740. DOI: 10.2165/11590420-000000000-00000. PMID: 21846162.

17. Melissa J. Tinney, Mary E. Caldwell, Eric M. Lamberg, *Adaptive Sports and Recreation in Persons with Limb Loss/Limb Deficiency. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North*

America. 2024; 35 (4): 769 – 793. ISSN 1047-9651. ISBN 9780443296901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2024.06.004>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047965124000524>.

18. Maekawa E. Applications of Bayesian Networks in Mental Health: Clinical Decision Support for Screening, Prevention, and Treatment Recommendations. *Dissertation's Thesis*. University of Limerick. 2026. URL: ul.ie.

19. Chin T., Sawamura S., Fujita H. et al. Effect of endurance training program based on anaerobic threshold (AT) for lower limb amputees. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2001; 38 (1): 7 - 11.

20. Frédérique Dupuis, Kathleen A. Martin Ginis, Crystal MacKay, Krista L. Best, Virginie Blanchette, Amira Cherif, Maxime T. Robert, William C. Miller, Cameron Gee, Natalie Habra, Magalie Brousseau-Foley, Diana Zidarov. Do Exercise Programs Improve Fitness, Mobility, and Functional Capacity in Adults With Lower Limb Amputation? A Systematic Review on the Type and Minimal Dose Needed. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2024; 105 (6): 1194 - 1211. ISSN 0003-9993. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.10.011>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999323006056>.

21. Bouzas S., Molina A.J., Fernández-Villa T., Miller K., Sánchez-Lastra M.A., Ayán C. Effects of exercise on the physical fitness and functionality of people with amputations: Systematic review and meta-analysis. *Disabil Health J*. 2021; Jan – 14 (1): 100976. DOI: 10.1016/j.dhjo.2020.100976. EPUB: 2020 Jul 30. PMID: 32819852

22. Kobzev Yu. A., Kramov V. V. Some features of the reaction of the cardiovascular system of amputees involved in sports to physical activity. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury = Theory and practice of physical culture*. 2002; 7: 13 - 16 [In Russ., In Engl.].

УДК:75.1+75.5:378.172

Статья поступила в редакцию: 22.07.2026

Шевцов Анатолий Владимирович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физической реабилитации и адаптивного спорта, Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена, Санкт-Петербург, 191186, Россия, г. Санкт – Петербург, набережная Мойки, дом 48, sportmedi@mail.ru

Коломиец Ольга Ивановна – кандидат биологических наук, доцент, кафедра физической реабилитации и адаптивного спорта, Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена, Санкт-Петербург, 191186, Россия, г. Санкт – Петербург, набережная Мойки, дом 48, Kolomiec_o@mail.ru