

На правах рукописи

ДАВЫДОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА

**ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЕРЕБРОСОК
ПРЕДМЕТОВ В ОЦЕНКЕ ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО МАСТЕРСТВА
СПОРТСМЕНОВ ГРУППОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ГИМНАСТИКИ**

13.00.04 – Теория и методика физического воспитания, спортивной
тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – 2021

Работа выполнена на кафедре теории и методики гимнастики ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург».

Научный руководитель – Медведева Елена Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург», кафедра теории и методики гимнастики, профессор.

Официальные оппоненты:

Шалманов Анатолий Александрович, доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», кафедра биомеханики, профессор;

Лалаева Елена Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», кафедра теории и методики гимнастики, танцевального спорта и аэробики, доцент.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма».

Защита состоится 23 декабря 2021 года в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 311.010.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург», по адресу: 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35 (актовый зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (<http://www.lesgaft.spb.ru>).

Текст автореферата размещен на сайте Университета (<http://www.lesgaft.spb.ru>) и на сайте ВАК при Минобрнауки России (<https://vak.minobrnauki.gov.ru>).

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор педагогических наук, профессор

В.Ф. Костюченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Уникальность группового упражнения в значительной степени связана с его содержанием, определяемым подбором «элементов трудности», разнообразных движений предметами, в том числе, специфических, к которым относятся переброски предметов.

На данный момент в соответствии правилами соревнований FIG существует приблизительная оценка сложности сотрудничества в групповых упражнениях художественной гимнастики, а при выполнении перебросок предметов она и вовсе не учитывается.

Отсутствие в правилах соревнований таблиц технической ценности перебросок, учитывающих биомеханические закономерности двигательной деятельности, не позволяет объективно определять техническую ценность перебросок предметов, дифференцировать группы по их исполнительскому мастерству и сдерживает прогрессивное развитие групповых упражнений.

Степень научной разработанности проблемы.

Проблема повышения качества судейской экспертизы двигательного мастерства в гимнастических дисциплинах рассматривалась многими специалистами (Терехина Р.Н., Титов Ю.Е., Турищева Л.И., 1991; Бакулина Е.Д., 2006; Ким Н.В., 2011; Шишкова М. 2011; Медведева Е.Н., 2017 и др.), а теория и методика спортивной тренировки содержит большой методологический опыт изучения двигательных действий (Овчинникова Н.А., 1985; Коновалова Л.А., 1993; Донской Д.Д., Дмитриев С.В., 1994; Гавердовский Ю.К., 2002; Чикалова Г.А., Мамзин В.И., 2002; Сучилин Н.Г. с соавт., 2011; Ботяев В.Л., 2011; и др.). Проведено достаточное количество исследований, посвященных достижению технически точного и стабильного выполнения сотрудничества в групповых упражнениях художественной гимнастики (Нестерова Т.В., 2000; Семибратова И.С., 2007; Краева Е.С., 2018 и др.). Однако на данный момент отсутствует конкретизация объективных факторов сложности перебросок предметов, обуславливающих не только результативность спортивной подготовки в данном виде спорта, но и метрологическую точность экспертизы технической ценности соревновательных программ, качество ранжирования групп по уровню их исполнительского мастерства. При этом возможности современных технологий позволяют всесторонне, комплексно и системных позиций решать подобные проблемы (Шалманов А.А., 2002; Городничев Р.М., 2005; Бучацкая И.Н., 2005; Губа В.П., 2011; Самсонова А.В., Комиссарова Е.Н., 2008; Биленко А.Г., 2008; Доценко В.И., 2008; и др.).

Таким образом, проблемная ситуация диссертационной работы выражается следующими противоречиями:

- между направленностью вида спорта художественная гимнастика на достижение спортсменками рекордных результатов и отсутствием объективных критериев их оценки;
- между направленностью вида спорта художественная гимнастика на повышение технической сложности и уровня исполнительского мастерства спортсменок и ограничением этой сложности посредством отсутствующих таблиц

технической ценности перебросок предметов в правилах соревнований;

- между ростом количества спортсменов, имеющих не достоверные различия в экспертных оценках исполнительского мастерства, и отсутствием приемов, способствующих повышению уровня качества квалиметрии;

- между стремлением Технического Комитета FIG к объективизации экспертизы исполнительского мастерства гимнасток и отсутствием документа, позволяющего осуществлять дифференцировку гимнасток по уровню исполнительского мастерства с максимально возможной степенью точности;

- между стремлением к созданию высокохудожественного двигательного образа и рационализацией данного процесса за счет сокращения разнообразия элементов различной технической ценности.

В связи с этим необходимо научное обоснование технической ценности перебросок предметов и критериев судейства, соответствующих их сложности, основанной на объективных биомеханических характеристиках.

Объект исследования - процесс экспертизы технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики.

Предмет исследования – биомеханические факторы сложности, предопределяющие техническую ценность перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики.

Цель диссертационной работы: разработать научно-обоснованные таблицы технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики на основе учета биомеханических факторов сложности движений спортсменов высокой квалификации.

Гипотеза исследования. Предполагалось, что конкретизация объективных факторов сложности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики, основанная на системном биомеханическом анализе их техники, позволит:

- определить техническую ценность перебросок предметов, соответствующую их сложности;

- повысить качество экспертизы исполнительского мастерства спортсменов, с учетом специфики двигательной деятельности в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- адекватно дифференцировать спортсменов в процессе соревновательной деятельности по уровню их исполнительского мастерства;

- прогнозировать и конструировать новые переброски предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики различной сложности.

Задачи исследования:

1. Обосновать необходимость повышения качества экспертизы исполнительского мастерства спортсменов в групповых упражнениях на основе разработки таблиц технической ценности перебросок, учитывающих объективные биомеханические факторы сложности.

2. Конкретизировать биомеханические факторы сложности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики.

3. Разработать алгоритмы формирования сложности перебросок предметов, спроектировать матрицы и таблицы технической ценности правил соревнований

групповых упражнений художественной гимнастики.

4. Экспериментально подтвердить эффективность применения таблиц технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики в процессе экспертной оценки соревновательных программ высококвалифицированных гимнасток.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение специальной литературы и программных документов ФИЖ, опрос, экспертная оценка, метод бесконтактного исследования видеоряда движений при выполнении перебросок предметов художественной гимнастики; электромиография, стабิโลграфия, проектирование, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Организация исследования. Для решения поставленных задач, исследование проводилось в четыре этапа.

Первый этап – поисковый (сентябрь 2016 г. - январь 2017 г.) включал в себя изучение научной и научно - методической литературы, в результате чего было выявлено состояние изучаемого вопроса и сформулирована тема исследования, определены основные положения диссертации. Подобраны методы исследования, а также проведен сбор информации для дальнейшего исследования: опрос тренеров и судей по проблеме объективизации технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики. Проведен ретроспективный анализ правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики и видеозаписей соревновательных программ сильнейших команд мира в групповых упражнениях олимпийских циклов 2000-2020 г.г. с выявлением основных тенденций в экспертизе ценности перебросок предметов.

На втором этапе (февраль 2017 г. - август 2018 г.) проводились биомеханические исследования базе ФГБОУ ВО Великолукской государственной академии физической культуры и спорта. и анализ биомеханических, стабิโลграфических и физиологических характеристик техники перебросок различной сложности. Осуществлялась компьютерная и математико-статистическая обработка, осмысление и интерпретация результатов биомеханических исследований. На основе полученных данных были конкретизированы объективные факторы сложности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики и разработаны алгоритмы их сложности.

Третий этап (сентябрь 2018 г. - декабрь 2020 г.) предполагал научное обоснование, проектирование и экспериментальную проверку алгоритмов сложности, матриц и таблиц технической ценности перебросок предметов для правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики.

Проверка эффективности применения таблиц технической ценности перебросок предметов осуществлялась в 2 этапа: в процессе констатирующего эксперимента (оценка метрологической точности экспертизы соревновательных программ групповых упражнений) и формирующего эксперимента (оценка результативности повышения технической ценности перебросок).

Результатом данного этапа стало выполнение научно-исследовательской работы «Разработка научно-обоснованных предложений по объективизации технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики» в рамках государственного контракта №01731000144250000028 (от 25.05.2020 г.) для Министерства спорта Российской Федерации и издание статей по проблематике исследования.

Четвертый этап (декабрь 2020 г. - май 2021 г.) включал интерпретацию полученных данных, формулирование выводов и практических рекомендаций, внедрение результатов исследования в практику, оформление работы в соответствии с требованиями и подготовка к её защите.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Объективизация технической ценности перебросок предметов осуществляется на основе учета биомеханических характеристик их техники: межзвенных углов, количества степеней свободы звеньев тела, ускорения точек звеньев тела; площади эллипса и качества функции равновесия; средней амплитуды турнов электрической активности мышц.

2. Сложность перебросок предметов художественной гимнастики обусловлена комплексом взаимосвязанных биомеханических факторов:

- физические свойства предметов, определяющие активность мышц при реализации двигательных программ броска и ловли в переброске;
- положение тел гимнасток в броске и ловле предмета, его устойчивость или динамизм;
- «приоритетность» рабочей руки, выполняющей бросок или ловлю предмета в переброске;
- направление и плоскость броска и ловли предмета в переброске;
- амплитуда движений рабочего звена тела, осуществляющего переброску предмета;
- способ броска или ловли в переброске предмета;
- межмышечная координация для реализации движений предметом,
- отсутствие контроля предмета при выполнении переброска,
- наличие асимметрии движений тела и предметом в переброске.

3. Техническая ценность переброски предметов является суммарным показателем ценности броска и ловли, учитывающей биомеханические факторы сложности, при выполнении переброски двумя гимнастками одновременно.

Научная новизна исследования заключается в прогностическом подходе к объективизации экспертной оценки исполнительского мастерства гимнасток групповых упражнений посредством проектирования матриц по технической ценности перебросок предметов художественной гимнастики, основу которых составляют алгоритмы формирования сложности, факторы которой предопределены объективными биомеханическими характеристиками техники двигательных действий. В процессе применения данного подхода впервые:

- выявлены кинематические, стадиографические и электромиографические характеристики техники перебросок предметов разной сложности в групповых упражнениях художественной гимнастики;
- рассчитана техническая ценность перебросок предметов в групповых

упражнениях художественной гимнастики на основе объективных факторов сложности движений;

- предложена систематизация перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики в таблицах трудности правил соревнований согласно их научно-обоснованной технической ценности;

- на примере экспертизы перебросок предметов предложены пути повышения качества экспертизы исполнительского мастерства в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- предложены научно-обоснованные алгоритмы технической ценности перебросок предметов, позволяющие оптимизировать процесс технической подготовки спортивного резерва и создать объективные предпосылки для реализации перспективно-прогностического подхода в системе подготовки высококвалифицированных спортсменок групповых упражнений;

- предложена траектория позитивного развития художественной гимнастики как олимпийского вида спорта, основанного на стимулировании естественного роста сложности соревновательных программ и объективизации оценки спортивных достижений гимнасток.

Теоретическая значимость работы. Предложенный в исследовании подход к экспертизе технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях позволил дополнить теорию и методику художественной гимнастики новыми научными данными:

- о специфике двигательной деятельности спортсменок групповых упражнений художественной гимнастики;

- о путях повышения качества экспертизы исполнительского мастерства в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- о системном походе к проектированию процесса обучения переброскам предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- о способах прогнозирования сложности перебросок предметов и конструирования перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- о путях совершенствования технической подготовки спортивного резерва и повышения исполнительского мастерства высококвалифицированных спортсменок групповых упражнений художественной гимнастики.

Практическая значимость работы. Предложенный в исследовании подход к экспертизе технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях позволил дополнить теорию и методику художественной гимнастики новыми научными данными, являющимися:

- условием для объективизации экспертизы исполнительского мастерства спортсменок, с учетом специфики двигательной деятельности в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- системообразующими в проектировании процесса обучения переброскам предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики;

- условием для дальнейшего прогнозирования и конструирования перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики различной сложности;

- предпосылкой для дальнейшего композиционного совершенствования соревновательных программ групповых упражнений художественной гимнастики;

- условием совершенствования технической подготовки спортивного резерва и повышения исполнительского мастерства высококвалифицированных спортсменок групповых упражнений художественной гимнастики.

В результате применения комплекса научных методов исследования и конкретизации объективных биомеханических факторов сложности перебросок предметов были разработаны научно-обоснованные матрицы технической ценности, позволившие спроектировать таблицы «трудности» для правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики, сформулировать рекомендации, направленные на повышение эффективности процесса экспертизы данных элементов в соревновательных композициях групповых упражнений, а также предложения по оптимизации процесса освоения перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики.

Методологическую и теоретическую основу исследования составили:

- основополагающие работы по методологии системного подхода (Садовский В.М., 1974; Пономарев Н.И., 1976; Жмарев Н.В., 1984 и др.);

- положения теории и методологии педагогических исследований (Ашмарин Б.А., 1978; Скаткин М.Н., 1986; Семкина О.А., 1997; Бордовская Н.В., 2001; Яхонтов Е.Р., 2006 и др.);

- концепции общей теории физической культуры (Выдрин В.М., 1988; Матвеев Л.П., 1991; Пономарев Н.И., 1996; Холодов Ж.К., Кузнецов В.С., 2000; Курамшин Ю.Ф., 2002; Николаев Ю.М., 2010);

- основные положения теории спорта и спортивной подготовки (Платонов В. Н., 1987, 2004; Верхошанский Ю.В., 1988; Шустин Б.Н., 1995; Матвеев Л.П., 1997, 1999; Озолин Н.Г., 2002; Курамшин Ю.Ф., 2005 и др.);

- теория построения и управления движениями (Бернштейн Н.А., 1947; Батуев А.С., 1975; Никитин С.Н., 2006);

- основные положения физиологии физических упражнений (Крестовников А.Н., 1951; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2001);

- основные положения теории и методики гимнастики (Гавердовский Ю.К., 1986; Аркаев Л.Я., Сучилин Н.Г., 1997);

- концепция спортивной подготовки в гимнастике (Аркаев Л.Я., Сучилин Н.Г., 1997; Винер-Усманова И.А., 2013);

- теоретические аспекты экспертной оценки в гимнастике (Коренберг В.Б., 1981; Терехина Р.Н., Титов Ю.В., Турищева Л.И., 1991; Ким Н.В., 2011; Шишкова М., 2011; Медведева Е.Н., 2017 и др.).

Обоснованность и достоверность исследования обеспечивается надежностью методологической базы исследования; применением сертифицированного оборудования, комплекса корректных взаимодополняющих и информативных методов исследования, соответствующих проблеме, цели и задачам работы; репрезентативностью эмпирической базы исследования; корректностью статистической и математической обработки экспериментальных

исследований.

Личный вклад соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в обосновании научной проблемы, определении и формулировке темы, подборе основного методологического аппарата и комплекса методов исследования, самостоятельном проведении исследований, организации апробации и внедрения результатов в практику, подготовке текста диссертации, автореферата и публикаций.

Апробация и внедрение результатов диссертационного исследования.

Результаты исследования апробированы и внедрены в процесс управления системой многолетней подготовки спортсменов Санкт-Петербургского ГБОУ ДОД СДЮСШОР «Центр художественной гимнастики «Жемчужина»; в процесс управления системой многолетней подготовки гимнасток ГБУ РМ «СШОР «Академия И. Винер по художественной гимнастике» города Саранск; в систему высшего профессионального образования тренеров по художественной гимнастике Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург»; процесс разработки рекомендаций ВФХГ для технического комитета FIG по совершенствованию международных правил соревнований.

Результаты исследований были представлены на авторитетных Российских и международных научно-практических конференциях, а также в 10-ти публикациях, 6-ть из которых в журналах по перечню ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 249 страницах и состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа содержит 40 таблиц и 42 рисунка, 7 приложений. Список литературы содержит 199 источников, в том числе 10 зарубежных и 5 интернет-ресурсов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Результаты анализа исследуемой проблемы, выполненного в рамках **первой главы диссертации «Состояние проблемы оценки сложности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики»** позволили установить, что вопросы технической ценности перебросок предметов в аспекте совершенствования экспертизы исполнительского мастерства в групповых упражнениях художественной гимнастики в научно-методической литературе не рассматривались. Описанные механизмы броска и ловли предметов не раскрывают биомеханику переброски в целом, не учитывают специфики взаимодействий в группе и не позволяют точно определить техническую ценность перебросок. В связи с этим процесс конкретизации характеристик сложности перебросок предметов является фундаментальным условием научного обоснования технической ценности перебросок предметов и критериев судейства в групповых упражнениях художественной гимнастики.

В рамках **второй главы диссертации «Методы и организация исследования»** раскрыта процедура решения задач, связанных с научным

обоснованием технической ценности перебросок предметов в художественной гимнастике на основе учета биомеханических факторов их сложности.

В третьей главе диссертации «Факторы, предопределяющие сложность выполнения перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастике» была подтверждена необходимость и возможность объективизации технической ценности перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики.

Анализ правил соревнований показал, что, несмотря на наличие в их содержании установок на стимулирование сложности соревновательных программ групповых упражнений, в данных документах отсутствуют таблицы технической ценности перебросок предметов, а существующие подходы к определению их «стоимости» являются не корректными. На это указывали:

- условный учет сложности и оригинальности перебросок предметов, приводящий к единообразию в их применении, снижению динамизма и зрелищности композиций;
- нивелирование ценности перебросок предметов посредством их объединения в группу сложности по обобщенному критерию;
- отсутствие в правилах соревнований научно обоснованных таблиц технической ценности перебросок предметов, основанных на объективных биомеханических и физиологических характеристиках сложности их техники.

Это не позволяет метрологически точно оценить подготовленность команд, дифференцировать и ранжировать их по уровню исполнительского мастерства.

Ретроспективный анализ соревновательных композиций групповых упражнений художественной гимнастики позволил выявить следующие тенденции развития сложности перебросок предметов:

- увеличение вариативности взаимодействий гимнасток с обменом предметами посредством броска (с 2000 г. по 2019 г. на 40%);
- изменение вариативности сочетания предметов в соревновательных комбинациях групповых упражнений;
- низкая динамика разнообразия сложности перебросок предметов, применяемых в соревновательных композициях;
- наличие высокой конкуренции в групповых упражнениях на мировой арене, предъявляющей повышенные требования к надежности выполнения бросковых элементов независимо от сложности;
- высокая плотность оценок за техническую ценность соревновательных композиций групповых упражнений, в том числе, за переброски предметов.

Исходя из тенденций, лидерство в современных групповых упражнениях художественной гимнастики обеспечивается не только высоким качеством исполнения композиций, но и сложностью, риском взаимодействий посредством предмета, а именно перебросок предметов.

Опрос судей (n=30) и тренеров (n=30) высокой квалификации показал, что «трудность» и надёжность выполнения перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики являются одними из наиболее значимых компонентов мастерства спортсменок, определяющих достижение высоких результатов на соревнованиях (100%). Они зависят от способностей

гимнасток воспроизводить двигательную программу по заданным модельным биомеханическим характеристикам, обусловленных различными факторами сложности. Большинство экспертов (65%) считало, что существующий подход к определению технической ценности перебросок не учитывает в полной мере их реальную сложность и требует научно-обоснованного ранжирования.

Системный подход к анализу техники перебросок предметов, основанный на синхронизированном применении стабилографии, электромиографии и метода бесконтактного исследования видеоряда движений, позволил выявить биомеханические характеристики, ранее не учитываемые в практике оценки их сложности.

Учитывая, что сложность перебросок предметов (их динамика, условия броска и ловли и т.д.), предопределена законами механики гимнастических предметов, прежде всего, был осуществлен анализ их физико-механических свойств. Установлено, что наиболее сложной для броска является лента, а для ловли – скакалка. Исходя из этого, наиболее сложной является переброска однородных предметов – скакалок, смешанных предметов – скакалок с лентами, а наиболее простой – переброска мяча.

Корреляционный анализ биомеханических характеристик техники различных перебросок предметов, позволил оценить их сложность с учетом исходных положений и направлений полета предмета при выполнении броска и ловли, как одной, так и другой рукой. Так в ходе корреляционного анализа показателей кинематики и электромиографии, было выявлено, что активация мышц в различной степени определяет движение руки в каждом из исследуемых бросков: от 10% до 90% (таблица 1).

Выполнение броска мяча «назад в стойке» и «из-за спины вперед в стойке» на 93,8% зависело от активируемых мышц. В большей степени движение руки определяла активация прямой мышцы живота правой стороны тела (на 60%) и широчайшей мышцы спины одноименной стороны тела (на 50%). Бросок из положения «лежа на животе» обеспечивало 87,5% активируемых мышц: в основном прямые мышцы живота (по 30%) и широчайшая мышца спины правой стороны туловища (на 40%). Выполнение же броска из положения «лежа на спине» было возможно при активации 48,8% мышц и движение в большей степени определяла активация левой дельтовидной мышцы (на 40%), двуглавой мышцы плеча бросковой руки и трехглавой мышцы плеча свободной руки (на 30%).

При ловле мяча наибольшее количество активируемых мышц, обеспечивающих качество приема предмета, фиксировалось в положениях «лежа на животе в наклоне назад» (81,25%) и «стойке боком» (75%). Но активация мышц по сравнению с другими положениями не превышала 30-50%. Установлено, что выполнение ловли сидя спереди на 68,75% зависело от активности локтевого сгибателя запястья (на 70%) и широчайшей мышцы спины правой стороны тела (на 60%). Для выполнения ловли в стойке за спиной была необходима активация всего 37,5% мышц, но точность движения в данном положении на 80% определяла активация правой трапецевидной мышцы.

Таблица 1 – Степень зависимости межзвенных углов от средней амплитуды турнов электрической активности мышц при выполнении броска мяча (n=10; %)

мышцы															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Бросок вперед правой рукой в стойке															
0	0	0	0	0	50	50	40	0	40	0	20	30	20	60	40
Бросок вперед левой рукой в стойке															
0	0	50	10	30	0	0	0	10	0	0	0	0	0	20	0
Бросок вперед двумя руками в стойке															
0	0	10	0	0	20	10	0	0	0	30	0	40	0	50	40
Бросок в сторону правой рукой в стойке															
40	10	0	10	20	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	30
Бросок назад правой рукой в стойке															
10	10	0	20	20	30	10	10	20	20	20	20	60	10	50	20
Бросок из-за спины вперед правой рукой в стойке															
10	10	0	20	20	30	10	10	20	20	20	20	60	10	50	20
Бросок вперед правой рукой в стойке на коленях															
10	0	0	20	0	0	0	90	20	0	0	0	20	10	0	50
Бросок вперед правой рукой в седе															
10	20	0	50	0	0	0	0	20	10	40	0	0	10	10	0
Бросок, лежа на спине															
0	10	0	10	0	30	30	0	20	40	10	10	0	0	20	0
Бросок, лежа на животе															
10	10	10	20	20	10	10	0	10	10	10	0	30	30	40	0
Примечание. Мышцы: 1-локтевой разгибатель запястья пр.; 2-локтевой разгибатель запястья лв.; 3-локтевой сгибатель запястья пр.; 4-локтевой сгибатель запястья лв.; 5-трехглавая плеча пр.; 6-трехглавая плеча лв.; 7-двуглавая плеча пр.; 8-двуглавая плеча лв.; 9-дельтовидная пр.; 10-дельтовидная лв.; 11-трапециевидная пр.; 12-трапециевидная лв.; 13-пр. мышца живота пр.; 14-пр. мышца живота лв.; 15-широчайшая спины пр.; 16-широчайшая спины лв.															

В процессе анализа особенностей влияния направления полета предмета и исходного положения в перебросках на сохранение равновесия было выявлено, что изменение данных характеристик в соответствии техникой работы предметом приводило к дополнительным колебаниям и, следовательно, динамике устойчивости равновесия (таблица 2).

Таблица 2 – Взаимосвязь показателей оценки движения в равновесии и межзвенных углов при выполнении бросков мяча (N=10, г)

бросок	Межзвенные углы									
	плечевой		локтевой		тазобедренный		коленный		голеностопный	
	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв
1	0,00	-0,09	-0,38	-0,35	-0,45	-0,37	-0,75	-0,60	0,45	-0,22
2	0,36	0,07	-0,11	0,11	0,31	-0,40	0,54	0,78	0,67	0,15
3	0,02	0,02	0,17	0,00	0,30	0,34	0,13	-0,18	-0,19	0,25
4	0,02	0,16	0,10	-0,23	-0,25	-0,01	-0,10	0,25	0,10	0,21
5	0,44	0,25	0,48	0,41	0,03	-0,11	-0,18	0,23	0,41	-0,10
6	0,09	-0,15	-0,02	0,31	0,12	0,06	0,21	-0,01	-0,07	0,05
7	0,10	0,05	0,38	0,07	-0,29	-0,19	-0,02	-0,23	-0,08	-0,08
8	0,30	0,39	0,33	0,45	-0,11	-0,13	-0,16	-0,12	-0,24	-0,09
Примечание. Броски: 1 - вперед пр.р. в ст.; 2-вперед лв.р. в ст.; 3-вперед двумя р. в ст.; 4-в сторону р. в ст.; 5-назад р. в ст.; 6-из-за спины р. в ст.; 7-вперед р. в ст. на коленях; 8-переброска р. вперед										

Наиболее сложным, независимо от положения тела, являлось сохранение равновесия при броске назад. Об этом свидетельствовали наименьшие показатели «оценки движения» и «качества функции равновесия» в положении «стойка спиной».

При выполнении ловли наименьшие показатели «оценки движения» и

«качества функции равновесия» фиксировались в положении «стойка боком», а также в «стойке» за спиной лицом к направлению движения предмета (таблица 3).

Исходя из полученных данных, было установлено, что особенности положений, занимаемых гимнастками в переброске, определяют степень устойчивости предбросковых поз, и, как следствие, точность переброски предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики. Сложность переброски обусловлена исходным положением гимнасток в броске или ловле предмета, а также направлением броска-ловли, что определяет трудность ее выполнения, возможные отклонения от техники, приводящие к потере предмета.

Таблица 3 – Взаимосвязь коэффициентов качества функции равновесия и показателей межзвенных углов при выполнении ловли мяча (N=11, г)

ловля	Межзвенные углы									
	плечевой		локтевой		тазобедренный		коленный		голеностопный	
	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв
1	-0,63	-0,17	-0,21	0,05	-0,10	-0,08	-0,47	0,10	0,16	-0,08
2	-0,24	-0,25	-0,29	0,20	-0,07	0,01	-0,22	-0,10	-0,23	-0,45
3	-0,02	0,06	-0,03	0,60	-0,28	-0,43	-0,26	-0,34	0,01	0,11
4	-0,37	-0,08	0,17	-0,05	0,21	0,10	-0,09	-0,08	0,07	-0,10
5	0,06	0,00	0,28	0,19	-0,28	-0,39	-0,53	-0,06	-0,43	0,57
6	0,28	0,57	-0,07	0,05	-0,40	-0,32	-0,45	-0,38	-0,36	-0,37
7	0,53	0,48	-0,24	0,46	-0,40	-0,33	-0,22	-0,15	-0,08	0,07
8	0,09	0,11	0,25	0,77	0,43	0,31	0,23	0,30	0,41	0,07
9	0,16	0,03	0,66	0,19	0,19	0,24	0,30	0,37	0,18	0,16

Примечание. Ловли: 1-спереди пр.р. в ст., 2-спереди лв.р. в ст., 3-спереди двумя р. в ст., 4-сбоку р. в ст., 5-спереди-назад двумя р. в ст., 6-сзади в ст., 7-переброска спереди, 8-спереди в ст. на коленях, 9-спереди в ст. на коленях без помощи рук.

Математический анализ кинематических, стабилеографических характеристик, особенностей электрической активности мышц при выполнении перебросок предметов с последующим корреляционным анализом позволили выявить объективные факторы сложности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики, к которым относятся:

- физические свойства предметов, определяющие активность мышц при реализации двигательных программ броска и ловли в переброске;
- положение тел гимнасток в броске и ловле предмета, его устойчивость или динамизм;
- «приоритетность» рабочей руки, выполняющей бросок или ловлю предмета в переброске;
- направление и плоскость броска и ловли предмета в переброске;
- амплитуда движений рабочего звена тела, осуществляющего переброску предмета;
- способ броска или ловли в переброске предмета;
- межмышечная координация для реализации движений предметом,
- отсутствие контроля предмета при выполнении переброски,
- наличие асимметрии движений тела и предметом в переброске.

В заключительной четвертой главе «Разработка и экспериментальная проверка таблиц технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях на основе объективных факторов сложности» представлены теоретические и практические аспекты авторского подхода к объективизации

технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики.

Для разработки базовых алгоритмов сложности переброски предметов в художественной гимнастике, с учетом биомеханических факторов были рассмотрены ее основные составляющие фазы – бросок и ловля. Прежде всего учитывалась сложность исходного положения, направление броскового движения и приоритетность работающей руки, так как именно они определяли кинематические (показатели межзвенных углов, ускорения точек звеньев тела), физиологические (показатели средней амплитуды турнов электрической активности мышц, реципрокность мышц) и стабиллографические характеристик движений. В схеме алгоритма наиболее простые броски были локализованы в левом верхнем углу, а наиболее сложные - в правом нижнем углу (рисунок 1).

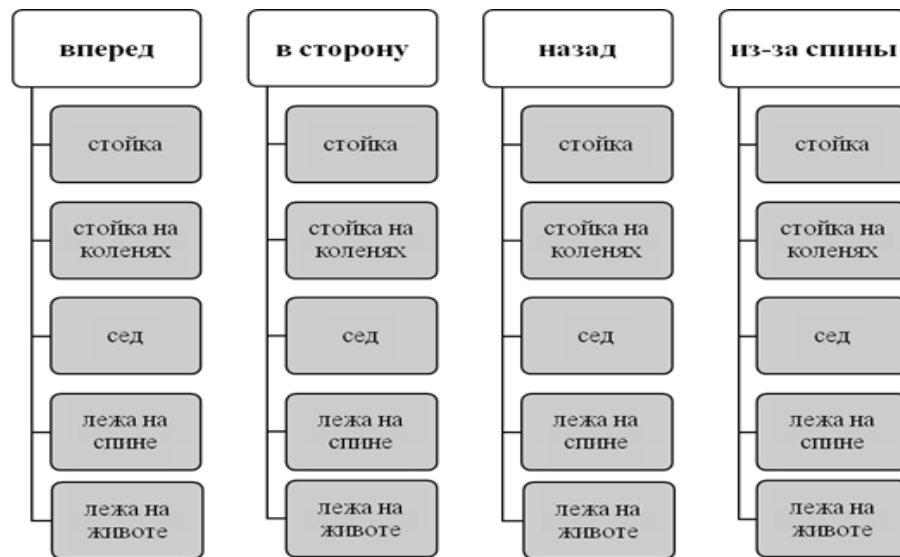


Рисунок 1 – Структура базового алгоритма формирования сложности броска предмета при выполнении переброски в групповых упражнениях художественной гимнастики

Перемещение по горизонтали позволяло изменить направление броска, снизить визуальный контроль и, следовательно, повысить требования к точности мышечных дифференцировок и реципрокности мышц, амплитуде замаха из-за уменьшения степеней свободы в суставах рабочей руки и усложнению сохранения равновесия во время броска.

Структура базового алгоритма сложности ловли в переброске предмета определялась по такому же принципу, как и в броске. При этом учитывалось, что наиболее просто осуществлять контакт и амортизацию перемещающегося по определенной траектории предмета при наличии зрительного контроля (то есть, спереди) и в стойке, позволяющей «гасить» скорость и корректировать направление движения посредством всех звеньев тела гимнастки.

Чем меньше было степеней свободы у звеньев тела спортсменки и меньше возможностей осуществлять контроль пространственного положения, тем сложнее было выполнить ловлю предмета.

На основе выявленных факторов и их логической взаимосвязи были

спроектированы базовые алгоритмы для определения условной технической ценности бросков и ловли в перебросках однородных и разных предметов групповых упражнений художественной гимнастики, сочетание которых определяло более высокую исходную сложность, как броска, так и ловли и, следовательно, – техническую ценность (рисунок 2).

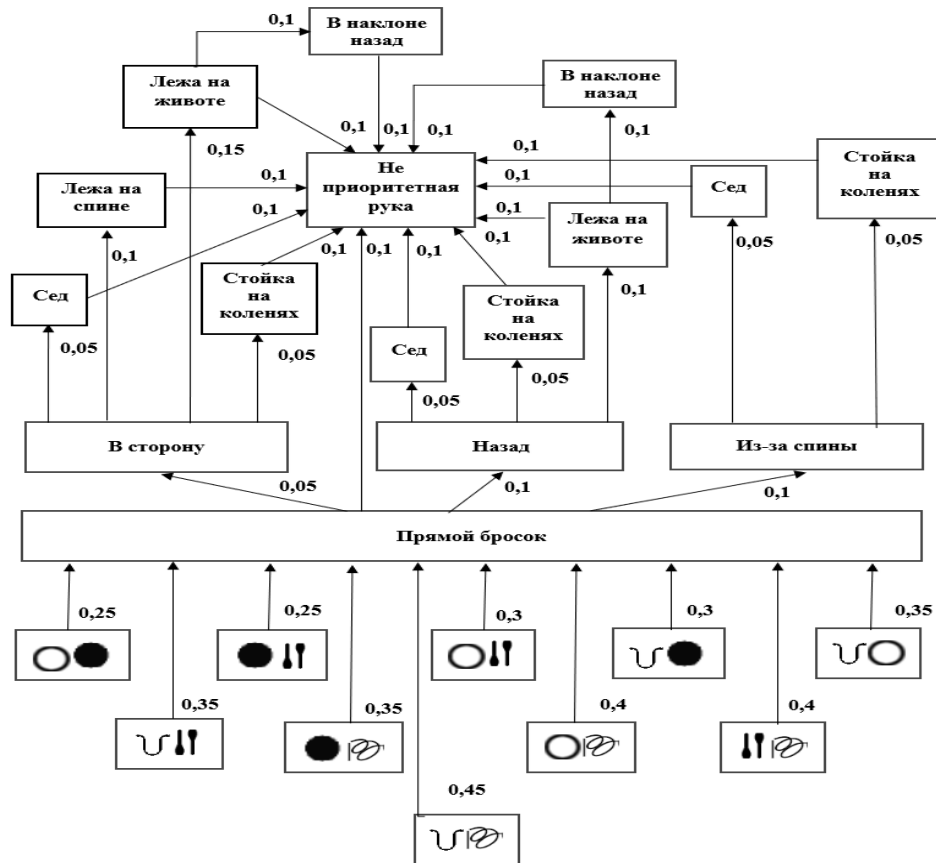


Рисунок 2 – Алгоритм определения условной технической ценности ловли при выполнении переброски разных предметов в художественной гимнастике

Перемещение по каждой из траекторий алгоритма позволяло получить суммарную условную техническую ценность двигательных действий в каждой фазе переброски, с учетом, представленных биомеханических факторов сложности. При этом в связи с различиями в физических свойствах каждого предмета и различий в их сочетаниях алгоритмы броска и ловли отличались по своей структуре и максимально возможной сложности. Разработанные алгоритмы позволили осуществить последующее проектирование базовой матрицы технической ценности броска и ловли предмета, которая послужила основой для определения ценности перебросок в целом (таблица 4).

Для конкретизации технической ценности каждой переброски предметов с учетом выявленных объективных факторов сложности и спроектированных алгоритмов ее определения для отдельных фаз движения применялись специально разработанные формулы.

Таблица 4 - Матрица технической ценности бросков и ловли в перебросках предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики

Уровень ценности	Бросок				Ловля			
	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>	<i>из-за спины</i>	<i>спереди</i>	<i>сбоку</i>	<i>сзади</i>	<i>спереди назад</i>
1	стоя	-	-	-	стоя	-	-	-
2	в пассе; стоя на коленях; сидя	стоя	-	-	в пассе; стоя на коленях	-	стоя	стоя
3	лежа на спине; стоя лв. рукой	пассе; стоя на коленях; сидя	стоя	стоя	сидя; стоя лв. рукой	- стоя	в пассе; стоя на коленях	в пассе; стоя на коленях
4	в пассе лв. рукой; ст. на коленях лв. рукой; сидя лв. рукой; лежа на животе	лежа на спине; стоя лв. рукой	в пассе; стоя на коленях; сидя	в пассе; стоя на коленях; сидя	пассе лв. рука; лежа на спине; ст.на коленях лв. рука	в пассе, стоя на коленях	сидя; стоя лв. рукой	идя
5	лежа на спине лв. рукой	в пассе лв. рукой; лежа на животе; в ст. на коленях лв. рукой; сидя лв. рукой	стоя лв. рукой	стоя лв. рукой	лежа на животе двумя руками; сидя лв. рукой	сидя; стоя лв. рукой; лежа на спине	лежа на животе двумя руками; в пассе лв. рукой в ст.на коленях лв. рукой;	лежа на животе
6	лежа на животе в наклоне назад; лежа на животе лв. рукой	лежа на спине лв. рукой	в пассе лв. рукой; в ст.на коленях лв. рукой; сидя лв. рукой;	в пассе лв. рукой; в ст.на коленях лв. рукой; сидя лв. рукой	лежа на животе в наклоне назад; лежа на животе пр. рукой; лежа на спине лв. рукой	в пассе лв. рукой; лежа на животе пр.рукой; ст.на коленях лв. рукой;	сидя лв. рукой; лежа на животе пр. рукой	-
7	-	лежа на животе в наклоне назад; лежа на животе лв. рукой	лежа на животе в наклоне назад; лежа на животе лв. рукой	-	лежа на животе в наклоне назад пр. рука; лежа на животе лв. рукой	сидя лев. рука; лежа на спине лв. рукой	лежа на животе в наклоне назад двумя руками; лежа на животе лв. рукой	-
8	лежа на животе в наклоне назад лв. рукой	-	-	-	лежа на животе в наклоне назад лв. рукой	лежа на животе лв. рукой	лежа на животе в наклоне назад пр. рукой	-
9	-	лежа на животе в наклоне назад лв. рукой	лежа на животе в наклоне назад лв. рукой	-	-	-	лежа на животе в наклоне назад лв. рукой	-

Для расчета ценности броска предмета: $ТЦБ = (ТЦБ1 + ТЦБ2) / 2$, где
 ТЦБ – техническая ценность броска, выполненного двумя гимнастками одновременно;

ТЦБ1 – техническая ценность броска, выполненного 1-ой гимнасткой;

ТЦБ2 – техническая ценность броска, выполненного 2-ой гимнасткой.

Для расчета ценности ловли предмета: $ТЦЛ = (ТЦЛ1 + ТЦЛ2) / 2$, где

ТЦЛ – техническая ценность ловли, выполненной двумя гимнастками одновременно;

ТЦЛ1 – техническая ценность ловли, выполненной 1-ой гимнасткой;

ТЦЛ2 – техническая ценность ловли, выполненной 2-ой гимнасткой.

Таким образом, техническая ценность переброски (ТЦП) предметов являлась суммарным показателем ценности броска и ловли, при выполнении переброски двумя гимнастками одновременно:

$$ТЦП = \frac{(ТЦБ1 + ТЦЛ1)}{2} + \frac{(ТЦБ2 + ТЦЛ2)}{2}$$

Полученные в процессе математических расчетов данные легли в основу разработки матрицы технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики. Матрица предполагала распределение бросков и ловлей в порядке возрастания технической ценности, конкретизированной с помощью разработанных алгоритмов сложности. Перемещение по вертикали или горизонтали позволяло получить более высокую техническую ценность переброски с учетом изменяющихся условий ее выполнения. Так для конкретного предмета (например, мяча) в матрице было предложено 2162 расцененных переброски (таблица 6). Всего было предложено 10810 расцененных перебросок с каждым из 5 предметов художественной гимнастики.

Применение базовых алгоритмов определения сложности броска и ловли предмета, а также специально разработанной формула расчета технической ценности переброски позволило спроектировать матрицы технической ценности для таблиц «трудности» правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики (таблицы 5 и 6).

Таблицы имели две разновидности: для перебросок однородных предметов и разнородных предметов. Первая разновидность включала в себя 5 таблиц, вторая разновидность – 10 таблиц, в каждой из которых была зафиксирована конкретная техническая ценность 10810 перебросок.

Оценка эффективности применения таблиц технической ценности перебросок предметов, разработанных для правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики, предполагала анализ результативности дифференцировки команд высококвалифицированных спортсменок групповых упражнений по «стоимости» перебросок и уровню исполнительского мастерства в целом, относительно действующих правил соревнований.

Таблица 5 – Фрагмент матрицы технической ценности перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики

ценность	Ловля мяча	Бросок мяча																							
		0,1	0,2				0,3						0,4												
		стойка	пассе	ст.боком	ст. на коленях	сед	в ст. лев.р.	ст. спиной	стоя, из-за спины	в пассае боком лев.р.	ст. наколенях боком	сед боком	лежа на спине	пассае, лев.р.	пассае спиной	пассае из-за спины	ст. боком лев.р.	ст. на коленях лев.р.	ст. на коленях спиной	ст. на коленях из-за спины	сед, лев.р.	сед спиной	сед из-за спины	лежа на спине боком	лежа на животе
0,2	стойка (ст.)	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,3	пассе	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	ст. спиной	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	в ст. спереди-назад двумя р.	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	в ст. на коленях	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,4	в ст. лев.р.	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	ст. боком	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	пассае спиной	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	пассае спереди назад	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	ст. на коленях спиной	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	ст. на коленях спереди назад двумя р.	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	сед	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	пассае, лев.р.	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
0,5	пассае боком	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	ст. спиной, лев.р.	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	ст. на коленях лев.р.	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	ст. на коленях боком	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	сед спиной	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	сед, спереди-назад, двумя р.	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	лежа на спине	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
0,6	ст. боком лев.р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	пассае спиной, лев.р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	ст.на коленях, спиной лев.р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	сед, лев.р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	сед боком	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	лежа на спине боком	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	лежа на животе двумя р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	лежа на животе спиной двумя р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	лежа на животе спереди-назад двумя р.	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 6 – Фрагмент таблицы технической ценности перебросок однородных предметов (мячей) для правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики

№ п/п	Запись переброски	техническая ценность								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	Вперед из стойки в различные положения; Тоже неприоритетной рукой + 0,1	в стойке, впереди	в ст. на коленях, впереди	в п. «сед», впереди	в п. «лежа на спине», впереди	в п. «лежа на боку», впереди	в п. «лежа на животе», впереди	в п. «лежа на животе, вверху в наклоне назад»,		
2	Вперед из стойки на коленях Тоже неприоритетной рукой + 0,1		в стойке, впереди	в ст. на коленях, впереди	в п. «сед», впереди	в п. «лежа на спине», впереди	в п. «лежа на боку», впереди	в п. «лежа на животе», вверху	тоже в наклоне назад	
3	Вперед из положения «сед» Тоже неприоритетной рукой + 0,1		в стойке, впереди	в ст. на коленях, впереди	в п. «сед», впереди	в п. «лежа на спине», впереди	в п. «лежа на боку», впереди	в п. «лежа на животе», вверху	тоже в наклоне назад	
4	Вперед из положения «лежа на спине» Тоже неприоритетной рукой + 0,1			в стойке, впереди	в ст. на коленях, впереди	в п. «сед», впереди	в п. «лежа на спине», впереди	в п. «лежа на боку», впереди	в п. «лежа на животе», вверху	тоже в наклоне назад
5	Вперед из положения «лежа на боку» Тоже неприоритетной рукой + 0,1			в стойке впереди	в ст. на коленях впереди	в п. «сед» впереди	в п. «лежа на спине» впереди	в п. «лежа на боку», впереди	в п. «лежа на животе» вверху	тоже в наклоне назад
6	Вперед из положения «лежа на животе» Тоже неприоритетной рукой + 0,1				в стойке, впереди	в ст. на коленях, впереди	в п. «сед», впереди	в п. «лежа на спине», впереди	в п. «лежа на боку», впереди	

Она проводилась в два этапа и включала в себя квалитетрию технической ценности перебросок предметов на соревнованиях по художественной гимнастике Grand Prix Moscow 2020 в соответствии: 1) с действующими правилами соревнований; 2) с научно-обоснованными и разработанными таблицами технической ценности перебросок предметов (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты экспериментальной проверки эффективности экспертизы технической ценности перебросок предметов в программах команд-финалисток на соревнованиях Grand Prix Moscow 2020 (баллы)

Страна	ценность перебросок в композиции с 5 мячами	ценность перебросок с учетом факторов сложности	Разница в ценности перебросок	ценность перебросок в композиции с 3 обручами 2 парами булав	ценность перебросок с учетом факторов сложности	Разница в ценности перебросок
1. Россия	3,8	5,1	1,3	3,0	3,4	0,4
2. Белоруссия	3,5	4,5	1,0	3,1	3,2	0,1
3. Израиль	3,5	5,0	1,5	3,6	4,5	0,9
4. Узбекистан	3,3	3,6	0,3	3,7	4,0	0,3
5. Бразилия	3,2	3,6	0,4	3,6	4,2	0,6
6. Турция	3,1	3,2	0,1	2,7	2,8	0,1
7. Финляндия	3,3	3,6	0,3	3,5	3,9	0,4
$M \pm m$	$3,38 \pm 0,08$	$4,08 \pm 0,28$	$0,70 \pm 0,21$	$3,31 \pm 0,14$	$3,71 \pm 0,22$	$0,4 \pm 0,1$
$V (\%)$	6,9	18,7	79,5	11,5	16,2	70,7
Стат. вывод	$p < 0,05$			$p < 0,05$		

Установлено, что в соответствии с действующими правилами ценность перебросок предметов в финале многоборья находилась в пределах $3,04 \pm 0,09$ балла (с мячами) – $2,9 \pm 0,1$ балла (с 3 обручами и 2 парами булав) при низкой вариативности показателей (7-12%).

Перерасчет ценности перебросок предметов с учетом объективных факторов их сложности показал, что в среднем их «стоимость» в комбинации с 5 мячами увеличилась на 0,6 балла, с разными предметами на 0,9 балла. Наибольшая разница была зафиксирована в соревновательных композициях сборной команды России (+1,6 балла в мячах) и сборной команды Израиля (+1,3 балла в обручах-булавах). При этом коэффициент вариации ценности перебросок в упражнениях с 5 мячами увеличился на 11,8% и в упражнениях с 3 обручами и 2 парами булав на 4,7%. В процессе пересчета ценности перебросок в упражнении с 5 мячами у сборной команды Турции, было установлено снижение данного показателя, а в финалах со смешанным видом предметов у сборной команды Финляндии увеличение ценности перебросок повлияло на общую оценку и распределение мест в турнирной таблице.

Произошедшие изменения в технической ценности перебросок предметов в соревновательных композициях финалисток были достоверны ($p < 0,05$), к тому же оценки призеров в каждом виде многоборья стали иметь большие различия (на 1,5%) с остальными командами. Это свидетельствовало об улучшении дифференцировки команд по сложности выполняемых перебросок предметов, а также повышении возможностей в определении рейтинга команд, выступавших в финале многоборья.

Универсальность применения разработанных таблиц была подтверждена,

не только в соревновательной деятельности, но и при усложнении выполняемых в композициях перебросок предметов в процессе спортивной подготовки сборной команды НГУ им П.Ф. Лесгафта по групповым упражнениям (рисунок 3).

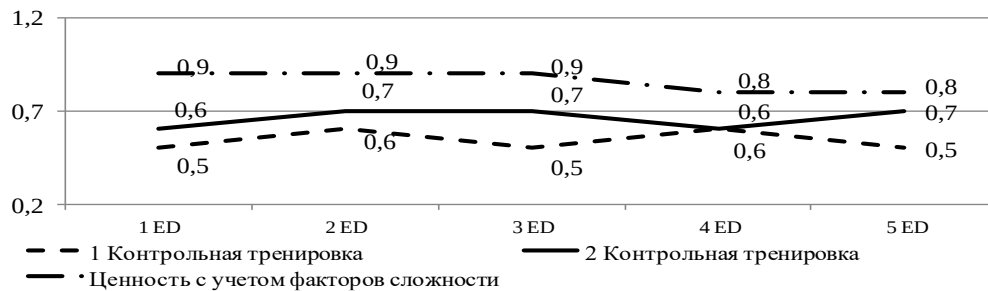


Рисунок 3 – Динамика технической ценности перебросок предметов, выполняемых испытуемыми в процессе педагогического эксперимента (баллы)

Предложенные алгоритм и матрицы позволили в кратчайшие сроки повысить техническую ценность перебросок и программы в целом, а сложность каждой переброски в среднем была увеличена на 0,2 балла.

Таким образом, полученные в процессе педагогического эксперимента результаты свидетельствовали, что спроектированные таблицы технической ценности перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики позволяют не только оптимизировать процесс экспертизы и ранжирования команд по исполнительскому мастерству, но и управлять процессом его формирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Тенденциями развития групповых упражнений художественной гимнастики, указывающим на необходимость применения научно-обоснованного подхода к определению технической ценности перебросок являются:

- увеличение вариативности содружеств гимнасток с обменом предметами посредством броска (с 2000 г. по 2020 г. на 40%);
- изменение вариативности сочетания предметов в соревновательных комбинациях групповых упражнений;
- высокая плотность оценок за техническую ценность соревновательных композиций групповых упражнений, в том числе, за переброски предметов;
- наличие высокой конкуренции в групповых упражнениях на мировой арене, предъявляющего повышенные требования к надежности выполнения бросковых элементов и содружеств независимо от сложности;
- низкая динамика разнообразия применяемой в соревновательных композициях сложности перебросок предметов.

2. Несмотря на стимулирование правилами соревнований ФИЖ последние пять олимпийских циклов сложности соревновательных программ групповых упражнений посредством выполнения элементов содружества, данные документы не позволяли метрологически точно оценить техническую ценность композиций, а также дифференцировать и ранжировать команды по уровню

исполнительского мастерства. На это указывают:

- условный учет сложности и оригинальности перебросок предметов, приводящий к единообразию в их применении, снижению динамизма и зрелищности композиций;
- нивелирование ценности перебросок предметов посредством их объединения в группу сложности по обобщенному критерию;
- отсутствие в правилах соревнований научно обоснованных таблиц технической ценности перебросок предметов, основанных на объективных биомеханических и физиологических характеристиках сложности их техники.

3. Учитывая установленные в процессе проведенных исследований информативные механические и биомеханические характеристики техники перебросок предмета, определена локализация факторов сложности в общей структуре движения:

- в положении тела спортсменки при выполнении броска;
- в способе и направлении броска;
- в характере движений спортсменки после броска предмета и до ловли;
- в положении тела спортсменки при выполнении ловли;
- в способе и направлении ловли.

4. Объективными факторами сложности техники перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастике являются:

- физические свойства предметов, определяющие активность мышц при реализации двигательных программ броска и ловли в переброске;
- положение тел гимнасток в броске и ловле предмета, его устойчивость или динамизм;
- «приоритетность» рабочей руки, выполняющей бросок или ловлю предмета в переброске;
- направление и плоскость броска и ловли предмета в переброске;
- амплитуда движений рабочего звена тела, осуществляющего переброску предмета;
- способ броска или ловли в переброске предмета;
- межмышечная координация для реализации движений предметом,
- отсутствие контроля предмета при выполнении переброска,
- наличие асимметрии движений тела и предметом в переброске.

5. Базовой основой для определения технической ценности перебросок предметов является алгоритм ее формирования, который спроектирован с учетом системных связей между:

- кинематикой движений при выполнении броска и ловли предмета из различных исходных положений и соответствующими им электромиографическими характеристиками;
- кинематическими характеристиками движений предметом при броске и ловле и стабилметрическими характеристиками сохраняемого равновесия;
- электромиографическими характеристиками движений предметом при выполнении броска и ловли и стабилметрическими характеристиками сохраняемого при этом равновесия;

6. Базовые алгоритмы определения сложности броска и ловли предмета, а

также формулы расчета технической ценности переброски являются основой проектирования матриц технической ценности для таблиц «трудности» правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики.

Спроектированные таблицы технической ценности («трудности») имеют 2 разновидности: для однородных предметов и разнородных предметов групповых упражнений художественной гимнастики. Первая разновидность включает в себя 5 таблиц, вторая разновидность – 10 таблиц, в каждой из которых зафиксирована техническая ценность более 10810 вариантов перебросок предметов.

7. Апробация разработанных таблиц «трудности» в процессе экспертной оценки технической ценности перебросок предметов в соревновательных композициях групповых упражнений высококвалифицированных спортсменок показала повышение метрологической точности определения их сложности (от 12% до 20,7%) и возможности большей дифференцировки команд по исполнительскому мастерству (от 4,7 до 11,8%).

8. Разработанные таблицы технической ценности перебросок предметов, учитывающие биомеханические и физиологические особенности техники движений, позволяют целенаправленно и последовательно повышать сложность соревновательных программ групповых упражнений. Оценка эффективности их применения в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменок показала возможность уменьшения количества грубых ошибок в перебросках предметов и увеличение технической ценности на 1,5 балла.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для создания высокохудожественных композиций групповых упражнений, отвечающих современным требованиям художественной гимнастики, необходимо использовать широкий арсенал «элементов трудности», разнообразных движений предметами, в том числе, специфических, к которым относятся переброски предметов. Такой подход к конструированию соревновательных композиций предоставляет большие возможности в демонстрации двигательной индивидуальности групп и дифференцировки судьями по уровню их исполнительского мастерства.

2. Приступая к оценке исполнительского мастерства, судьям и тренерам очень важно различать понятия «сложность» и «трудность» элементов художественной гимнастики, так как именно точность формулировок предопределяет предмет, направленность и качество экспертизы. Учитывая, что «сложность» – это независимая биомеханическая характеристика элемента, которая объективно отражает его принципиальные свойства, независящие от исполнителя, «трудность», как субъективная, относительная характеристика, определяющая отношение сложности элемента к уровню готовности исполнителя, не может влиять и определять техническую ценность отдельных элементов и соревновательной композиции в целом.

3. Применяемая в процессе экспертизы исполнительского мастерства судейская оценка сложности переброски предмета, базирующаяся на визуальном восприятии внешних параметров движения, должна быть дополнена виртуальной моделью, имеющей соответствующую научно-обоснованную техническую

ценность. При этом проблему объективности оценки можно решить не столько за счет оптимизации процедуры переработки получаемой информации, сколько предоставлением экспертам возможности производить адекватную оценку сложности перебросок, имеющих научно-обоснованную техническую ценность, обозначенную в таблицах правил соревнований по художественной гимнастике.

4. В качестве ориентира при определении технической ценности существующих и создаваемых перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики рекомендуется использовать объективные биомеханические закономерности, обуславливающие факторы сложности реализации двигательных программ перебросок. Это позволит скорректировать основной фонд оценочных средств правил соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики, а также обеспечит тренеров и судей инструментарием, стимулирующим процесс развития сложности, оригинальности и зрелищности композиций в данном виде спорта.

5. Правила соревнований по групповым упражнениям художественной гимнастики необходимо дополнить таблицами технической ценности перебросок однородных и разнородных предметов.

6. Экспертиза ценности переброски однородных и разных предметов должна учитывать суммарно или каждый в отдельности следующие факторы сложности: физические свойства предметов, определяющие неравнозначную активность мышц гимнасток при реализации одной и той же двигательной программы броска и ловли в переброске; положение тела при выполнении броска и ловли, его устойчивость или динамизм; «приоритетность» руки, выполняющей бросок или ловлю; направление и плоскость выполняемого броска и ловли; амплитуда движений звеньями тела при выполнении броска и ловли; способ выполнения броска или ловли в переброске; межмышечная координация для реализации двигательной программы броска или ловли; отсутствие контроля предмета при выполнении броска или ловли в переброске; степень асимметрии движений тела и предмета при выполнении переброски.

7. Разработанные алгоритмы определения сложности перебросок предметов в групповых упражнениях должны быть положены в основу проектирования содержания многолетней технической подготовки спортсменок.

8. Системный подход к анализу сложности перебросок предметов художественной гимнастики с применением современных аппаратных методик, может быть рекомендован не только с целью определения технической ценности применяемых соревновательных упражнений, но и для проверки эффективности двигательных действий спортсменов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Давыдова, Т. Ю. О необходимости направленного развития высших психических функций высококвалифицированных спортсменок групповых упражнений художественной гимнастики / И. С. Семибратова, А. Ю. Давыдова, Т. Ю. Давыдова, Л. И. Павлычева // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2017. – № 1 (143). – С. 265–269.

2. Давыдова, Т. Ю. Совершенствование синхронизации движений в

групповых упражнениях художественной гимнастики / Е. Н. Медведева, А. Ю. Давыдова, Т. Ю. Давыдова // Университетский спорт: здоровье и процветание нации : материалы VIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Улан-Батор, 2018. – С. 47–50.

3. Давыдова, Т. Ю. **Объективные факторы успешного выполнения перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики** / Е. Н. Медведева, Р. Н. Терехина, А. А. Супрун, О. А. Двейрина, Т. Ю. Давыдова, А. Ю. Давыдова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 6 (160). – С. 117–123.

4. Давыдова, Т. Ю. **Влияние физических свойств предметов на сложность и точность выполнения перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики** / Е. Н. Медведева, А. А. Супрун, О. А. Двейрина, Т. Ю. Давыдова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 10 (164). – С. 219–223.

5. Давыдова, Т. Ю. Конкретизация биомеханических критериев сложности перебросок предметов в художественной гимнастике / Е. Н. Медведева, Т. Ю. Давыдова // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 апр. 2019 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол. : С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шилюк (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Ч. 1. – С. 86–90.

6. Давыдова, Т. Ю. **Факторы сложности сохранения равновесия с броском предмета в художественной гимнастике** / Е. Н. Медведева, Р. Н. Терехина, Е. С. Крючек, Т. Ю. Давыдова, А. Ю. Давыдова, Т. И. Колесникова // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 5. – С. 16–20.

7. Давыдова, Т. Ю. **Особенности активации мышц при выполнении перебросок предметов из различных исходных положений в художественной гимнастике** / Е. Н. Медведева, Т. Ю. Давыдова, Т. И. Колесникова // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 8. – С. 90–92.

8. Давыдова, Т. Ю. Оптимизация процесса тренировки студенток в групповых упражнениях художественной гимнастики на основе объективных факторов сложности выполнения перебросок предметов / Т. Ю. Давыдова, Е. Н. Медведева // Университетский спорт: здоровье и процветание нации : материалы XI Международной научной конференции студентов и молодых ученых. 10-13 октября 2019 г. / Казахская академия спорта и туризма. – Алматы, 2019. – С. 152–155.

9. Давыдова, Т. Ю. Особенности подготовки гимнасток в групповых упражнениях художественной гимнастики / Е. Н. Медведева, А. Ю. Давыдова, Т. Ю. Давыдова // Физическая культура и спорт в XXI веке: актуальные проблемы и их решения : сборник материалов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (онлайн-формат, 21-22 октября 2020 года). Том 1 / под общей ред. Горбачевой В. В., Борисенко Е. Г. – Волгоград, 2020. – С. 120–126.

10. Давыдова, Т. Ю. **Освоение перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики на основе учета объективных факторов их сложности** / Е. Н. Медведева, Т. Ю. Давыдова // Вестник спортивной науки. – 2020. – № 6. – С. 4–7.