

На правах рукописи

МЕДВЕДЕВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

**ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ
СТРУКТУРНЫХ ГРУПП ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКИ**

Специальность: 13.00.04 - теория и методика физического воспитания,
спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора педагогических наук

Санкт-Петербург - 2017

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

Официальные оппоненты:

Сайкина Елена Гавриловна, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры гимнастики и фитнес-технологий ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»;

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

Сомкин Алексей Альбертович, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры физического воспитания ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения».

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

Защита состоится 22 июня 2017 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 311.010.01 ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург» по адресу: 190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов д. 35, актовый зал.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени 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 Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>).

Автореферат разослан «___» «_____» 2017 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор педагогических наук, профессор

Костюченко В.Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Высшие достижения спортсменов свидетельствуют об уровне развития художественной гимнастики и определяют её популярность в стране и мире. Качество оценки достижений обуславливает адекватность представлений о современном состоянии и перспективах дальнейшего развития вида спорта. Если невозможно определить и сравнить достижения участников, то проведение спортивных соревнований теряет смысл, а спорт как вид деятельности прекращает свое существование. Поэтому правила спортивных соревнований, независимо от применяемого в них метода квалитметрии, должны гарантировать максимально возможное объективное сравнение достижений человека, демонстрируемых в соревновательной деятельности.

Уровень достижений спортсменов в художественной гимнастике определяется субъективной измерительной системой – экспертной оценкой. Она предполагает оценку всех компонентов исполнительского мастерства гимнасток: сложности, композиции, технического и артистического исполнения, которые являются слагаемыми общей экспертной оценки и основанием для ранжирования гимнасток по уровню мастерства. При этом доля каждого компонента в повышении качества экспертизы различна. Только техническая ценность, как производная координационной сложности в своей основе имеет количественные биомеханические характеристики, способные объективизировать экспертизу соревновательных программ в целом. Точность определения технической ценности элементов обуславливает не только стандартизацию оценки их сложности, но и их разнообразие в программе, качество исполнения, композиционное построение и демонстрируемый гимнастками артистизм. Являясь стержневой основой в технико-эстетической деятельности художественной гимнастики, техническая ценность соревновательного упражнения может достоверно отражать реальную координационную сложность и объективизировать экспертную оценку в целом. Однако критерии оценки исполнительского мастерства (в том числе и техническая ценность) регламентированы правилами соревнований Международной федерации гимнастики (FIG), которые в каждом олимпийском цикле претерпевают изменения, не основанные на научной доказательной базе. В связи с этим элементы структурных групп художественной гимнастики перемещаются в таблицах «трудности», меняя техническую ценность. Зачастую интересные, зрелищные элементы исключаются из содержания правил соревнований, что обедняет композиции гимнасток.

Отсутствие научного подхода к проектированию таблиц технической ценности элементов структурных групп является одной из причин неадекватного определения достижений гимнасток. Это создает предпосылки для манипуляции результатами спортсменов в условиях коммерциализации и политизации спорта высших достижений и негативно сказывается на развитии художественной гимнастики в целом. Поэтому исследование, направленное на объективизацию

экспертной оценки исполнительского мастерства спортсменов, является актуальным и важным для теории и практики художественной гимнастики.

Степень научной разработанности проблемы. При проектировании правил соревнований, и в частности таблиц технической ценности элементов структурных групп, Технический Комитет FIG руководствуется субъективным мнением экспертов, не имеющих точных представлений о факторах сложности, сформированных на основе объективных научных данных. На это обращали внимание многие специалисты (Брыкин А., Ипполитов Ю, Кологномос В., 1963; Авсенов Е.В., 1982; Аверкович Э.П., Попов Ю.А., Резников Ю.А, Суслаков Б.А., 1979; Терехина Р.Н., Титов Ю.Е., Турищева Л.И.,1991; Бакулина Е.Д., 2006; Ким Н.В., 2011 и др.) с целью повышения качества экспертизы в гимнастике. При этом сложнокоординационная деятельность, к которой относится художественная гимнастика, имеет в своей основе биомеханические, то есть количественные критерии оценки, которые, прежде всего, должны быть использованы для объективизации не только технической ценности элементов и соревновательных программ, но и исполнительского мастерства гимнасток в целом. Возможности современных технологий позволяют всесторонне, комплексно и системных позиций решать подобные проблемы (Шалманов А.А., 2002; Городничев Р.М., 2005; Бучацкая И.Н., 2005; Самсонова А.В., Комиссарова Е.Н., 2008; Биленко А.Г., 2008; Доценко В.И.,2008; Губа В.П., 2011 и др.). Однако на данный момент в спортивной науке отсутствуют исследования, позволяющие научно обосновать и подтвердить объективность применяемой экспертизы технической ценности, являющейся одним из компонентов исполнительского мастерства спортсменов в художественной гимнастике. В целом теория и методика спорта располагает большим количеством публикаций, посвященных изучению двигательных действий (Фарфель В.С., 1975; Лазаренко Т.П., 1991; Донской Д.Д., Дмитриев С.В.,1994; Гавердовский Ю.К., 2002; Сучилин Н.Г., 2011 с соавт., 2011; Ботяев В.Л., 2011 и др.), но имеющиеся данные не позволяют дифференцировать элементы структурных групп художественной гимнастики по сложности, чтобы получить объективную информацию об их истинной технической ценности. Это не способствует повышению качества спортивной квалиметрии, объективизации оценки результатов выступлений спортсменов, ограничению возможности судейских ошибок и манипуляций, что в конечном итоге сдерживает рост спортивного мастерства гимнасток и развитие художественной гимнастике во всем мире.

Таким образом, проблемная ситуация диссертационной работы выражается следующими противоречиями:

- между направленностью вида спорта художественная гимнастика на достижение спортсменками рекордных результатов и отсутствием объективной критериев их оценки;

- между направленностью вида спорта художественная гимнастика на повышение технической сложности и уровня исполнительского мастерства спортсменов и ограничением этой сложности посредством существующих

таблиц технической ценности элементов структурных групп правил соревнований;

- между ростом количества спортсменок, 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 проявляется необходимость дифференцированной градации сложности элементов, основанной на объективных биомеханических характеристиках, с целью определения истинной технической ценности соревновательных программ и адекватной оценки исполнительского мастерства гимнасток.

Объект исследования: процесс экспертизы технической ценности соревновательных программ в художественной гимнастике.

Предмет исследования: техническая ценность как производная сложности элементов структурных групп художественной гимнастики.

Цель диссертационной работы: научно обосновать процесс объективизации технической ценности соревновательных программ в художественной гимнастике на основе комплексного биомеханического анализа сложности элементов структурных групп упражнений.

Научная гипотеза исследования состоит в предположении о том, что выявление объективных факторов сложности элементов структурных групп художественной гимнастики, основанная на системном биомеханическом анализе их техники, позволит:

- определить техническую ценность элементов, соответствующую их сложности;

- повысить качество экспертизы исполнительского мастерства спортсменок на основе совершенствования квалиметрии сложности их соревновательных композиций;

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

- прогнозировать и моделировать новые элементы художественной гимнастики;

- создать условия для совершенствования системы интегральной подготовки спортсменок.

Задачи исследования:

1. Выявить негативные факторы правил соревнований FIG, влияющие на объективность экспертной оценки исполнительского мастерства спортсменок в художественной гимнастике.

2. Проанализировать эффективность экспертной оценки исполнительского мастерства спортсменок в художественной гимнастике в последних четырёх олимпийских циклах.

3. Обосновать необходимость повышения качества экспертизы исполнительского мастерства спортсменок в художественной гимнастике посредством объективизации технической ценности элементов структурных групп соревновательных программ на основе сложности.

4. Конкретизировать кинематические и динамические характеристики сложности элементов основных структурных групп художественной гимнастики: прыжков, поворотов и равновесий.

5. Разработать операционные компоненты экспертизы в виде алгоритмов формирования сложности элементов структурных групп художественной гимнастики.

6. Дифференцировать элементы структурных групп художественной гимнастики по сложности и спроектировать матрицы технической ценности правил соревнований.

7. Экспериментально подтвердить эффективность экспертной оценки соревновательных программ высококвалифицированных спортсменок на основе применения теоретически обоснованных операционных компонентов определения технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики.

Методы исследования определялись полифункциональностью и многоплановостью исследовательских задач. Комплекс методов включал в себя: теоретический анализ; обобщение специальной литературы и программных документов FIG; контент-анализ протоколов соревнований; анализ видеозаписей соревновательных программ гимнасток высокой квалификации; опрос (анкетирование, беседа) тренеров и судей высокой квалификации; педагогическое наблюдение; метод экспертных оценок; комплексную оценку соревновательной деятельности; метод бесконтактного исследования видеоряда движений и анализа двигательных действий; метод поверхностной электромиографии; метод стабилотографии; метод проектирования; педагогический эксперимент; методы математической обработки результатов исследования с использованием современных информационных систем.

Организация исследования. Теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертационной работы проводились в течение 2010-2016 гг. на базе: кафедры теории и методики гимнастики ФГБОУ ВО «НГУ им. П.Ф.Лесгафта, Санкт-Петербург», НИИ проблем спорта и оздоровительной физической культуры ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», на учебно-тренировочной базе спортивной сборной команды России по художественной гимнастике в Новогорске (г. Москва), во Всероссийской Федерации художественной гимнастики, осуществлялось на Чемпионатах Мира и Европы по художественной гимнастике 2014-2016 г.г., Европейских Играх - 2015 года, Олимпийских играх в Рио-де-Жанейро. Организация и проведение исследования соответствовало четырем относительно самостоятельным, но взаимосвязанным этапам.

Первый этап исследования (2010-2014 г.г.) включал в себя определение общей направленности работы, осуществление сбора первичной информации по теме диссертации, проведение системного анализа содержания и специфики соревновательной деятельности и подготовки спортсменок в художественной гимнастике для постановки проблемы исследования и формирования гипотетических предположений. Завершением этого этапа стало выполнение научно-исследовательской работы «Разработка модельных характеристик спортсменок высокого класса в художественной гимнастике с учетом современных требований к сложности программ в индивидуальных и групповых упражнениях» по Государственному контракту № 589от 03 декабря 2014г. и издание статей, учебного пособия по проблематике исследования.

Второй этап исследования (2014-2015 г.г.) был направлен на продолжение теоретического изучения состояния проблемы посредством анализа и обобщения научной и методической литературы, обработки видеозаписей и протоколов соревнований Чемпионатов Европы, мира Олимпийских игр с 2001 по 2016 год, проведение поисковых исследований с применением биомеханических методик, апробацию предварительных результатов исследования. Завершением данного этапа стало участие в научно-исследовательской работе «Разработка научно-обоснованных предложений по оценке трудности и сложности элементов художественной гимнастики на основе анализа биомеханических характеристик и внутримышечной координации движений спортсменок высокой квалификации при выполнении различных структурных групп упражнений соревновательных программ» по Государственному контракту № 613 от 02 сентября 2015 г.

На третьем этапе исследования (январь-апрель 2016 г) были конкретизированы объективные факторы экспертной оценки исполнительского мастерства в художественной гимнастике; осуществлена классификация элементов структурных групп по сложности и разработаны алгоритмы определения технической ценности элементов структурных групп упражнений художественной гимнастики; построены матрицы технической ценности элементов для правил соревнований FIG; проведена экспериментальная проверка эффективности применения матриц технической ценности правил соревнований и обработка обширного фактического материала; осуществлено внедрение результатов исследования в регламентацию экспертизы соревновательных программ в художественной гимнастике, практику проектирования спортивной подготовки гимнасток, в профессиональную подготовку специалистов по художественной гимнастике.

На четвертом (заключительном) этапе исследования (апрель-июнь 2016г.г.) обобщены и структурированы полученные результаты; завершена работа по обобщению новых научных фактов; осуществлена логическая систематизация, статистическая обработка, графическое изображение, табулирование, углубленная интерпретация полученной информации, проведены ее сопоставление и обобщение; подтверждена обоснованность выдвинутой гипотезы, определена высокая степень решения поставленных задач,

сформулированы научные положения, заключения, выводы и практические рекомендации, подготовлена рукопись диссертации к защите.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Совершенствование экспертной оценки исполнительского мастерства гимнасток должно осуществляться на основе учета объективных биомеханических характеристик сложности элементов, являющихся основой адекватной оценки технической ценности элементов структурных групп и соревновательных программ в художественной гимнастике.

2. Сложность элементов структурных групп художественной гимнастики обусловлена комплексом взаимосвязанных биомеханических факторов, предопределяющих их техническую ценность и представляющих собой различное сочетание кинематических, электромиографических и стабิโลграфических характеристик техники движений в соответствии с конкретной двигательной задачей.

3. Биомеханические факторы координационной сложности лежат в основе проектирования алгоритмов формирования сложности и матриц объективной технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики, позволяющих скорректировать критерии оценки данного компонента исполнительского мастерства в таблицах правил соревнований FIG.

4. Ранжирование элементов структурных групп в таблицах правил соревнований по художественной гимнастике на основе учета их объективной технической ценности позволяет повысить качество квалиметрии сложности соревновательных программ и дифференцировки гимнасток по уровню их исполнительского мастерства.

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

- определены объективные характеристики в субъективной измерительной системе оценки исполнительского мастерства гимнасток;

- рассчитана объективная техническая ценность элементов структурных групп художественной гимнастики на основе биомеханических факторов сложности движений: электрической активности мышц, кинематических и стабילוграфических характеристик;

- систематизированы элементы структурных групп художественной гимнастики в таблицах правил соревнований FIG согласно их научно-обоснованной технической ценности;

- объективизирована экспертная оценка композиций соревновательных программ в художественной гимнастике на основе учета объективных биомеханических факторов сложности, являющейся компонентом исполнительского мастерства спортсменок;

- созданы условия для повышения качества квалиметрии исполнительского мастерства гимнасток и стимулирования процесса композиционного совершенствования соревновательных программ в художественной гимнастике;

- предложены научно-обоснованные алгоритмы формирования технической ценности элементов художественной гимнастики на основе биомеханических факторов сложности, позволяющие упорядочить процесс освоения техники элементов и разрабатывать стратегии формирования технического мастерства гимнасток;

- созданы объективные предпосылки для моделирования новых сложных элементов и реализации принципа перспективно-прогностического подхода в системе подготовки высококвалифицированных гимнасток;

- 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 ценность исследования заключается в дополнении теории и методики художественной гимнастики научными данными, являющимися:

- системообразующими в интегральной подготовке гимнасток высокой квалификации;

- основой для повышения качества экспертизы исполнительского мастерства гимнасток на различных этапах подготовки в художественной гимнастике;

- условием для дальнейшего прогнозирования и моделирования новых элементов художественной гимнастики;

- предпосылкой для дальнейшего композиционного совершенствования соревновательных упражнений спортсменок в художественной гимнастике;

- условием перспективной подготовки спортивного резерва;

- условием перспективного развития художественной гимнастики в стране и мире.

Полученные сведения о влиянии кинематических и динамических характеристик двигательных действий на сложность и техническую ценность элементов структурных групп художественной гимнастики расширяют теоретические представления о факторах, обуславливающих исполнительское мастерство спортсменок в данном виде спорта и других, схожих с ним видах сложнокоординационной двигательной деятельности. На основе системного биомеханического анализа двигательных действий получены данные о содержании видов готовности к освоению элементов структурных групп художественной гимнастики и о последовательности их освоения в процессе многолетней спортивной подготовки гимнасток.

Практическая значимость работы.

1. Установлены особенности влияния внешних (кинематических) и внутренних (динамических) характеристик двигательного действия (перемещения и скорости перемещения звеньев тела, длительности электрической активности скелетных мышц, а также турн-амплитудных характеристик ЭМГ) на сложность

элементов структурных групп художественной гимнастики, являющиеся основой разработки учебных заданий для освоения новых технических элементов.

2. На основе конкретизации объективных критериев сложности элементов структурных групп художественной гимнастики разработаны алгоритмы формирования технической ценности элементов.

3. Разработана классификация элементов структурных групп художественной гимнастики с учетом их технической ценности для правил соревнований FIG.

4. Выявлены новые биомеханические критерии сложности элементов структурных групп художественной гимнастики, на основе которых скорректирована техническая ценность элементов в соответствии со сложностью, определяемой двигательной задачей.

5. Обозначены научно-обоснованные подходы:

- к мониторингу освоения сложности спортсменками технических элементов структурных групп художественной гимнастики;
- к определению уровня спортивного мастерства спортсменок по сложности и разнообразию элементов структурных групп художественной гимнастики;
- к экспертизе технической ценности соревновательных программ в художественной гимнастике.

Основными и наиболее значимыми продуктами осуществленного исследования являются:

- научно-обоснованная универсальная классификация элементов структурных групп художественной гимнастики на основе технической ценности для совершенствования правил соревнований;
- практические рекомендации по коррекции правил соревнований FIG;
- практические рекомендации по содержанию типовой программы спортивной подготовки по виду спорта «Художественная гимнастика».

Методологическую и теоретическую основу исследования составили:

- законы и категории диалектики, как инструмент осмысления фактов и явлений в русле целей и задач исследования;
- основополагающие работы по методологии системного подхода (Садовский В.М., 1974; Анохин П.К., 1975, 1980; Пономарев Н.И., 1976; Юдин Э.Г., 1978; Жмарев Н.В., 1984 и др.);
- положения теории и методологии педагогических исследований (Ашмарин Б.А., 1978; Скаткин М.Н., 1986; Бордовская Н.В., 2001; Яхонтов Е.Р., 2006);
- 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 и др.).

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования обеспечивается глубиной теоретико-методологической основы исследования, всесторонностью анализа и учета состояния исследуемой проблемы в теории и практике спорта, длительностью опытно-поисковой работы, применением комплекса современных методов исследования, адекватных поставленным задачам, объемом выборки констатирующего этапа опытно-поисковой работы, полнотой интерпретации и оценки полученных результатов с применением методов математической статистики, объективностью и обоснованностью выводов, заключений и обобщений.

Личный вклад автора заключается в определении и формулировке научной проблемы, обосновании 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 на федеральном уровне в процесс управления системой подготовки гимнасток спортивного резерва Всероссийской федерации художественной гимнастики, в систему многолетней подготовки спортсменов Санкт-Петербургского ГБОУ ДОД СДЮСШОР «Центр художественной гимнастики «Жемчужина», в профессиональную подготовку 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» и Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», в систему повышения квалификации тренеров и судей по акробатическому рок-н-роллу Образовательного Комитета Российской федерации акробатического рок-н-ролла.

На международном уровне результаты исследования внедрены в систему многолетней подготовки резерва спортивной сборной команды Азербайджана по художественной гимнастике, а также в деятельность членов Технического комитета Международной федерации художественной гимнастики. Внедрение в учебный процесс представлено 2 учебными пособиями, монографией и примерной программой спортивной подготовки по виду спорта

«Художественная гимнастика», утвержденной Министерством спорта РФ. Результаты исследований были представлены на 16 авторитетных Российских и международных научно-практических конференциях. В журналах, рекомендованных ВАК, опубликовано 23 научные работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 297 наименований, из которых 40 на иностранном языке, и 21 приложения. Работа изложена на 321 странице компьютерного текста, иллюстрированного 65-ю таблицами и 47-ю рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Результаты анализа исследуемой проблемы, выполненного в рамках **первой главы** диссертации «**Состояние проблемы оценки исполнительского мастерства спортсменов в гимнастических дисциплинах**», позволили выявить, что в условиях повышения уровня исполнительского мастерства спортсменок и конкуренции в художественной гимнастике, вопросы эффективной экспертизы и минимизации субъективизма оценки соревновательных программ выдвигаются на передний план. Требования основного документа Международной федерации гимнастики – Code FIG, регламентирующего деятельность судей, дают только поверхностное представление о сложности элементов, не создавая условий для точного определения достижений в художественной гимнастике и стимулирования развития данного вида спорта в целом. При этом одним из важнейших условий оптимизации процесса любой профессиональной деятельности является всесторонний анализ специфики содержания и факторов, предопределяющих ее результативность.

Сложность соревновательных упражнений относится к качественным показателям исполнительского мастерства, не имеющим определенных единиц измерения. Для количественной оценки таких показателей используются методы квалиметрии, позволяющие установить соответствие между характеристиками данных показателей и требованиями к ним. Судья, который оценивает соревновательную композицию спортсменки, чаще всего, мысленно сопоставляет то, что он видит, с тем, что он представляет в качестве «эталона сложности». При этом, последний определяется действующими правилами соревнований. Как следствие, качество квалиметрии данного компонента исполнительского мастерства обусловлена не только наличием у эксперта соответствующего комплекса знаний, умений, навыков и опыта их применения в процессе осуществления экспертной оценки, но и точностью применяемых «эталонов». В связи с этим процесс конкретизации характеристик сложности является фундаментальным. По мнению специалистов, на смену существующим эвристическим (интуитивным) приемам квалиметрии, основанным на той же экспертной оценке или анкетировании, должны прийти инструментальные и аппаратурные, позволяющие получить объективные и независимые характеристики «эталона сложности». Именно он обуславливает надежность,

информативность и объективность экспертизы технической ценности соревновательных композиций, нивелируя влияние мотивационного, информационного и образовательного компонентов компетентности судей различного уровня профессионализма.

Опрос 30 экспертов со стажем работы от 5 до 20 лет, осуществляющих судейство национальных и международных соревнований различного ранга, включая чемпионаты Европы, мира и Олимпийских игр, позволил установить, что процесс оценки технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики имеет системный характер, обусловленный множеством факторов. Наиболее значимым является необходимость осуществления экспертизы данного компонента исполнительского мастерства не по одному, а по нескольким признакам. При этом каждый признак может иметь различный уровень сложности. Большинство экспертов (90%) указывают на то, что действующая система оценки технической ценности композиций и ценности отдельных элементов структурных групп художественной гимнастики не позволяет с высокой точностью объективности ранжировать гимнасток по уровню их спортивного мастерства. Основными причинами такого положения являются ограничения правил соревнований в отношении разнообразия технических элементов структурных групп художественной гимнастики (96%), отсутствие алгоритма оценки всевозможных соединений элементов без предмета и с предметом (92%), невозможность оперативно производить оценку сложности конструируемых новых, оригинальных элементов (90%).

Основными аргументами, подтверждающими необходимость совершенствования правил соревнований, по мнению судей, являются: принципы Олимпизма, ориентирующие на демонстрацию максимума человеческих возможностей) (100%); природная индивидуальность каждой спортсменки (98%); различия в системах подготовки высококвалифицированных гимнасток (90%). Наиболее важным, как считают судьи, является необходимость наличия универсальных и объективных таблиц технической ценности элементов, позволяющих производить экспертизу не только имеющихся, но и моделируемых элементов структурных групп художественной гимнастики (96%).

На основе анализа специальной литературы, данных опроса высококвалифицированных судей и тренеров по художественной гимнастике были выделены наиболее значимые направления в совершенствовании экспертизы технической ценности соревновательных программ художественной гимнастики (рисунок 1). При этом было установлено, что перечень объективных факторов сложности элементов структурных групп художественной гимнастики является необходимым условием разработки алгоритма определения технической ценности элементов, предопределяющего готовность судей к осуществлению экспертизы, процедуру и качество экспертной оценки соревновательных программ. Только такой подход позволяет проектировать процесс спортивной подготовки на долговременную перспективу и наиболее объективно оценивать его эффективность.



Рисунок 1 - Направленность совершенствования экспертизы технической ценности соревновательных программ (по данным опроса)

Техническая ценность элементов, обозначенная в таблицах правил соревнований FIG, должна иметь научное обоснование, базирующееся на учете биомеханических закономерностей и применении комплекса современных аппаратных диагностических методик, позволяющих получить независимые количественные характеристики сложности. Данное обстоятельство обусловило, прежде всего, необходимость решения круга методических задач, связанных с выявлением объективных факторов сложности элементов структурных групп упражнений художественной гимнастики. Технология их решения была раскрыта в рамках **второй главы** диссертации «**Современные методические подходы к анализу сложности гимнастических упражнений**».

Впервые для конкретизации объективных факторов сложности, обуславливающих техническую ценность элементов художественной гимнастики, был предложен системный подход, предполагающий последовательное выполнение ряда взаимосвязанных операций:

- теоретический анализ и обобщение специальной литературы, программных документов FIG;
- контент-анализ протоколов соревнований;
- педагогические наблюдения и анализ содержания соревновательных программ финалисток Чемпионатов Европы, Чемпионатов мира по художественной гимнастике и Олимпийских игр циклов 2001-2004 г.г.; 2005-2008 г.г.; 2009-2012 г.г.; 2013-2016 г.г.;
- комплексную оценку соревновательной деятельности высококвалифицированных гимнасток;
- экспертную оценку и анализ соревновательных программ высококвалифицированных гимнасток;

- опрос (беседы) тренеров и судей высокой квалификации по художественной гимнастике;
- применение метода бесконтактного исследования видеоряда движений и анализа двигательных действий на основе регистрации кинематических характеристик техники элементов структурных групп (прыжки, повороты, равновесия) художественной гимнастики;
- стабิโลграфию при выполнении равновесий различной сложности;
- поверхностную электромиографию и анализ характеристик электрической активности мышц и межмышечной координации;
- проектирование алгоритмов определения технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики и матриц их технической ценности для правил соревнований FIG;
- экспериментальную проверку эффективности применения разработанных таблиц технической ценности элементов структурных групп в процессе экспертизы исполнительского мастерства высококвалифицированных спортсменок на соревнованиях по художественной гимнастике.
- математическую обработку результатов исследования и выявление причинно-следственных связей на основе корреляционного анализа с использованием современных информационных систем.

Применение комплекса методов исследования базировалось на следующих установках:

- получить данные, позволяющие осуществить ретроспективный, всесторонний, комплексный анализ состояния и тенденций развития экспертизы исполнительского мастерства спортсменок, а также проектирования документов, регламентирующих ее в художественной гимнастике;
- осуществить системный подход к анализу сложности гимнастических упражнений на основе применения синхронизированных современных биомеханических технологий;
- на достаточном количестве качественного эмпирического материала математически доказать необходимость и возможность учета количественных характеристик сложности при определении их технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики;
- теоретически обосновать и разработать простой в применении инструмент для точного определения технической ценности элементов основных структурных групп художественной гимнастики;
- доказать возможность и эффективность дифференцировки гимнасток по исполнительскому мастерству в процессе применения научно-обоснованных таблиц технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики.

Одним из условий научно-теоретического обоснования необходимости повышения качества оценки исполнительского мастерства спортсменок являлось выявление тенденций развития экспертизы и конкретизация негативных факторов проектирования правил соревнований FIG, влияющих на ее объективность. Результаты решения этой задачи представлены в **третьей главе**

диссертации **«Проблема оценки исполнительского мастерства, как фактор, обуславливающий необходимость объективизации сложности элементов структурных групп художественной гимнастики»**. Выявлено, что правила соревнований как документ, который разрабатывается Техническим комитетом Международной федерации гимнастики с целью управления спортивной деятельностью гимнасток совершенствовались на протяжении более 60-ти лет. Учитывая, что термин «Code of Points» трактуется как закон, имеющий силу с точки зрения морали, правила спортивных соревнований должны гарантировать сохранение сущности спорта, заключающейся в объективном сравнении человеческих возможностей и выявлении на этой основе их уровня в условиях неантагонистического соперничества. Однако анализ критериев оценивания достижений спортсменок в художественной гимнастике показал, что эти требования часто нарушались, из-за отсутствия логики вносимых изменений, неопределенности понятий и норм, включенных в правила соревнований. Результатом такого подхода являлось то, что экспертная оценка исполнительского мастерства как метод квалиметрии не соответствовала требованиям целевой реализации. Количественные ограничения в выборе элементов и отсутствие классификации элементов художественной гимнастики на основе объективных характеристик сложности не позволяли в полной мере гимнасткам демонстрировать свое исполнительское мастерство, а судьям объективно оценивать его уровень.

Анализ эффективности дифференцировки гимнасток высокой квалификации по исполнительскому мастерству показал, что, несмотря на постоянную коррекцию требований к оцениванию компонентов исполнительского мастерства спортсменок и уточнение критериев экспертной оценки в каждой последующей версии правил соревнований, новые внесенные изменения не давали возможности с достаточной степенью объективности определить рейтинг гимнасток. Сопоставление вклада каждого компонента исполнительского мастерства в окончательную оценку за выступление позволило установить, что впервые примененная в этом олимпийском цикле отдельная оценка за техничность составила около 1/3 суммарной соревновательной оценки гимнасток. Однако, между спортсменками-призерами, демонстрирующими в программах разные по содержанию и технической ценности элементы, расхождение в экспертных оценках за техничность составляло всего 0,2 балла. Данный факт указывал на весьма опасную тенденцию к снижению качества дифференцировки гимнасток и, следовательно, на отсутствие квалиметрической надежности применяемой экспертной оценки. Это подтвердил и математический анализ результатов финалисток наиболее значимых соревнований данного олимпийского цикла (таблица 1).

Повышение техничности, артистичности и качества исполнения композиций спортсменок уменьшило их вариативность в группе финалисток. Учитывая, что сложность композиций как производная техничности элементов являлось наиболее конкретной характеристикой соревновательных программ гимнасток, можно предположить что, данный факт был обусловлен, в первую

очередь, неточным определением ценности элементов разных структурных групп и в целом композиций согласно применяемой экспертами таблице трудности правил соревнований.

Таблица 1 - Показатели плотности результатов сильнейших гимнасток в Олимпийском цикле 2001-2004 г.г. (V, %; n=8)

№ п/п	Ранг соревнований	Вид многоборья				многоборье
		обруч	мяч	булавы	лента	
1.	Чемпионат мира 2001года	4,09	3,62	5,68	4,58	4,41
2.	Чемпионат Европы 2002 года	3,26	3,68	3,70	4,70	3,45
3.	Чемпионат мира 2003 года	6,18	4,17	5,31	6,11	4,93
4.	Олимпийские игры 2004 года	3,14	3,25	3,21	4,84	3,43

В следующем цикле соревнований 2005-2008 годов была изменена программа многоборья: вместо упражнения с обручем было введено упражнение со скакалкой, и опробована новая методика определения окончательных соревновательных оценок. Преимущество отдавалось оценке за исполнение, которая определялась из 10 баллов. Оценки за артистичность и техничность (Difficulty), выставленные гимнасткам перед суммированием делились на коэффициент «2». Такой принцип определения результатов снизил общую оценку, но не позволил улучшить качество дифференцировки гимнасток по исполнительскому мастерству. Различия в оценках были незначительны. Анализ вариативности показателей исполнительского мастерства финалисток в индивидуальном многоборье показал высокую плотность выставленных экспертами оценок (таблица 2) и свидетельствовал об устойчивости данного признака для правил соревнований, применяемых в данном олимпийском цикле.

Таблица 2 - Показатели плотности результатов сильнейших гимнасток в Олимпийском цикле 2005-2008г.г. (V, %; n=8)

№ п/п	Ф.И./страна	Вид многоборья				Многоборье
		скакалка	мяч	булавы	лента	
1.	Чемпионата мира 2005 г.	5,88	4,28	4,35	5,29	4,59
2.	Чемпионат Европы 2006 г.	2,30	3,28	4,06	3,29	2,9
3.	Чемпионата мира 2007 г.	4,30	3,73	5,21	6,04	4,45
4.	Олимпийские игры 2008 г.	3,83	3,26	3,54	4,62	3,31

В цикле соревнований 2009 - 2012 годов в очередной раз изменился подход к оцениванию мастерства спортсменок: результаты в многоборье стали определяться из трех равнозначных десятибалльных оценок, а суммарные результаты в многоборье стали превышать 100 балльную оценку. Оценки за исполнительское мастерство, показанные в многоборье ведущими спортсменками на Чемпионатах мира 2009 -2011 годов, находились в пределах 105, 675 балла (2009 г.) – 116,675 балла (2011 г.). При этом разница в результатах многоборья у финалисток, занимающих 1-е и 8-е места в данном олимпийском цикле, незначительно увеличиваясь на Чемпионате мира 2010 года, уменьшилась к Олимпиаде (таблица 3).

Таблица 3 - Показатели плотности результатов сильнейших гимнасток в Олимпийском цикле 2009-2012г.г. (V, %; n=8)

№ п/п	Ф.И./страна	Вид многоборья				Многоборье
		скакалка	обруч	мяч	лента	
1.	Чемпионата мира 2009 г.	3,710	3,656	2,255	3,024	2,919
2.	Чемпионата мира 2010 г.	2,920	3,120	3,376	2,762	2,936
3.	Чемпионата мира 2011 г.	4,457	1,881	2,511	2,899	2,692
4.	Олимпийские игры 2012 г.	2,184	3,126	3,337	2,538	2,489

В процессе сравнительного анализа технической ценности соревновательных программ призеров Чемпионатов мира и Олимпийских игр 2009 - 2012 годов (рисунок 2) было установлено, что максимальная сложность демонстрировалась гимнастками на соревнованиях в предолимпийский год.

баллы

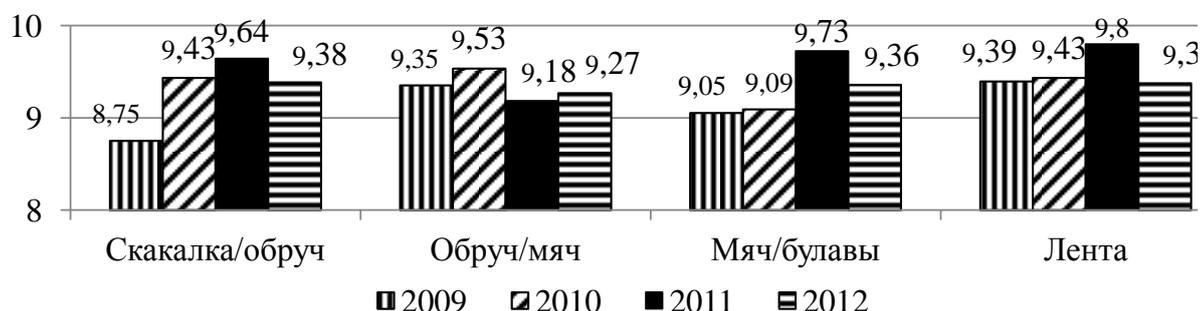


Рисунок 2 - Динамика оценки за техническую ценность соревновательных программ призеров в индивидуальном многоборье по художественной гимнастике Чемпионатов мира и Олимпийских игр 2009 -2012 г.г.

Наиболее высокие оценки за сложность программ гимнасток эксперты Чемпионата мира 2011 года поставили в упражнениях с булавами и лентой. При этом, если плотность общих оценок в каждом из видов многоборья была максимально высокой, то различия в технической ценности композиций видов указывали на неоднородность и отсутствие стабильности в демонстрации элементов. Только на Олимпийских играх 2012 года эти различия были минимизированы, что привело к повышению однородности результатов, как в оценках многоборья каждой гимнастки, так и в целом оценок гимнасток финала многоборья. Таким образом, в Олимпийском цикле 2009-2012 годов возможности точной дифференцировки спортсменок по уровню исполнительского мастерства уменьшились на 25%.

В текущем олимпийском цикле 2013-2016 годов впервые была использована новая система оценки исполнительского мастерства. Оценка в каждом виде соревнований стала осуществляться в соответствии с двумя обозначенными компонентами: «D» - трудность, «A+E» - артистические и технические ошибки, а максимально возможная оценка составляла 20,00 баллов. Эта система оценивания была неоднократно апробирована на Чемпионатах мира 2013, 2014, 2015 годов. Однако, математический анализ оценок за компоненты исполнительского мастерства финалисток Чемпионатов мира и Европы по

художественной гимнастике 2013-2016 годов (рисунок 3) указывал на увеличение плотности результатов к последнему старту перед Олимпийским Играмми.

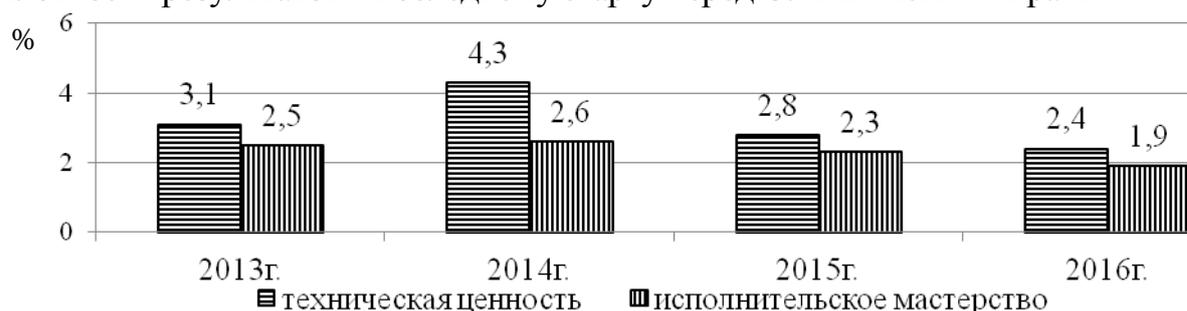


Рисунок 3 – Плотность экспертных оценок за компоненты исполнительского мастерства финалисток Чемпионатов мира и Европы по художественной гимнастике 2013-2016 годов (V, %; n=8)

Следовало предположение, что финалистами и победителями Олимпийских игр станут, прежде всего, те гимнастки, кто сможет наиболее стабильно в квалификационных и финальных соревнованиях выполнить композицию и продемонстрировать качественно всю запланированную техническую ценность. Результаты главных соревнований завершающего олимпийского цикла подтвердили верность сделанного предположения (таблица 4).

Таблица 4 – Экспертные оценки исполнительского мастерства финалисток Олимпийских игр 2016 года (г. Рио де Жанейро, Бразилия)

ранг	Ф.И. (страна)	обруч (баллы)		мяч (баллы)		булавы (баллы)		лента (баллы)		многоборье (баллы)
		D	E	D	E	D	E	D	E	
		Σ		Σ		Σ		Σ		
1.	Мамун М. (Россия)	9,550	9,500	9,650	9,500	9,550	9,500	9,700	9,533	76,483
		19,050 (2)		19,150 (2)		19,050 (1)		19,233 (2)		
2.	Кудрявцева Я. (Россия)	9,700	9,525	9,650	9,600	8,700	9,183	9,650	9,600	75,608
		19,225 (1)		19,250 (1)		17,883 (5)		19,250 (1)		
3.	Ризатдинова Г. (Украина)	9,100	9,100	9,250	9,200	9,250	9,200	9,250	9,233	73,583
		18,200 (4)		18,450 (3)		18,450 (2)		18,483 (3)		
4.	Son Yeon J. (Корея)	9,150	9,066	9,200	9,066	9,200	9,100	9,150	8,966	72,898
		18,216 (3)		18,266 (4)		18,300 (3)		18,116 (4)		
5.	Станюта М. (Беларусь)	9,000	9,200	9,050	9,200	8,400	8,233	8,850	9,200	71,133
		18,200 (4)		18,250 (5)		16,633 (10)		18,050 (5)		
6.	Галкина К. (Беларусь)	9,000	8,966	9,000	8,966	8,750	8,900	8,650	8,700	70,932
		17,966 (6)		17,966 (6)		17,650 (8)		17,350 (7)		
7.	Владинова Н. (Болгария)	9,050	8,833	9,050	8,700	9,150	8,900	8,550	8,500	70,733
		17,883 (7)		17,750 (7)		18,050 (4)		17,050 (8)		
8.	Родригес К. (Испания)	8,750	8,866	8,750	8,933	8,800	8,900	8,500	8,450	69,949
		17,616 (9)		17,683 (8)		17,700 (7)		16,950 (9)		
M (баллы)		9,163	9,132	9,200	9,146	8,975	8,990	9,038	9,023	72,665
		18,295		18,346		17,965		18,060		
m (баллы)		0,231	0,207	0,238	0,229	0,313	0,256	0,400	0,369	1,978
		0,422		0,453		0,498		0,710		
V(%)		3,4	2,9	3,4	3,3	4,2	4,1	5,3	4,9	3,3
		3,1		3,2		3,9		5,0		

Разница между оценками бронзового призера в многоборье и спортсменкой занявшей 8 место увеличилась по сравнению с предыдущей олимпиадой всего на 0,884 балла. Это указывало не только о высокой конкуренции, но и на отсутствие возможности у действующих правил соревнований, как и у предыдущих, выделять и стимулировать проявление спортивной индивидуальности.

Жесткие требования правил соревнований, связанные с необходимостью демонстрации элементов из таблицы трудности, не имеющей логической и научно-обоснованной технической ценности каждого элемента, сдерживали развитие художественной гимнастики как Олимпийского вида спорта. Независимо от версии правил каждого последующего олимпийского цикла результативность дифференцировки гимнасток по уровню спортивного мастерства не улучшалась (рисунок 4).

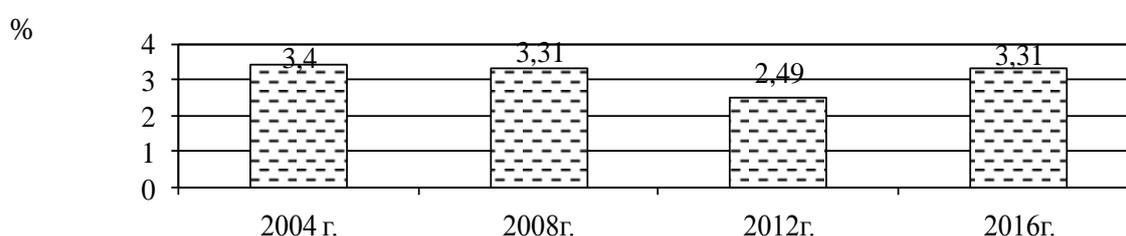


Рисунок 4 - Показатели плотности результатов спортсменок в финале индивидуального многоборья по художественной гимнастике на Олимпийских Играх 2004, 2008, 2012, 2016 годов (V, %; n=8)

Кроме того, требования, предъявляемые к соответствию содержания и порядка выполнения элементов соревновательной программы записи официальной индивидуальной карточки, сдерживали спортсменок, как творческом, так и в спортивном проявлении. Ограничение сложности и разнообразия технических действий рамками правил, привели к тому, что многие красивые и эффектные элементы исчезли из практики спортивной деятельности. Осуществив анализ соответствия индивидуальных соревновательных программ участниц Чемпионатов мира в Измире (2014г.), в Штутгарте (2015г.) и Олимпийских Игр в Рио де Жанейро (2016г.), требованиям, предъявляемым к компоненту «Исполнение», было установлено, что только 23,76% из них были составлены и выполнены гимнастками в соответствии с законами композиции. В процессе педагогических наблюдений было выявлено, что современные композиции (n=200) в своей основе имеют достаточно сложные, но однообразные элементы. Сильнейшие гимнастки мира для создания композиции независимо от вида многоборья используют ограниченный и практически одинаковый арсенал движений. Так в каждом виде индивидуального многоборья, из всего разнообразия зафиксированных правилами соревнований элементов структурной группы упражнений «Равновесия» в композициях гимнасток применялось только девять. В процессе конструирования композиций предпочтение отдавалось трем элементам: боковое «панше», заднее «панше», переднее «панше». В структурной группе «Повороты» общее количество применяемых элементов было таким же при наличии трех наиболее значимых:

поворот в аттитюде, поворот в наклоне нога назад в шпагат, поворот, прогнувшись с захватом ноги сзади («в затяжку»). В прыжках наблюдалось еще большее однообразие в выборе элементов. Основными элементами данной структурной группы, используемыми спортсменками для создания композиции не зависимо от мирового рейтинга, являлись прыжок «жете», «жете в кольцо», «жете прогнувшись». Общее количество элементов данной структурной группы упражнений художественной гимнастики было равно пяти. При этом анализ технической структуры наиболее применяемых равновесий, поворотов, прыжков показал, что в основе их выполнения лежат всего 1-2 профилирующих элемента. То есть все гимнастки владели практически одинаковым набором элементов, повторяющихся в комбинациях всех четырех видов многоборья, а соревновательные композиции, решающие задачу демонстрации двигательной индивидуальности каждой гимнастки, имели типовой набор элементов, уравнивающих всех спортсменок.

В процессе проведенного опроса установлено, что гимнастки и тренеры осваивают и включают в соревновательную программу чаще всего те элементы, которые удобно и выгодно выполнять (90%). Выбор профилирующих элементов обусловлен, прежде всего, возможностью их легкой модификации в элемент, имеющий более высокую техническую ценность. То есть стремление сократить сроки технической подготовки гимнасток является приоритетным, так как разнообразие и координационная сложность профилирующих элементов, требующие больших временных, физических, материальных затрат не поощряются правилами соревнований. Таким образом, было подтверждено, что в правилах соревнований FIG отсутствует корректный подход к определению технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики. Правила соревнований не обеспечивают качественное ранжирование участников соревнований относительно друг друга, а также направленность спортивной деятельности тренеров и гимнасток на достижение наивысших результатов на основе двигательного совершенствования - повышения сложности и разнообразия элементов.

В четвертой главе «Объективные факторы, обуславливающие сложность элементов структурных групп художественной гимнастики» было подтверждено, что в соответствии с классификатором, ациклическая структура движений в художественной гимнастике при умеренной мощности и тяжести нагрузок создает условия для разнообразия локомоций, как по уровню построения движений, так и по сложности координации. Это объясняет главную особенность и направление развития художественной гимнастики - совершенствование координационной сложности и артистичности соревновательных программ, являющейся производной координации движений. Координация движений содержит в себе критерий качества движений, их целесообразность, соответствие условиям, а степень ее необходимого проявления характеризует сложность выполнения двигательной задачи и, значит, техническую ценность соревновательных программ. Именно этот синтез сложности и качества исполнения соревновательных программ должен быть

заложен в Code FIG и определять дальнейшее развитие художественной гимнастики. При этом научно – обоснованная техническая ценность элементов структурных групп как «эталон» правил соревнований, может и должна быть инструментом объективной экспертизы и поощрения сложности элементов на фоне качественного их выполнения.

Сложность элемента художественной гимнастики обусловлена, в первую очередь, условиями и содержанием их выполнения. Характеристиками последних являются биомеханические характеристики движения. Системный подход к анализу техники элементов структурных групп художественной гимнастики, основанный на синхронизированном применении стабиллографии, электромиографии и метода бесконтактного исследования видеоряда движений, позволил выявить факторы, ранее не учитываемые в практике оценки их сложности. Проведенные исследования показали (таблица 5), что на сохранение равновесия, а именно, на показатели стабиллографии влияют угловые характеристики только при отведении ноги вперед.

Таблица 5 - Коэффициенты корреляции, отражающие взаимосвязь угловых и стабиллографических характеристик равновесий различной сложности (r)

Направление	Сторона	№ п/п	Сустав	Средний разброс	Средняя V перемещения ЦД	Коэффициент кривизны	Площадь эллипса	Оценка движения
вперед (N=20)	правая	1.	плечевой	-0,14	-0,01	0,14	-0,06	0,12
		2.	локтевой	0,32	0,41	0,05	0,32	-0,14
		3.	тазобедренный	-0,04	0,02	-0,15	0,14	0,36
		4.	коленный	0,09	0,07	0,21	0,21	0,02
		5.	голеностопный	-0,41	-0,39	0,23	-0,28	0,42
	левая	1.	плечевой	0,27	0,27	0,09	0,07	-0,33
		2.	локтевой	-0,04	-0,01	-0,09	0,14	0,23
		3.	тазобедренный	-0,52	-0,70	0,15	-0,73	0,08
		4.	коленный	-0,27	-0,34	-0,02	-0,45	0,06
		5.	голеностопный	-0,05	0,17	-0,26	0,02	0,35
в сторону (N=25)	правая	1.	плечевой	0,09	0,20	-0,31	0,03	0,13
		2.	локтевой	0,05	-0,01	0,43	0,14	-0,06
		3.	тазобедренный	-0,02	-0,26	0,36	-0,06	-0,17
		4.	коленный	-0,28	0,08	-0,19	-0,12	0,52
		5.	голеностопный	0,08	-0,11	-0,14	-0,12	-0,22
	левая	1.	плечевой	-0,02	0,14	-0,30	0,04	0,05
		2.	локтевой	-0,01	0,06	0,01	0,02	0,21
		3.	тазобедренный	0,24	0,13	-0,08	0,19	-0,14
		4.	коленный	0,47	0,19	-0,11	0,34	-0,51
		5.	голеностопный	-0,11	-0,12	-0,06	-0,06	0,11
назад (N=25)	правая	1.	плечевой	-0,16	-0,07	0,46	-0,08	-0,02
		2.	локтевой	0,22	0,27	-0,46	0,23	0,15
		3.	тазобедренный	0,04	0,36	0,18	0,23	0,26
		4.	коленный	0,20	0,55	0,10	0,41	0,32
		5.	голеностопный	0,44	-0,03	-0,12	0,19	-0,24
	левая	1.	плечевой	-0,24	-0,24	0,47	-0,19	-0,14
		2.	локтевой	0,51	0,32	-0,52	0,45	-0,11
		3.	тазобедренный	0,28	0,24	-0,49	0,20	0,08
		4.	коленный	0,17	0,43	-0,34	0,32	0,21
		5.	голеностопный	-0,25	0,23	-0,17	0,01	0,45

В остальных случаях большое влияние оказывало наличие или отсутствие выпрямленных ног и рук. Анализ корреляций показал, что обозначенная в таблицах правил соревнований ценность элементов не всегда совпадает с угловыми характеристиками сложности выполняемых равновесий, а показатели длины траекторий точек опорных звеньев тела в равновесиях с отведением ноги вперед вообще обратно пропорционально технической ценности. Чем большую траекторию описывала точка какого-либо звена ног, тем меньше была сложность элемента. Это оправдано и понятно для техники локомоций только опорной ноги, которая обеспечивает жесткую опору, но отсутствие значимости длины траектории свободного звена вызывало вопросы (таблица 6).

Таблица 6 - Взаимосвязь длины траектории перемещения точек звеньев тела и применяемой технической ценности равновесий художественной гимнастики (r)

Точка звена тела	С отведением ноги		
	вперед (N=20)	в сторону (N=25)	назад (N=25)
лобная	-0,6	0,1	0,1
шейная	-0,4	0,2	0,1
Акромиальная правая	-0,4	-0,2	0,2
Акромиальная левая	-0,4	0,3	0,2
Плечелучевая правая	-0,2	-0,5	0,3
Плечелучевая левая	0,1	0,5	0,1
Шиловидная правая	-0,3	-0,5	0,5
Шиловидная левая	0,1	0,5	0,2
Переднеповздошная правая	0,1	-0,6	0,1
Переднеповздошная левая	-0,6	-0,1	0,2
СЛМБК правый	-0,5	-0,4	0,1
СЛМБК левый	-0,7	-0,1	0,1
Нижняя большеберцовая правая	-0,5	-0,1	0,1
Нижняя большеберцовая левая	-0,7	-0,1	-0,1
Конечная правая	-0,5	0,3	0,1
Конечная левая	-0,8	-0,1	0,2

Информативной характеристикой устойчивости равновесия является угловая скорость точек звеньев тела в процессе его выполнения. В связи с этим, необходимо было узнать, какие показатели скорости являются объективными для определения технической ценности равновесий художественной гимнастики. Анализ статистических показателей позволил установить, что в зависимости от содержания равновесия угловая скорость точек звеньев весьма вариативна и колеблется от 43,8 мм/с до 3966,0 мм/с. При этом локализация точки звена тела в одном и том же равновесии и техника равновесия определяет величину данного показателя, его стабильность при повторном выполнении. Так угловая скорость точек опорной ноги была в несколько раз меньше, скорости свободных звеньев, а плотность показателей скорости перемещения точек в равновесиях с захватом выше, чем в равновесиях, требующих проявления активной гибкости.

Установлено, что наивысшие угловые скорости перемещения точек звеньев тела характерны для равновесий с отведением ноги назад. Конкретно, это было зафиксировано в нижеберцовой точке голени неопорной ноги при

выполнении равновесия с захватом в кольцо и равновесия с наклоном вперед в шпагат. Наименьшие скорости перемещения звеньев тела выявлены у конечной точки опорной ноги в равновесии с отведением ноги «на пассе».

Таким образом, наиболее трудные условия выполнения равновесий, с точки зрения возникающих в звеньях угловых скоростей, выявлены при отведении ноги с максимальной амплитудой назад с наклоном туловища в каком-либо направлении. Однако проведенный корреляционный анализ не подтвердил сформулированное заключение (таблица 7).

Таблица 7 - Взаимосвязь угловых скоростей звеньев тела и технической ценности равновесий (г)

Точка звена тела	С отведением ноги		
	вперед (N=20)	в сторону (N=25)	назад (N=25)
лобная	0,3	0,6	0,2
шейная	0,4	0,7	0,0
Акромиальная правая	0,4	0,4	0,3
Акромиальная левая	0,4	0,7	0,2
Плечелучевая правая	0,5	-0,1	0,4
Плечелучевая левая	0,6	0,7	0,1
Шиловидная правая	0,4	-0,2	0,6
Шиловидная левая	0,6	0,7	0,3
Переднеповздошная правая	0,5	-0,1	0,1
Переднеповздошная левая	-0,1	0,1	0,2
СЛМБК правый	0,1	0,2	0,2
СЛМБК левый	0,3	0,4	0,1
Нижняя большеберцовая правая	-0,3	0,5	-0,4
Нижняя большеберцовая левая	0,4	0,7	0,2
Конечная правая	0,1	0,7	-0,5
Конечная левая	0,3	0,6	0,2

Более всего эти особенности учтены в таблицах технической ценности действующих правил соревнований для равновесий художественной гимнастики с отведением ноги в сторону (9-ть из 16-ти корреляционных взаимосвязей значимы) и для равновесия с отведением ноги вперед (4-ть из 16-ти корреляционных взаимосвязей значимы). В связи с этим возникла необходимость дополнительной оценки важной для сохранения устойчивости тела кинематической характеристики - ускорения точек звеньев тела.

При этом выполненный корреляционный анализ показал, что данный фактор (ускорение) учитывается в используемой ценности трудности только первых двух подгруппах равновесий: с отведением вперед и в сторону. Соответственно выявлено в равновесиях с отведением ноги вперед 25% возможных связей ускорений звеньев с технической ценностью равновесий, а в равновесиях с отведением в сторону - 43%. При отведении ноги назад установлена только одна средней степени связь ускорения правой кисти с ценностью равновесий, соответствующей правилам соревнований. Причем, если в равновесиях с отведением ноги вперед взаимосвязей было меньше, и они были выражены в меньшей степени, то в равновесиях с отведением ноги в сторону

44% ускорений точек звеньев тела были связаны с ценностями трудности элементов, и они были на 1/3 выше. При отведении ноги назад только кисть одноименной правой руки (шиловидная точка) реагировала на изменение технической ценности согласно правилам соревнований. Данный факт подтверждал неправомерность применяемой в практике дифференцировки равновесий по ценности элементов.

Учитывая, что независимо от характера и сложности двигательных действий, результатом выполнения всех равновесий является устойчивое сохранение положения, показатели выполненной стабиллографии стали объективными характеристиками, позволяющими дифференцировать элементы по степени их сложности. Корреляционный анализ экспертной оценки качества выполнения равновесий, технической ценности и стабиллографических характеристик устойчивости показал, что визуальная (субъективная) оценка сложности не всегда совпадает с объективными показателями, а техническая ценность выполняемых равновесий лишь в незначительной степени учитывает сложность их сохранения. Так только равновесия с отведением ноги вперед имеют 80% возможных связей, с отведением ноги назад - 20%, а экспертная оценка за выполнение равновесий с отведением ноги в сторону вообще не связана истинными показателями устойчивости.

Сравнительный анализ среднестатистических характеристик стабиллографии, размещенных в порядке технической ценности равновесий, показал, что только при отведении ноги в сторону наблюдается логичная положительная динамика. Установлено, что данные стабиллографии зависят от угловых характеристик звеньев тела. На средний разброс ЦД (мм), среднюю скорость ЦД (мм/с), оценку движения (у.е.) и коэффициент кривизны (рад/мм) в наибольшей степени влияет угол отведения ноги в тазобедренном суставе ($r=0,63-0,71$). При этом, движения в плечевом и локтевом суставах помогали корректировать программу сохранения равновесия при увеличении оценки движения ($r = 0,53-0,55$). На влияние амплитудных движений звеньями тела на устойчивость равновесий указывают и установленные корреляционные взаимосвязи стабиллографических характеристик и длины траекторий точек звеньев. Во всех анализируемых группах равновесий в большей или меньшей степени были зафиксированы связи между данными факторами. Однако влияние длины траекторий больше проявлялось в равновесиях с отведением ноги в сторону и назад. Такая же тенденция была установлена во взаимодействиях угловых скоростей и ускорений точек звеньев тела и стабиллографических характеристик. При этом при выполнении равновесий с отведением ноги вперед только угловые скорости голени и стопы опорной ноги влияли на сохранение равновесия.

В процессе исследований было установлено, что по мере увеличения вестибулярной нагрузки посредством добавления наклонов возрастала оценка движений, указывающая на повышение сложности сохранения равновесия. Можно было сделать заключение, что кинематические характеристики движений обуславливают степень устойчивости равновесий художественной гимнастики.

Однако объективными показателями их сложности являются данные стабиллографии, но это не отражено в технической ценности равновесий, зафиксированной действующими правилами соревнований.

Учитывая, что внешние (кинематические) характеристики движений обусловлены характером мышечной деятельности - динамическими характеристиками, следующим этапом в конкретизации факторов сложности равновесий художественной гимнастики являлся анализ особенностей проявления электрической активности мышц, а также ее влияния на уже конкретизированные характеристики – кинематические и стабиллографические.

В процессе анализа было учтено, что электрическая активность мышц определяет реактивность мышечного аппарата и позволяет гимнастке своевременно предотвращать случайные колебания свободными конечностями, увеличивая управляемость биомеханической системой и, следовательно, обуславливая сохранение равновесия. Показатели максимальной амплитуды турнов, отражающей наивысшую степень активации каждой мышечной группы и прикладываемое усилие, свидетельствовали, что равновесия, выполняемые в порядке возрастания их ценности трудности в каждой из подгрупп, не имеют четко выраженной тенденции к увеличению электрической активности по всем мышечным группам. Однако корреляционный анализ позволил выявить средней степени зависимость технической ценности от электрической активности конкретных мышц (таблица 8).

Таблица 8 - Взаимосвязь максимальной амплитуды турнов и технической ценности равновесий (r)

Максимальная амплитуда электрической активности мышцы	техническая ценность равновесий с отведением ноги		
	вперед (N=20)	в сторону (N=25)	назад (N=25)
Трапециевидная правая	-0,6	-0,1	0,1
Трапециевидная левая	-0,5	-0,1	0,1
Широчайшая спины левая	-0,4	-0,4	-0,5
Прямая живота правая	-0,1	-0,3	0,5
Ягодичная правая	0,2	-0,8	-0,3
Ягодичная левая	-0,5	0,6	0,7
Прямая бедра правая	0,5	0,7	0,2
Двуглавая бедра правая	-0,1	0,7	0,7
Передняя б/берцовая правая	0,9	0,6	0,4
Икроножная правая	0,7	-0,1	0,2
Передняя б/берцовая левая	0,4	0,5	0,7
Икроножная левая	-0,2	0,1	0,6

Для каждой подгруппы равновесий был характерен специфический набор наиболее активируемых мышц, от которых зависела сложность выполняемого движения. Однако последующий анализ взаимосвязей максимальной амплитуды турнов электрической активности мышц с кинематическими характеристиками показал, что техническая ценность правил соревнований не учитывает электрическую активность некоторых мышц, которые в значительной степени определяют форму и устойчивость равновесий.

Корреляционный анализ взаимосвязей электрической активности мышц и угловых характеристик, позволил установить, что не менее 87,5% исследуемых мышц участвует в процессе решения двигательной задачи сохранения равновесия конкретной подгруппы посредством активации или расслабления. При этом в каждой подгруппе равновесий степень значимости электрической активности различна:

- при выполнении равновесий с отведением ноги вперед - 40,0%;
- при выполнении равновесий с отведением ноги в сторону - 26,9%;
- при выполнении равновесий с отведением ноги назад - 35,0%.

Наиболее высокие связи зафиксированы между активацией мышц бедер и ягодичных мышц с угловыми характеристиками тазобедренных суставов ($r = 0,91$) в равновесиях с отведением ноги вперед, а также между двуглавой мышцей левой опорной ноги с угловыми характеристиками правого локтевого сустава в равновесиях с отведением ноги в сторону ($r = 0,99$). Таким образом, чем более амплитудное равновесие требовалось выполнить гимнастке, тем больше активировались или расслаблялись мышцы, предопределяющие подвижность в конкретных суставах. Кроме этого, в процессе корреляционного анализа частоты турнов и скорости, ускорения точек звеньев тела при выполнении равновесий, было подтверждено, что динамика звеньев тела зависит, в первую очередь, от характера работы мышц. Так, при сохранении равновесий с отведением ноги вперед, чем ниже была частота турнов электрической активности мышц, составляющих «мышечный корсет» (правой широчайшей спины, правой прямой живота), тем меньшим колебаниям в пространстве были подвержены точки звеньев тела гимнастки ($r = 0,5-0,9$). Наоборот, чем больше была частота турнов правой двуглавой мышцы бедра отводимой ноги (она повышалась с увеличением амплитуды), тем выше были скорости (колебания) всех остальных звеньев тела ($r = 0,5-0,7$). То есть преднамеренное повышение степени свободы в тазобедренном суставе усложняло межмышечную координацию и задачу управления биокинетической цепью при сохранении равновесия.

Относительно длины траекторий точек проявлялась такая же тенденция, но частота турнов электрической активности мышц, наоборот способствовала проявлению активной гибкости, обеспечивающей отведение ноги. При этом в процессе анализа взаимосвязей технической ценности равновесий с частотой турнов было установлено, что более всего проявляется связь между данными характеристиками в мышцах антагонистах, подвергающихся растяжению при отведении ноги. То есть, чем больше частота турнов мышц, предопределяющих величины амплитуд звеньев тела, тем должна быть выше техническая ценность равновесия. Однако полученные коэффициенты показали, что обозначенная правилами соревнований техническая ценность равновесий в меньшей степени учитывает частоту турнов электрической активности мышц-агонистов, чем все остальные динамические характеристики. Так только в равновесия с отведением ноги вперед существует такая взаимосвязь (прямая мышца бедра: $r = - 0,55$).

В процессе выявления степени влияния частоты турнов электрической активности мышц на объективные показатели устойчивости при выполнении

равновесий были проанализированы корреляционные взаимосвязи выше обозначенной характеристики и показателей стабильности. Установлено, что наибольшая зависимость сохранения устойчивости гимнасткой от частоты турнов электрической активности мышц присутствует в равновесиях с отведением ноги вперед и в сторону.

По уровню средней амплитуды турнов можно было определить, какова локализация основных усилий, прикладываемых гимнасткой для сохранения равновесия в конкретной позе, а также суммарная величина электрической активности мышц каждого элемента. Сравнив среднюю амплитуду турнов при выполнении равновесий каждой подгруппы, было подтверждено предположение, что дифференцировка элементов по технической ценности действующих правил соревнований по художественной гимнастике условна и требует уточнения. Соответственно при определении сложности логичнее было сравнивать интегрированную биоэлектрoактивность мышц каждого элемента (таблица 9).

Таблица 9 - Интегрированная биоэлектрoактивность основных групп мышц при выполнении равновесий в соответствии с обозначенной технической ценностью (баллы; мкВ)

С отведением ноги вперед			С отведением ноги в сторону			С отведением ноги назад		
Ценность трудности по таблице	Σсредней амплитуды турнов	Реальный рейтинг	Ценность трудности по таблице	Σсредней амплитуды турнов	Реальный рейтинг	Ценность трудности по таблице	Σсредней амплитуды турнов	Реальный рейтинг
0,2	2543,89	3	0,2	2546,74	1	0,3	2803,93	5
0,2	946,82	4	0,2	765,46	4	0,3	3235,47	3
0,4	2853,98	2	0,4	1937,39	3	0,5	3314,86	2
0,6	3984,53	1	0,6	2262,98	2	0,5	4714,56	1
-	-	-	-	-	-	0,6	3041,66	4

Однако, выполнив математические расчеты, было установлено, что и по данному фактору соответствия не существует, а прямая функциональная связь отсутствует ($r = 0,58$). Сравнив по интегрированной биоэлектрoактивности основных групп мышц подгруппы равновесий, было установлено, что только от того, в каком направлении требуется выполнить отведение ноги, уже зависит сложность их выполнения. Так при выполнении базового равновесия наиболее простым является отведение ноги вперед, затем в сторону и самым сложным - назад.

Дальнейшее изменение элемента посредством увеличения амплитуды отведения ноги (с помощью захвата рукой или без него), наклона туловища или их сочетания предопределено межмышечной координацией, учитывающей направление движений. Так в соответствии с установленной интегрированной биоэлектрoактивностью основных групп мышц, отведение ноги в сторону в шпагат с наклоном тяжелее выполнить, чем без наклона или с захватом. Но оно же и легче, чем схожее равновесие в другом направлении: с отведением ноги вперед в шпагат и наклоном назад. В аспекте рассматриваемой характеристики, самыми сложными являются равновесия с отведением ноги назад: в данной подгруппе равновесий интегрированная биоэлектрoактивность основных групп

мышц была от 1,7 до 4,1 раза больше, чем в равновесиях со схожими амплитудными движениями, выполненными только в других направлениях (вперед или в сторону). Проведенный корреляционный анализ показал, что при выполнении равновесий средняя амплитуда турнов электрической активности мышц более всего влияет на показатели межзвенных углов тела гимнастки (таблица 10).

Таблица 10 - Взаимосвязь средней амплитуды турнов электрической активности мышц и угловых характеристик равновесий различной технической ценности (r)

углы	мышцы															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
равновесия с отведением ноги вперед (N=20)																
1	-0,3	0,2	-0,7	-0,7	-0,7	-0,3	-0,2	-0,7	-0,1	-0,4	0,0	0,0	-0,6	-0,7	-0,7	0,5
2	-0,5	0,0	-0,9	-0,9	-0,6	-0,3	-0,4	-0,7	-0,1	-0,5	-0,2	-0,1	-0,8	-0,7	-0,4	0,9
3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8	-0,4	-0,7	-0,1	-0,6	0,3	0,1	0,3	0,3	-0,7	-0,3	-0,1	0,5
4	0,5	-0,3	0,9	0,7	0,7	-0,2	0,4	0,5	0,4	0,9	0,5	0,4	0,50	0,9	0,7	-0,7
5	0,6	-0,1	0,9	0,8	0,7	-0,1	0,5	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	0,6	0,7	0,6	-0,8
6	0,1	0,3	0,0	0,2	-0,1	0,9	-0,4	0,6	-0,9	-0,8	-0,9	-0,9	0,5	0,0	-0,5	0,1
7	0,2	-0,3	0,6	0,4	0,4	0,0	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4	-0,8
8	-0,2	0,5	-0,6	-0,2	-0,4	0,6	-0,3	0,1	-0,8	-0,9	-0,8	-0,7	0,0	-0,6	-0,7	0,5
9	0,4	0,4	0,6	0,6	0,3	0,3	0,1	0,6	0,0	0,2	-0,2	-0,2	0,6	0,5	0,3	-0,5
10	-0,2	0,3	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	0,2	-0,4	0,1	-0,1	0,1	0,2	-0,4	-0,5	0,0	0,6
равновесия с отведением ноги в сторону(N=25)																
1	-0,5	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	-0,7	0,6	-0,7	-0,5	-0,7	-0,4	-0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,4
2	-0,4	-0,7	-0,3	-0,7	-0,6	0,35	-0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	0,2	-0,3	-0,2	0,2	0,1
3	0,6	0,4	0,4	0,36	0,52	0,57	-0,3	0,5	0,2	0,5	0,5	0,4	0,4	0,8	0,7	0,4
4	-0,1	0,10	0,52	0,12	0,5	-0,4	0,74	-0,6	-0,2	-0,7	-0,1	0,1	0,3	0,3	-0,2	-0,2
5	0,9	0,84	0,25	0,79	0,63	0,4	-0,2	0,31	-0,0	0,13	-0,2	-0,2	0,6	0,5	0,3	0,3
6	-0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	-0,7	0,9	-0,9	-0,7	-1	-0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,5	-0,4
7	-0,7	-0,9	0,36	-1	-0,3	0,26	-0,1	0,19	0,2	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3
8	0,1	0,4	-0,3	0,5	-0,2	-0,4	0,3	-0,4	0,3	-0,4	-0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-0,7	-0,6
9	0,3	0,5	-0,5	0,5	-0,1	-0,5	0,2	-0,3	-0,3	-0,5	-0,8	-0,7	-0,2	-0,7	-0,7	-0,4
10	-0,2	-0,4	0,2	-0,3	-0,2	0,1	0,3	-0,2	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,3	-0,3
равновесия с отведением ноги назад(N=25)																
1	-0,18	-0,64	-0,09	0,96	-0,29	-0,33	0,25	-0,80	0,26	-0,97	-0,95	-0,23	-0,58	0,04	-0,74	-0,75
2	-0,37	-0,41	-0,37	0,94	-0,14	-0,53	0,02	-0,78	0,33	-0,84	-0,84	-0,34	-0,76	-0,23	-0,40	-0,53
3	0,35	0,50	0,28	-0,95	0,16	0,41	-0,17	0,82	-0,35	0,90	0,89	0,35	0,71	0,16	0,55	0,58
4	0,54	0,19	0,69	-0,58	-0,40	0,87	0,52	0,25	-0,08	0,32	0,42	0,49	0,67	0,42	0,01	-0,07
5	0,41	-0,87	0,50	0,72	-0,57	-0,14	0,24	-0,42	-0,23	-0,81	-0,76	0,29	0,07	0,65	-0,86	-0,93
6	0,37	0,36	0,44	-0,90	0,00	0,66	0,14	0,69	-0,26	0,74	0,73	0,30	0,75	0,30	0,29	0,41
7	0,70	-0,77	0,66	0,29	-0,45	-0,15	-0,06	0,13	-0,60	-0,37	-0,31	0,64	0,47	0,82	-0,55	-0,71
8	0,62	-0,48	0,66	0,36	-0,80	0,12	0,21	-0,21	-0,30	-0,42	-0,27	0,58	0,42	0,72	-0,42	-0,88
9	0,17	0,07	0,43	-0,16	-0,28	0,66	0,65	-0,11	0,34	-0,10	-0,04	0,04	0,26	0,22	-0,35	-0,13
10	0,23	-0,57	0,03	0,38	0,05	-0,76	-0,63	0,16	-0,60	-0,22	-0,28	0,30	0,07	0,35	-0,31	-0,38
Примечания:																
Мышцы: 1-трапециевидная пр.; 2-трапециевидная лв.; 3-широкая спины пр.; 4-широкая спины лв.; 5-прямая живота пр.; 6-прямая живота лв.; 7-ягодичная пр.; 8-ягодичная лв.; 9- прямая бедра пр.; 10-двуглавая бедра пр.; 11-передняя б/берцовая пр.; 12-икроножная пр.; 13-прямая бедра лв.; 14-двуглавая бедра лв.; 15-передняя б/берцовая лв.; 16-икроножная лв.																
Углы: плечевой пр., плечевой лв.; локтевой пр., локтевой лв.; тазобедренный пр., тазобедренный лв.; коленный пр., коленный лв.; голеностопный пр., голеностопный лв.																

Количество установленных связей между средней амплитудой турнов электрической активности мышц и углами в суставах звеньев тела находилась в пределах 33% - 49%. При этом наиболее сильное влияние данная характеристика электрической активности оказывала на угловую кинематику выполняемых равновесий с отведением ноги вперед и назад. Самая высокая связь установлена в равновесиях с отведением ноги в сторону: между средней амплитудой турнов электрической активности правой двуглавой мышцей бедра и амплитудой движений в правом тазобедренном суставе ($r = - 0,99$). Это указывало на особую значимость степени активации мышцы в момент отведения ноги.

Оценив координационные отношения системы мышц «агонист - антагонист (четырёхглавая мышца бедра - ягодичная мышца)» посредством расчета коэффициента реципрокности, было установлено, что в среднем данный показатель у высококвалифицированных гимнасток варьирует в пределах 42% - 63%. Это очень важно с точки зрения эффективности сохранения равновесия и подтверждается установленными корреляционными взаимосвязями реципрокности и экспертной оценки за технику выполнения элементов данной структурной группы художественной гимнастики ($r = 0,5$) в соответствии с правилами соревнований FIG (рисунок 5).



Примечания: агонист - передняя четырехглавая мышца бедра; антагонист - большая ягодичная мышца; КР - коэффициент реципрокности

Рисунок 5 - Влияние реципрокности мышц на качество выполнения равновесий в соответствии с правилами соревнований FIG (r)

В заключение была проанализирована степень учета средней амплитуды турнов электрической активности основных групп мышц, проявляемой при выполнении равновесий, в регламентируемой правилами соревнований технической ценности.

Установлено, что во всех анализируемых равновесиях применяемая техническая ценность лишь частично учитывает степень активации мышц туловища (11% значимых связей), опорной (27% значимых связей) и «рабочей», отводимой ноги (53% значимых связей). Более всего этот фактор проявляется в оценке сложности равновесий с отведением ноги вперед и менее всего - равновесий с отведением ноги в сторону (таблица 11).

Таблица 11- Взаимосвязь средней амплитуды турнов и технической ценности равновесий в соответствии с правилами соревнований FIG (r)

Техническая ценность	Мышцы															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
вперед (N=20)	-0,2	-0,5	0,1	-0,2	0,2	-0,8	0,5	-0,5	0,9	0,9	0,9	0,8	-0,4	0,2	0,7	-0,2
в сторону(N=25)	-0,2	-0,5	-0,1	-0,6	-0,4	0,6	-0,8	0,7	0,5	0,9	0,6	0,3	-0,1	0,1	0,6	0,4
назад (N=25)	0,1	0,6	-0,1	-0,7	0,4	-0,1	-0,5	0,6	0,0	0,8	0,9	0,3	0,2	-0,3	0,7	0,8

Примечания: 1 - трапецевидная пр.; 2 – трапецевидная лв.; 3 - широчайшая спины пр.; 4 - широчайшая спины лв.; 5 - прямая живота пр.; 6 - прямая живота лв.; 7 - ягодичная пр.; 8 - ягодичная лв.; 9 - прямая бедра пр.; 10 - двуглавая бедра пр.; 11 - передняя б/берцовая пр.; 12 - икроножная пр.; 13 - прямая бедра лв.; 14 - двуглавая бедра лв.; 15 - передняя б/берцовая лв.; 16 - икроножная лв.

Таким образом, проведенный всесторонний и комплексный анализ кинематических характеристик, особенностей электрической активности мышц, а также конкретизация объективных факторов устойчивости при выполнении двигательных действий, позволили выявить противоречия между технической ценностью, применяемой в соответствии с правилами соревнований, и реальной сложностью элементов структурных групп художественной гимнастики «Равновесия», «Повороты», «Прыжки». Корреляционный анализ подтвердил, что именно объективные биомеханические факторы, обуславливающие координационную сложность выполнения элементов, должны лежать в основе их дифференцировки и ранжирования по технической ценности в таблицах правил соревнований.

В заключительной пятой главе «Проектирование технической ценности элементов структурных групп и эффективность ее применения в экспертной оценке исполнительского мастерства гимнасток» представлены теоретические и практические аспекты авторской концепции объективизации технической ценностисоревновательных программ в художественной гимнастике. Констатируется, что техническая ценность элементов структурных групп, применяемая в практике экспертной оценки, основана только на учете кинематических характеристик: углов суставов и длины траекторий точек звеньев тела. Принимая во внимание, что данные характеристики являются производной мышечной деятельности спортсменки, необходимым условием дифференцировки и градации элементов художественной гимнастики по их технической ценности в таблицах правил соревнований стал учет электрической активности мышц, как фактора, обуславливающего не только кинематическую, но и динамическую сложность. Такой подход позволял повысить объективность экспертной оценки, добавив к визуальному анализу внешних параметров движений (кинематике) содержательную (внутреннюю) составляющую активности и координации мышц. Обобщение данных, полученных в результате корреляционного анализа, позволило конкретизировать основные условия, предопределяющие сложность элементов структурных групп художественной гимнастики (рисунок б).

Установлено, что критериями сложности элементов всех структурных групп художественной гимнастики являются:



Рисунок 6 - Биомеханические критерии сложности элементов структурных групп художественной гимнастики

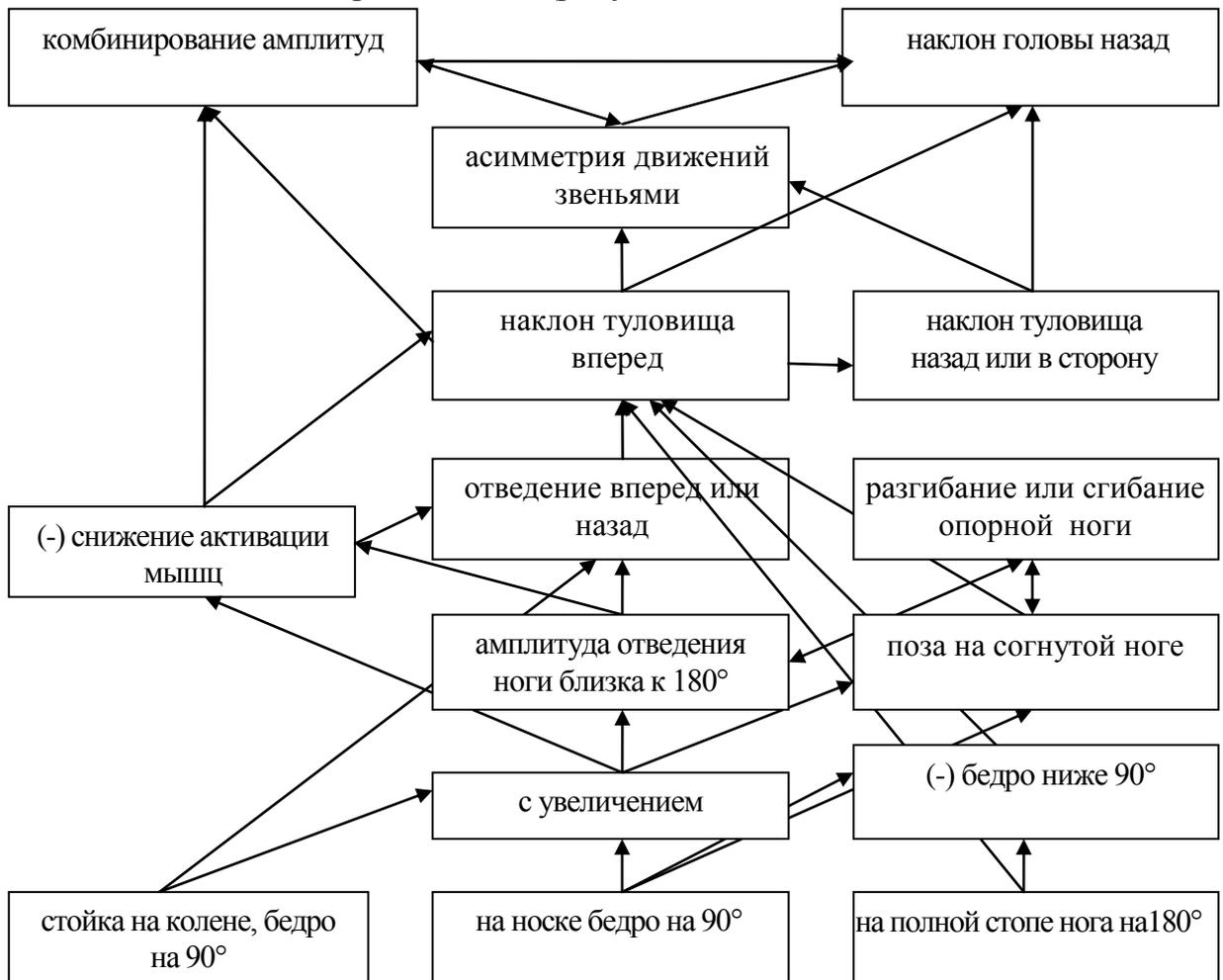
- степень активации и количество активируемых групп мышц, необходимых для реализации двигательной программы;
- реципрокность мышц, необходимая для уменьшения или увеличения степени свободы звеньев биомеханической цепи;
- длина траекторий точек звеньев тела в положение, требуемое в соответствии с двигательной программой;
- межзвенные углы в фазе реализации элемента структурной группы.

Конкретизированные критерии сложности легли в основу разработки алгоритмов определения технической ценности, матриц и таблиц элементов правил соревнований. При этом установленные корреляционные взаимосвязи позволили уточнить объективные факторы сложности элементов каждой структурной группы. Для равновесий это, в первую очередь, - оценка движения. Степень её выраженности определяют угловые скорости и ускорения, коэффициент кривизны перемещения ЦД и площадь эллипса. При выполнении равновесий художественной гимнастики, чем выше угловая скорость и ускорение точек звеньев отводимой ноги, тем больше требуется акцентировать внимание на положении звеньев в пространстве. Только это позволяет добиться сохранения устойчивости при меньшем коэффициенте кривизны и площади рабочей опоры. Кроме этого в процессе исследования установлено, что, осуществляя наклоны или повороты головы в равновесии, гимнастка испытывает различную трудность для его сохранения. Более всего выводили гимнасток из равновесия наклоны головы назад.

Существенным моментом в оценке сложности выполняемых равновесий является определение степени электрической активации работающих мышц и их координационных взаимоотношений в системе «агонист - антагонист». Именно они определяют реактивность мышечного аппарата, позволяют гимнастке своевременно предотвращать случайные колебания свободными конечностями и, следовательно, определяют успешность выполнения равновесий.

Таким образом, при определении технической ценности равновесий художественной гимнастики должна быть учтена совокупность факторов сложности, сопровождающих его выполнение: площадь опоры (на всей стопе, на

носке, на колене); длина рычага отводимого звена; величина амплитуды отведения ноги, туловища; наличие комбинирования амплитуд различными частями тела; направление отведения ног; степень активности мышц при отведении ноги (с помощью или без); наличие и направление наклона туловища; наличие наклона головы назад; наличие (полу) приседа; наличие или отсутствие асимметрии движений звеньями тела при выполнении элемента. Учитывая вышеуказанные факторы, был спроектирован алгоритм определения технической ценности равновесий (рисунок 7).



Примечание: → изменение сложности на 0,1 балла

Рисунок 7 - Алгоритм определения технической ценности равновесий художественной гимнастики

В соответствии возможными вариантами конструирования равновесий алгоритм определения технической ценности предполагал 29 основных траекторий изменения сложности элементов. Каждый критерий сложности соответствовал технической ценности в 0,1 балла или предполагал ее снижение на 0,1 балла. Траектория передвижения по алгоритму позволяла получить суммарный показатель объективной сложности каждого равновесия и разработать матрицу технической ценности элементов данной структурной группы (таблица 12).

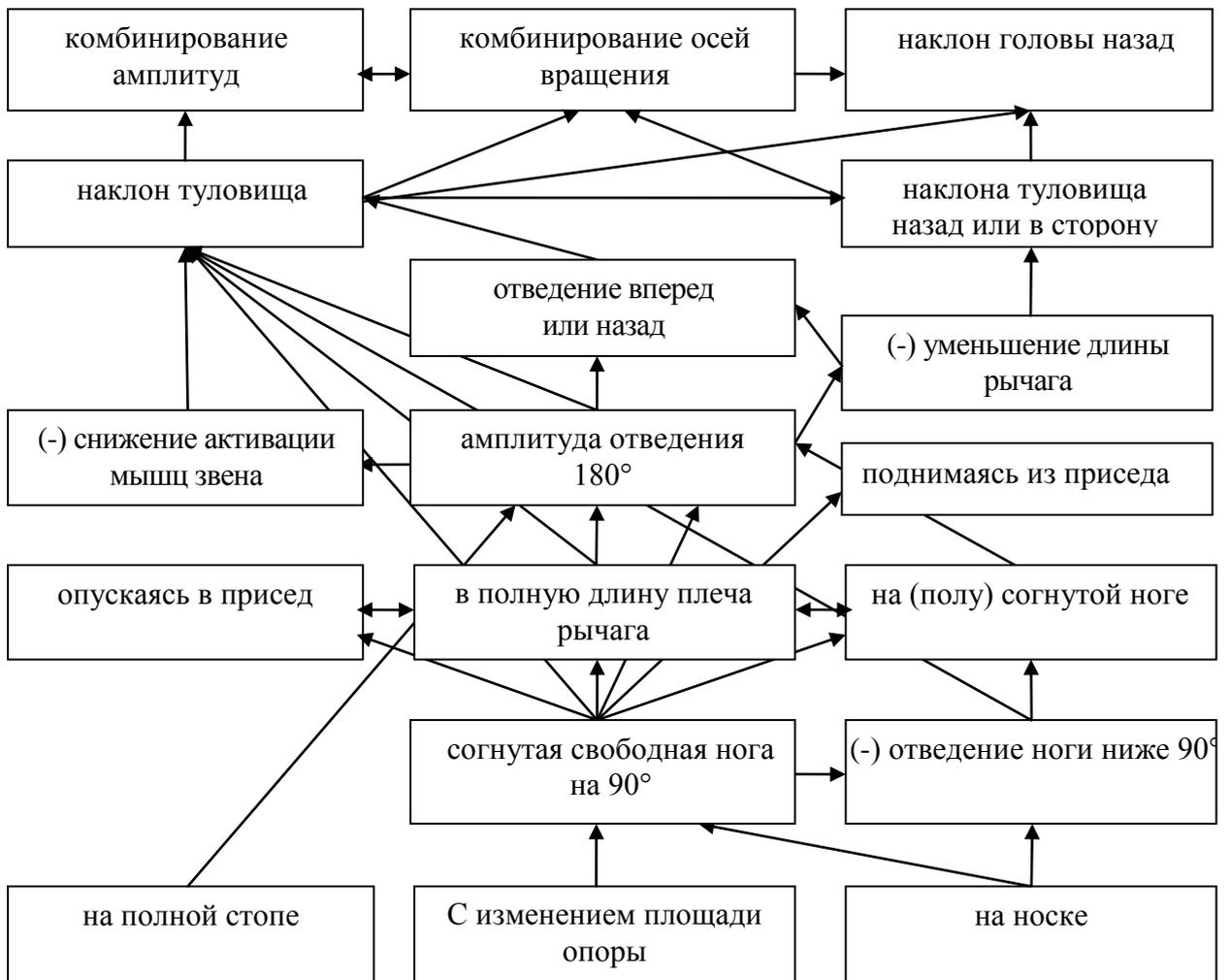
Таблица 12 - Фрагмент матрицы технической ценности равновесий в художественной гимнастике

И.п. уровень ценности	Стойка на колене с отведением ноги			Стойка на одной ноге с отведением ноги			Стойка на носке с отведением ноги		
	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>
1	на 90°	- на 90°	-	- на 180° с захватом	- на 180° с захватом	- в кольцо с захватом	- согнув	- на "пассе"	- назад-книзу
2	- на 180° с захватом	- на 180° с захватом	- на 90°	- близко к 180°; - на 90° с наклоном вперед	- на 180° с захватом в полуприседе	- в кольцо; - на 180° с наклоном туловища вперед на 90°	- согнув с наклоном; - на 90°; - на 90° в приседе; - на 180° с захватом	- на "пассе с наклоном; - на 90°; - на 180° с захватом	- назад-книзу с наклоном назад; - в атлетуд;
3	- близко к 180°	- на 180°	- в кольцо с захватом; - в затяжку.	- на 90° с наклоном туловища назад на 90°	- на 90° с наклоном в сторону; - на 180°; - на 180° с захватом и наклоном в сторону	- в кольцо с захватом и наклоном туловища вперед	- на 90° с захватом и наклоном вперед в полуприседе; - сверху в приседе.	- на 180° с захватом в полуприседе	- на 90°; - в кольцо с захватом
4	- на 90° с наклоном туловища назад на 90°	- на 180° с захватом и наклоном в сторону на 90°	- в затяжку с наклоном головы назад;	- на 180° с захватом и наклоном туловища назад на 90°	- на 180° в полуприседе	- в кольцо с наклоном туловища вперед; - на 90° с наклоном туловища назад.	- на 90° с наклоном вперед в полуприседе; - на 180°; - на 90° с наклоном назад на 90°; - на 180° с захватом и наклоном назад на 90°	- на 90° с наклоном в сторону; - на 180°; - на 180° с захватом и наклоном в сторону	- в затяжку; - в кольцо; - на 90° с наклоном вперед;
5	- близко к 180° с наклоном туловища назад на 90°		- в кольцо	- на 180° и наклоном туловища назад на 90°	- на 180° и наклоном в сторону	- в кольцо с наклоном туловища вперед в полуприседе	- на 180° с наклоном назад на 90°; - на 90° с наклоном назад и наклоном головы назад	- на 180° в полуприседе	- на 180° с наклоном туловища
6	- близко к 180° с наклоном туловища назад и наклоном головы назад	- на 180° и наклоном в сторону на 90°	- в кольцо с наклоном головы назад	- на 180° и наклоном туловища назад на 90° и наклоном головы назад		- на 90° с наклоном туловища назад в полуприседе	- на 180° с наклоном назад и наклоном головы назад	- на 180° и наклоном в сторону	- на 90° с наклоном назад (с наклоном головы); - на 180° с наклоном туловища вперед на 90°; - в кольцо с наклоном туловища на 90°

Проектируя алгоритм технической ценности поворотов, было учтено, что независимо от способа выполнения элемент состоит из подготовительных движений, обеспечивающих вращательный момент, основных, направленных на сохранение позы, и завершающих действий обеспечивающих торможение и остановку. И если от подготовительных зависит направление движения и скорость вращения, то вторая (основная) определяет характер, содержание и сложность поворота. По сути, фаза сохранения позы идентична сохранению статического равновесия подобной формы, только усложненного наличием центростремительного ускорения, смещающего ОЦМт наружу. От того как будут расположены звенья тела (руки, ноги, туловище) относительно продольной оси вращения, будет зависеть сложность сохранения ОЦМт над площадью опоры. Добавление любых дополнительных движений свободной ногой, или туловищем может, как усложнять, так уменьшать сложность элемента. Так поворот без захвата уменьшает скорость вращения, увеличивает радиус вращения, повышая сложность сохранения устойчивости в повороте. При этом, чем больше и сильнее активируются мышцы для сохранения позы в динамическом равновесии, тем сложнее будет поворот. Немаловажное значение имеет направление наклона туловища, головы. Подтверждением этому являются данные стабиллографии, биомеханического анализа кинематических характеристик и электрической активности мышц. Установлено, изменение электрической активности мышц опорной ноги влияет степень свободы ее звеньев и, как следствие, на «жесткость» опоры, устойчивость, скорость и количество вращений тела в повороте. Кроме этого режим работы мышц опорных звеньев (уступающий или преодолевающий) обуславливает различную степень проявления силовых способностей. Особенно сложными являются повороты с комбинированием осей вращения, требующим сохранения динамической осанки, являющейся гарантией надежной фиксации тела - сложной биомеханической системы со многими степенями свободы (например, обратный циркуль). Такие повороты связаны не только с проявлением большей вестибулярной устойчивости и оценкой движения, но высокой внутримышечной координацией. Соответственно, дополнительная вестибулярная нагрузка относительно еще одной или двух осей вращения повышала сложность выполняемого элемента.

Таким образом, каждый поворот имеет реальную и обоснованную техническую ценность, суммируемую по следующим факторам сложности: длина рычага отводимого звена; амплитуда отведения; направление отведения ноги (вперед или в сторону); степень и количество одновременно активируемых мышц (с помощью руки или без); наличие и направление наклона (в сторону и назад); наличие наклона головы назад; наличие (полу) приседа; направление движения по вертикали в повороте (от опоры, к опоре); степень комбинирования осей вращения; наличие поворота туловища в повороте; наличие высокоамплитудных движений в суставе (ах) с использованием максимального количества степеней свободы звеньев тела; количество циклов вращения в повороте.

На основе конкретизированных факторов сложности и их логической взаимосвязи был спроектирован алгоритм определения технической ценности поворотов художественной гимнастики (рисунок 8).



Примечание: → изменение сложности на 0,1 балла

Рисунок 8 - Алгоритм определения технической ценности поворотов художественной гимнастики

Алгоритм определения технической ценности поворотов предполагал 37 основных траектории изменения сложности элементов. Они позволяли логично и последовательно с учетом имеющихся в элементе факторов сложности и, суммируя их, определить объективную техническую ценность. Техническая ценность каждого элемента по алгоритму рассчитывалась на минимальном количестве вращения равном 360° для поворотов с амплитудой отведения 90° и 180° - для поворотов с максимальной амплитудой. Обоснованные критерии сложности и спроектированный алгоритм позволили разработать матрицу технической ценности поворотов художественной гимнастики (таблица 13).

Таблица 13 - Фрагмент матрицы технической ценности поворотов художественной гимнастики

И.п. уровень ценности	С вращением на полной стопе и отведением ноги			С вращением на носке с отведением ноги			С изменением в повороте позы или площади опоры
	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>	<i>вперед</i>	<i>в сторону</i>	<i>назад</i>	
1	На 180° с захватом	- на 180° с захватом	- На 90°	- согнув; - согнув книзу с наклоном;	- на "пассе"	- назад-книзу	- Спиральный на двух
2	-на 180°	- на 180°	- На 90° с наклоном на 90°	- согнув в полуприседе с наклоном; - на 90°	- на "пассе с наклоном; - на 90°; - на 180° с захватом	назад-книзу с наклоном назад; - в аттетпод;	- Спиральный на одной -"Вертолет" с наклоном вперед; -"Вертолет" с наклоном в сторону; - Фуэте;
3		- на 180° с наклоном в сторону с захватом	- В кольцо с захватом; - В затяжку	- на 90° в полуприседе наклон с захватом; - на 180° с захватом; - на 90° опускаясь в присед; - на 90° в приседе	- на 180° с захватом в полуприседе	- на 90°; - в кольцо с захватом	- Фуэте нога на 90°; -разноименный в арабеск с поворотом туловища в сторону вращения, сгибая ногу на пассе;
4	-на 180° с наклоном назад на 90° и захватом	На 180° с наклоном в сторону	- В кольцо	- на 90° в полуприседе с наклоном; - на 90° в приседе с наклоном; - на 90° поднимаясь из приседа; - на 180° с захватом и наклоном назад на 90°;	- на 180° ; - на 180° с захватом и наклоном в сторону	- в затяжку; - в кольцо; - на 90° с наклоном вперед	- "Вертолет" с наклоном назад ; -разноименный нога назад с поворотом туловища в сторону вращения, нога вперед
5	-на 180° с наклоном назад на 90°		- На 180° с наклоном: - тоже в кольцо	- на 180°; - полповорота нога на 360° с захватом и наклоном назад на 90°	- на 180° в полуприседе	- на 180° с наклоном туловища; - в кольцо с наклоном туловища назад;	- с отведением в сторону - кверху и поворотом в арабеск
6			- Близко к 180°	- на 180° с наклоном назад на 90°; - на 90° опускаясь в присед и поднимаясь из приседа	- на 180° и наклоном в сторону	-на 180° с наклоном туловища вперед на 90°; -в кольцо с наклоном туловища на 90° ; - на 90° с наклоном назад	- на 180° с захватом и переводом в кольцо
7			- В кольцо с наклоном головы	- на 360° с наклоном назад на 90°			

Учитывая, что характер двигательных действий в безопорной фазе прыжка предопределен ее длительностью, особое значение для реализации двигательной задачи прыжка имеет длительность и сила отталкивания. Последняя, в свою очередь, зависит от характера отталкивания: одной или двумя ногами, на месте или с продвижением, без разбега или с разбега. То есть, чем сложнее высоко оттолкнуться и достичь необходимой длительности полета, тем труднее будет выполнить прыжок и, следовательно, один и тот же по форме прыжок, выполненный различным способом отталкивания имеет различную сложность.

Непосредственно сложность полетной фазы (демонстрации определенной позы) зависит от таких факторов как: амплитуда движений в фиксируемой позе (45, 90, 135, 180 градусов); способ ее достижения (махом, силой) и степень ее локализации в межзвенных суставах (в одном или в нескольких); степень локализации в проявлении скоростно-силовых способностей (одна мышца, мышцы одного звена или мышцы нескольких звеньев); направление движений звеньями тела (по ходу основного перемещения, против хода, поперек); наличие или отсутствие контр-движений (изменения направления перемещения на противоположное в прыжке); наличие поворота (туловища или в целом тела). Сочетание этих факторов дает суммарную сложность и обуславливает необходимость обеспечения определенной длительности полетной фазы прыжка, которая, в свою очередь, зависит от характера подготовительных действий и силы отталкивания гимнастки.

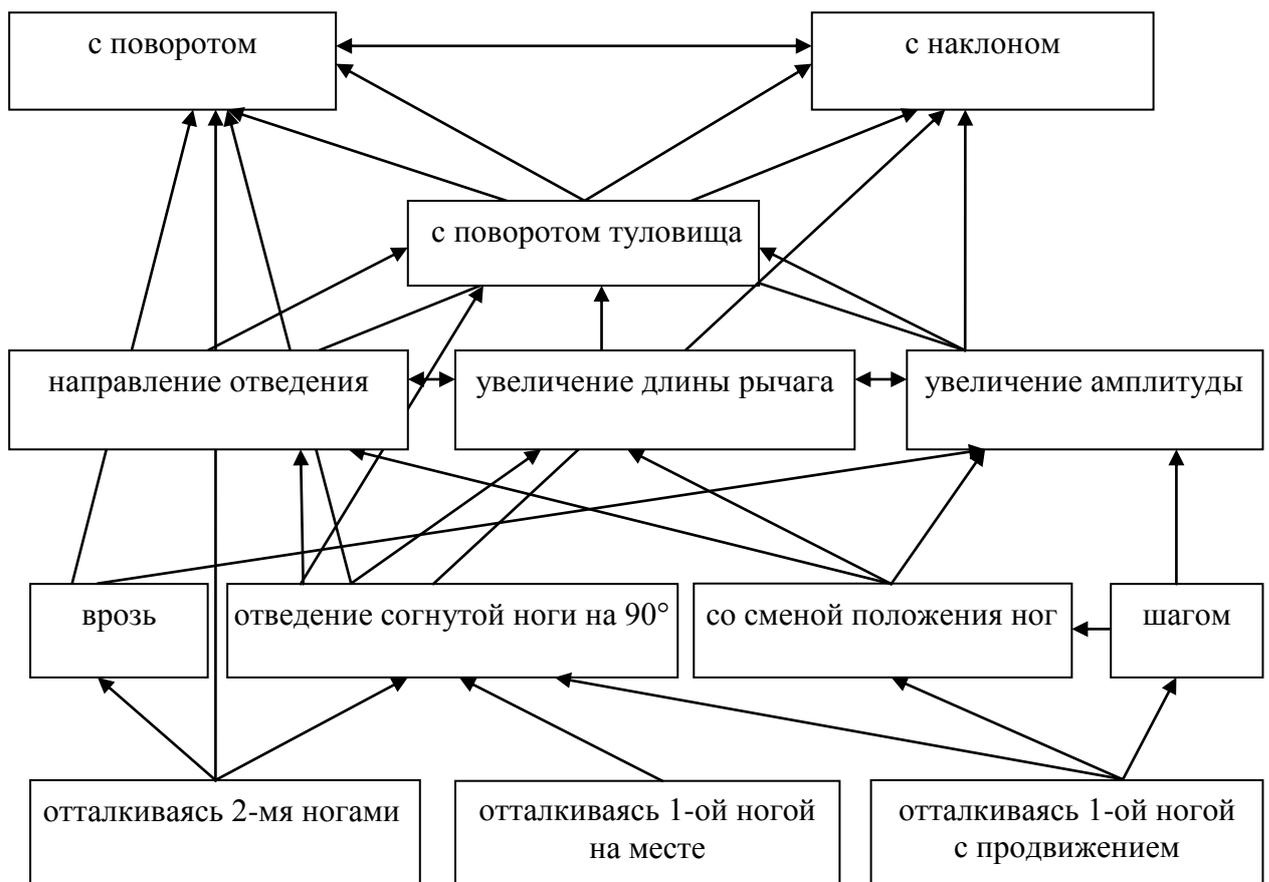
От сложности и качества выполнения фазы завершающих действий зависит не только безопасность приземления, но и рациональность, законченность, эстетизм и целостность движений. Возможность завершения прыжка в соответствии с этими критериями и выполнение двигательной программы в целом связаны с эффективностью всех предыдущих фаз движения, а также координационной сложностью работы мышц ног в условиях приземления. Координационная сложность данной фазы зависит от таких факторов, как:

- длительность безопорной фазы, влияющая на своевременность и адекватность действий, предусматривающих контакт с опорой;
- скорость перемещения, обуславливающая ударную «нагрузку» на опорные звенья;
- наличие центробежных сил, момента инерции и соотношения осей вращения, которые влияют на траекторию перемещения ОЦМт и его положение относительно площади опоры;
- площадь опоры приземления (только на стопы или с опорой на другие части тела), предопределяющая устойчивость приземления;
- продолжительность паузы между приземлением и последующими действиями.

Таким образом, техническая ценность прыжка должна учитывать выше перечисленные объективные биомеханические факторы, обуславливающие целесообразную реализацию всех его фаз, и представлять собой суммарный показатель сложности элемента. Конкретизированные факторы сложности

прыжков и их логические взаимосвязи позволили спроектировать алгоритм определения технической ценности элементов данной структурной группы художественной гимнастики (рисунок 9).

Алгоритм определения технической ценности прыжков предполагал более 35 траекторий изменения сложности элементов. Каждое из обозначенных передвижений приводило к усложнению оцениваемого элемента на 0,1 балла. Суммарный показатель количества операционных шагов, выполненных в соответствии имеющимися в прыжке двигательными действиями, позволял определить техническую ценность элемента, как производную объективной сложности.



Примечание: → изменение сложности на 0,1 балла

Рисунок 9 - Алгоритм определения технической ценности прыжков художественной гимнастики

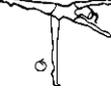
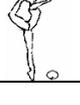
Таким образом, научно-обоснованные критерии сложности и спроектированный алгоритм позволили разработать матрицу технической ценности прыжков художественной гимнастики (таблица 14).

Таблица 14 - Фрагмент матрицы технической ценности прыжков художественной гимнастики

И.п. уровень ценности	Отталкиваясь двумя		Отталкиваясь одной	
	<i>На месте</i>		<i>С продвижением</i>	
1	- сгибая ноги вперед, с поворотом на 180°		- со сменой положения ног вперед; - со сменой согнутых ног вперед и поворотом на 180°; - подбивной книзу (вперед, в сторону, сзади); - в кольцо одной;	
2	- выпрямляясь на 360°; - прогнувшись; - подбивной		- на пасе с поворотом на 180°; - со сменой положения ног выше 90°; - со сменой положения ног сзади	
3	- прогнувшись с поворотом на 180°; - подбивной в кольцо		- на пасе на 360°; - нога вперед (в сторону, назад, в аттюд) с повор. на 180°; - подбивной книзу (вперед, в сторону, сзади) с повор. на 180°; - в кольцо одной с поворотом на 180°; - фуэте	
4	- прогнувшись с поворотом на 360°; - в продольный шпагат; - в продольный шпагат с наклоном и приземл. в присед; - в кольцо двумя; - шпагат; - подбивной с наклоном назад		- нога вперед (в сторону назад, в аттюд) с повор. на 360°; - со сменой ног выше 90° и поворотом на 180°; - со сменой положения ног сзади в кольцо; - в кольцо одной с поворотом на 360°; - фуэте в кольцо	
5	- в продольный шпагат с наклоном; - в кольцо двумя с поворотом на 180°; - шпагат в кольцо;		- со сменой ног выше 90° и поворотом на 360°; - со сменой ног в кольцо с поворотом на 180°; - фуэте в шпагат и кольцо; - перекидной в шпагат;	
6	- в продольный шпагат с наклоном и поворотом на 180°; - в кольцо двумя с поворотом на 360°; - продольный шпагат с поворотом на 180°;		- со сменой положения ног в кольцо с поворотом на 360°; - фуэте в кольцо двумя; - фуэте в шпагат с наклоном назад; - перекидной в шпагат и кольцо	
7	- в продольный шпагат с наклоном и поворотом на 360°; - шпагат с наклоном назад; - продольный шпагат с поворотом на 360°;		- перекидной в шпагат с наклоном назад.	

В соответствии с разработанными алгоритмами и матрицами были спроектированы таблицы технической ценности элементов структурных групп для правил соревнований по художественной гимнастике (таблица 15).

Таблица 15 – Фрагменты таблиц технической ценности элементов структурных групп для правил соревнований по художественной гимнастике

ЭЛЕМЕНТЫ	Техническая ценность (баллы)					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
равновесия						
Вперед; с помощью или без; с наклоном назад горизонтально	-		-		-	
В сторону; без помощи; с наклоном туловища в сторону горизонтально	-	-	-		-	
Назад с помощью; с наклоном вперед	-	-			-	-
Назад без помощи; с наклоном вперед	-	-	-		-	
повороты						
В сторону; с наклоном в сторону горизонтально	-		-		-	-
Арабеск, с наклоном вперед или назад	-	-				-
Вперед с помощью и без	-	-		-		-
В сторону; с помощью и без	-		-		-	-
Кольцо с помощью и без; с наклоном вперед	-	-		-		
прыжки						
Прыжок подбивной; тело в различных положениях	-				-	-
Прыжок подбивной, с 2-х ног с вращением; тело в различных положениях	-	-				-
Прыжок в шпагат, тело в различных положениях	-	-				-
«Казак», свободная нога горизонтально; также с наклоном вперед					-	-

Оценка эффективности применения разработанных таблиц технической ценности элементов предполагала анализ результативности дифференцировки высококвалифицированных спортсменов по уровню их исполнительского мастерства, относительно действующих правил соревнований. Она проводилась в два этапа и представляла собой применение: 1) квалиметрии исполнительского мастерства гимнасток в соответствии с действующими правилами соревнований; 2) квалиметрии исполнительского мастерства гимнасток в соответствии с разработанными таблицами технической ценности элементов структурных групп правил соревнований; 3) статистической обработки полученных данных (таблица 16).

Экспертной оценке подверглась техническая ценность соревновательных программ финалисток Гран-при этапа Кубка мира по художественной гимнастике 2016 года в Москве. Подсчитывалась техническая ценность элементов, как отдельно взятой структурной группы, так и в целом всех структурных групп. Наибольшие изменения в технической ценности соревновательных программ гимнасток произошли в упражнениях с обручем и булавами. Приросты в технической ценности согласно разработанным таблицам варьировали в пределах 10%-37,7%. Однако наибольший прирост в констатирующем эксперименте был зафиксирован в упражнении с лентой у российской гимнастки С.А. (38%). В соответствии с действующими правилами соревнований данная гимнастка по технической ценности элементов структурных групп занимала лишь 7 место, и смогла победить в данном виде многоборья за счет безошибочного выполнения соревновательного упражнения. В соответствии с разработанными таблицами в технической ценности она переместилась на 2 место, увеличив в данном виде многоборья преимущество над ближайшим соперником до 0,4 балла.

Менее всего в соответствии с разработанными таблицами правил соревнований изменилась техническая ценность упражнений с мячом: приросты составили от 5% до 27%. Однако в процессе статистической обработки были выявлены достоверные различия между двумя подходами к определению технической ценности соревновательных композиций во всех видах многоборья художественной гимнастики. Анализ плотности результатов изучаемых выборок показал, что изменения в технической ценности элементов структурных групп гимнасток отразились и на оценках исполнительского мастерства гимнасток в целом. Вариативность экспертных оценок финалисток в видах многоборья увеличилась на 1,0% - 2,1%, что в условиях высокой конкуренции позволяло более качественно осуществлять дифференцировку спортсменов. Доказательством этому служат изменения, произошедшие в рейтингах гимнасток: динамика занимаемых мест составила 62,5% - 87,5%. Однако победители в видах многоборья остались прежними, а их «отрыв» от ближайших преследователей только увеличился (на 0,2-0,7 балла). При чем, исчезли случаи, когда гимнастки делили призовые места.

Таблица 16 - Экспертная оценка технической ценности композиций в соответствии с действующими и проектируемыми правилами соревнований (баллы)

№ п/п	И.Ф. финалиста	оценка	место	техническая ценность			проект. оценка	проект. место
				действ.	проект.	динамика		
обруч								
1.	С.Д.	18,285	2	5,0	6,3	+1,3(26%)	19,585	2
2.	М.С.	17,966	4	6,4	7,5	+1,1(17,2%)	19,066	3
3.	А.С.	18,5	1	5,3	7,3	+2,0(37,7%)	20,5	1
4.	К.М.	17,583	5	4,3	5,3	+1,0(23,6%)	18,583	5
5.	Н.В.	17,416	7-8	4,3	5,2	+0,9(20,9%)	18,316	6
6.	С.П.	18,016	3	4,9	5,7	+0,8(16,3)	18,816	4
7.	Д.А.	17,5	6	4,6	5,2	+0,6(13,0%)	18,1	8
8.	А.Л.	17,416	7-8	6,0	6,8	+0,8(13,3%)	18,216	7
	V(%)	2,34		15,04	15,42		4,34	
Статистический вывод				p≤0,05				
мяч								
1.	С.Д.	18,383	3	5,9	7,5	+1,6(27%)	19,983	3
2.	А.Л.	17,55	6	5,0	6,1	+1,1(22%)	18,650	5-6
3.	М.М.	18,883	1-2	5,8	7,1	+1,3(22%)	20,183	2
4.	С.П.	17,933	5	5,6	5,9	+0,3(5%)	18,233	7-8
5.	Н.Р.	17,516	7	6,6	8,2	+1,6(24%)	19,116	4
6.	М.С.	18,350	4	4,8	5,1	+0,3(6%)	18,650	5-6
7.	А.С.	18,883	1-2	7,0	8,7	+1,7(24%)	20,583	1
8.	А.С.	17,333	8	6,8	7,7	+0,9(13%)	18,233	7-8
	V(%)	3,38		13,68	17,57		4,81	
Статистический вывод				p≤0,05				
булавы								
1.	А.А.	18,35	2	4,9	5,4	+0,5(10%)	18,85	6
2.	Н.Р.	17,966	6	5,7	7,0	+1,3(23%)	19,266	5
3.	М.С.	18,316	3	6,3	7,4	+1,1(18%)	19,416	4
4.	М.М.	18,95	1	6,0	7,3	+1,3(22%)	20,25	1
5.	А.Л.	17,05	7	5,3	6,7	+1,4(26%)	18,45	7
6.	С.П.	18,150	5	5,4	7,0	+1,6(30%)	19,75	3
7.	С.Д.	18,25	4	4,4	6,0	+1,6(36%)	19,85	2
8.	Н.Р.	16,333	8	4,8	5,4	+0,6(13%)	16,933	8
	V(%)	4,64		11,95	12,50		5,66	
Статистический вывод				p≤0,05				
лента								
1.	М.С.	18,016	4	5,8	7,0	+1,2(21%)	19,216	3
2.	К.М.	17,25	6	5,5	5,8	+0,3(6%)	17,55	7
3.	А.А.	18,05	3	5,4	5,8	+0,4(7%)	18,45	5
4.	С.П.	16,633	8	5,7	6,5	+0,8(14%)	17,433	8
5.	Е. Г.	16,883	7	4,7	5,9	+1,2(26%)	18,083	6
6.	С. Д.	18,133	2	5,6	7,4	+1,8(32%)	19,933	2
7.	С.А.	17,516	5	5,8	7,1	+1,3(22%)	18,816	4
8.	А.С.	18,333	1	5,3	7,3	+2,0(38%)	20,333	1
	V(%)	3,58		6,6	10,43		5,65	
Статистический вывод				p≤0,05				

Таким образом, была подтверждена возможность более объективного определения технической ценности и повышения эффективности экспертизы исполнительского мастерства гимнасток на основе научно-обоснованной дифференцировки их соревновательных композиций по технической ценности.

На заключительном этапе констатирующего эксперимента был осуществлен анализ эффективности влияния спроектированных таблиц технической ценности элементов на качество композиционного построения соревновательных программ мастеров спорта по художественной гимнастике. В процессе тренировочных занятий было предложено осуществить коррекцию или полностью изменить содержание элементов, имеющих техническую ценность в соответствии с разработанными таблицами. Содержание и сложность композиций зависели от индивидуальных особенностей каждой гимнастки и не имели ограничения по количеству технических элементов. Однако при определении технической ценности соревновательных программ учитывались только девять наиболее сложных элементов, выполненных на соответствующем уровне качества.

Экспертная оценка представленных в конце эксперимента соревновательных программ 12-ти гимнасток показала, что достоверно изменились, как техническая ценность, так и качественные характеристики композиций. Показатели сложности соревновательных программ, выраженные в технической ценности, изменились в среднем на 0,2 балла за каждый вид и на 0,8 балла в многоборье. Статистический анализ не выявил достоверных различий в оценках за техническую ценность в отдельном виде многоборья, но этого было достаточно, чтобы наиболее подготовленные гимнастки смогли увеличить и продемонстрировать свое преимущество. Так в многоборье разница между призерами составила в среднем 1,6 балла, что было в 2 раза больше, чем в начале эксперимента при ранжировании спортсменок. Качественная оценка композиции свидетельствовала об улучшении эстетического компонента всех соревновательных программ испытуемых и отсутствии типового подхода к определению набора «элементов трудности». Каждая спортсменка изменила содержание элементов программы в среднем на 1/3, что позволило придать композиции большую индивидуальность.

Таким образом, было экспериментально доказано, что в основу разработки критериев оценки исполнительского мастерства спортсменок в художественной гимнастике и, в частности, технической ценности соревновательных программ, должны быть положены объективные факторы координационной сложности элементов структурных групп данного вида спорта. Научное обоснование данных факторов учитывает не только кинематические и динамические характеристики сложности элементов, но и их логические взаимосвязи, являясь необходимым условием совершенствования правил соревнований международной федерации гимнастики и объективизации оценки технической ценности соревновательных программ спортсменок. Установленные объективные факторы сложности позволили классифицировать элементы структурных групп по их реальной технической ценности посредством

разработанных алгоритмов, матриц и таблиц для правил соревнований по художественной гимнастике. Таблицы технической ценности объективизируют экспертную оценку, добавляя к визуальному и субъективному анализу внешних параметров движений содержательную и объективную составляющую координационной сложности. Это не только технологизирует процесс определения технической ценности имеющихся элементов структурных групп, но и упрощает процесс конструирования новых с заданной сложностью. Алгоритмы определения технической ценности элементов структурных групп позволяют прогнозировать и проектировать уровень сложности соревновательных программ, а также выстраивать траекторию ее освоения на основе современных тенденций развития художественной гимнастики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие **выводы**:

1. Проблема объективизации экспертной оценки касается всех этапов развития художественной гимнастики. Членами Технического комитета по художественной гимнастике Международной федерации предпринимались попытки совершенствования правил соревнований. Они заключались в:

- регламентации уровня и объема сложности в соревновательном упражнении (волнообразная динамика);
- повышению требований к разнообразию элементов;
- гармонизации композиции соревновательных упражнений посредством повышения требований к компоненту исполнительского мастерства «Артистизм»;
- увеличению количества экспертов;
- вычленению из общей оценки отдельных компонентов исполнительского мастерства и применение бригад судей для их изолированной оценки;
- изменению величин максимально возможных оценок за каждый компонент исполнительского мастерства;
- протоколированию соревновательных программ и повышению скорости экспертной оценки.

Однако в этих положениях была велика доля субъективизма, и они не решали главной задачи правил соревнований - оценки исполнительского мастерства спортсменок на основе учета объективных характеристик.

2. Негативная тенденция экспертной оценки в художественной гимнастике выражается в требованиях правил соревнований, которые искусственно сдерживают развитие координационной сложности соревновательных программ; приводят к сокращению количества элементов, оцениваемых правилами соревнований; отсутствию адекватных критериев определения технической ценности. Об этом свидетельствуют:

- ограничение шкалы для оценки сложности элементов структурных групп упражнений художественной гимнастики;

- исключения из содержания вида спорта целого ряда оригинальных и зрелищных элементов;

- нивелирование ценности элементов посредством их объединения одинаковую группу сложности;

- отсутствие в правилах соревнований критериев оценки, основанных на объективных характеристиках.

3. Анализ эффективности экспертной оценки исполнительского мастерства спортсменок в художественной гимнастике последних четырёх олимпийских циклов указывает на отсутствие объективного ранжирования спортсменок согласно уровню их исполнительского мастерства. Данный факт подтверждают недостоверные различия в оценках призеров и финалистов Чемпионатов мира и Европы и наличие одинаковых экспертных оценок. Высокие показатели плотности результатов спортсменок в финале индивидуального многоборья по художественной гимнастике на Играх Олимпиад подтверждают низкое качество применяемой квалиметрии: 2004 год – 3,4%; 2008 год – 3,3%; 2012 год – 2,3%; 2016 год – 3,3%.

4. Анализ содержания соревновательных программ сильнейших спортсменок олимпийского цикла 2013-2016 г.г. позволил установить, что в основе большинства композиций (85%) лежит одинаковый набор элементов (3-5) структурной группы и однотипная работа предметом. Это указывает на необходимость:

- стимулирования сложности, разнообразия и индивидуальности соревновательных программ на основе объективизации технической ценности элементов;

- дифференцированной градации всех элементов с учетом биомеханических характеристик, позволяющей без ограничений демонстрировать компоненты исполнительского мастерства.

5. Кинематическими характеристиками элементов структурных групп художественной гимнастики, позволяющими визуально дифференцировать их по сложности, являются:

- 1) в структурной группе «Равновесия»: межзвенные углы свободной и опорной ноги, величины длины траекторий перемещения и направления движений звеньев тела (нога, туловище, голова, руки);

- 2) в структурной группе «Повороты»: межзвенные углы свободной и опорной ноги, количество вращений и количество осей вращения;

- 3) в структурной группе «Прыжки»: межзвенные углы, определяющие форму прыжка, длины траекторий перемещений звеньев тела, наличие или отсутствие изменений в направлении движений звеньев тела в полетной фазе.

6. Динамическими характеристиками элементов структурных групп художественной гимнастики, обуславливающих их сложность, являются:

- количественные показатели максимальной амплитуды турнов электрической активности мышц, отвечающие за принятие формы;

- реципрокность мышц, обуславливающая пространственную точность фиксации поз в соответствии с двигательными задачами;

- показатели интегрированной биоэлектроактивности основных групп мышц в процессе сохранения формы в соответствии с двигательной задачей.

7. В основе технической ценности элементов структурных групп упражнений художественной гимнастики лежат логические связи биомеханических характеристик, обуславливающие сложность движений.

Корреляционный анализ позволил установить, что биомеханическими факторами, предопределяющими сложность выполнения элементов структурных групп художественной гимнастики являются:

1) в структурной группе «Равновесия»:

- площадь и характер опоры;
- длина плеча рычага отводимого звена;
- амплитуда движений в межзвенных суставах;
- количество одновременно демонстрируемых максимальных амплитуд движений или степеней свободы в межзвенных суставах;
- направление движения ноги на максимальной амплитуде;
- степень и количество одновременно активируемых мышц;
- наличие и направление наклона туловища;
- наличие наклона головы назад;
- наличие (полу) приседа на уменьшенной опоре;
- наличие асимметрии в положении звеньев тела;

2) в структурной группе «Повороты»:

- длина плеча рычага отводимого звена;
- амплитуда движений в межзвенных суставах;
- направление движения ноги;
- степень и количество одновременно активируемых мышц;
- количество одновременно демонстрируемых максимальных амплитуд движений или степеней свободы в межзвенных суставах;
- наличие и направление наклона туловища;
- наличие наклона головы назад;
- наличие (полу)приседа;
- режим работы мышц опорной ноги в повороте (уступающий или преодолевающий);
- степень комбинирования осей вращения;
- наличие поворота туловища в повороте;
- наличие амплитудных «переводов» свободной ноги;
- количество вращений.

3) в структурной группе «Прыжки»:

- характер отталкивания (с одной или с двух);
- длина плеча рычага маховой ноги;
- наличие или отсутствие момента инерции (без или с разбегом, без или с наскоком);
- амплитуда движений в межзвенных суставах;
- количество одновременно демонстрируемых максимальных амплитуд движений или степеней свободы в межзвенных суставах;

- направление движения маховых звеньев тела;
- наличие смены направлений движений звеньев в без опорной фазе;
- наличие контр-движений ногами;
- наличие поворота туловища или всего тела в безопорном положении;
- необходимость глобального или многократного проявления силовых способностей;
- степень комбинирования осей вращения;
- наличие вращательного момента и его направление на приземлении.

Корреляционный анализ позволил выявить объективные факторы, ранее не учитываемые в практике оценки технической ценности элементов. Ими являются:

- направление движений звеньев тела (головы, туловища, ног);
- степень активации мышц;
- реципрокность мышц.

8. В основе проектирования таблиц технической ценности правил соревнований по художественной гимнастике лежит классификация элементов в соответствии со структурой двигательного действия, алгоритмы определения технической ценности, учитывающие биомеханические факторы сложности элементов. Логические шаги по траекториям алгоритма соответствующей структурной группы позволили классифицировать элементы по технической ценности и определить место каждого в общей иерархии сложности. Установлено, что для алгоритма каждой структурной группы существуют основные траектории определения сложности, трансформирующие и изменяющие техническую ценность элемента:

- для структурной группы «Равновесия» - 29 траекторий;
- для структурной группы «Повороты» - 37 траекторий;
- для структурной группы «Прыжки» - 35 траекторий.

Алгоритмы определения технической ценности элементов структурных групп позволили установить несоответствие между применяемыми в соответствии с действующими правилами соревнований таблицами ценности элементов и их реальной сложностью на 45%, а также разработать обоснованные матрицы технической ценности элементов, являющиеся содержательной основой объективизации таблиц правил соревнований по художественной гимнастике. На основе матриц были внесены изменения в ранжирование элементов структурных групп «Равновесия», «Повороты», «Прыжки» по технической ценности в таблицы правил соревнований FIG. Последовательное применение алгоритма, матрицы и таблицы позволяет определять техническую ценность элементов, уже выполняемых спортсменками, и проектировать новую.

9. Экспериментальная проверка эффективности применения разработанных таблиц технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики в процессе экспертной оценки соревновательных программ высококвалифицированных гимнасток доказала возможность коррекции рейтинга спортсменок и улучшения дифференцировки спортсменок,

как по технической ценности элементов, так и по исполнительскому мастерству в целом.

Изменения в экспертных оценках за техническую ценность элементов составили:

- в структурной группе «Равновесия»: от + 7,7% до + 87,5%;
- в структурной группе «Повороты»: от + 12,5% до + 68,4%;
- в структурной группе «Прыжки»: от – 22% до +11,1%.

Плотность экспертных оценок за исполнительское мастерство в отдельных видах многоборья уменьшилась:

- в упражнении с обручем: на 2,0 %;
- в упражнении с мячом: на 1,4 %;
- в упражнении с булавами: на 1,0%;
- в упражнении с лентой: на 2,1%.

Соревновательный рейтинг спортсменок высокой квалификации изменился на 62,5%-87,5% (различия достоверны, $p \leq 0,05$). Разница между сильнейшей гимнасткой в виде многоборья и серебряным призером увеличилась с 0 - 0,6 балла до 0,4 - 0,915 балла. Данный факт указывал на объективизацию экспертной оценки исполнительского мастерства на основе применения научно-обоснованного подхода к определению технической ценности элементов структурных групп художественной гимнастики и верность сформулированной рабочей гипотезы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Современные композиции в своей основе должны иметь не только сложные, но и разнообразные движения. В связи с этим для создания высокохудожественных композиций видов многоборья, отвечающих современным требованиям художественной гимнастики, высококвалифицированным гимнасткам необходимо владеть и использовать широкий арсенал элементов структурных групп данного вида спорта. Такой подход к конструированию соревновательных композиций позволит решать задачу демонстрации двигательной индивидуальности каждой гимнастки, и предоставит возможность судьям дифференцировать спортсменок по уровню их исполнительского мастерства.

2. Решение задачи дифференцировки спортсменок по уровню исполнительского мастерства должно быть основано на всеобъемлющей, качественной и объективной оценке сложности выполняемых упражнений, представляющей собой суммарную техническую ценность определенного гимнасткой и тренером набора элементов.

3. Выбор элементов структурных групп художественной гимнастики для создания соревновательной программы должен быть обусловлен только возможностями гимнастки, видом многоборья и создаваемым двигательным образом. Любые другие ограничения, в том числе таблицами технической ценности правил соревнований, сдерживают развитие, как каждой в отдельности спортсменки, так и вида спорта в целом.

4. Судьям, приступая к оценке исполнительского мастерства, очень важно дифференцировать 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, независимые от исполнителя, «трудность», как субъективная, относительная характеристика, определяющая отношение сложности элемента к уровню готовности исполнителя, не может влиять и определять оценку технической ценности соревновательной композиции спортсменки.

5. Уровень технической ценности соревновательных композиций гимнасток является объектом деятельности экспертов, качественными критериями которой должны являться неизменные и независимые характеристики, демонстрируемые абсолютно всеми спортсменками, и определяющими сложность упражнений.

6. Применяемая экспертиза мастерства спортсменки должна базироваться, прежде всего, на сопоставлении визуального восприятия внешних параметров движений и виртуальной модели требуемого правилами соревнований исполнения. При этом проблему объективности оценки можно решить не столько за счет оптимизации процедуры переработки получаемой информации, сколько предоставлением экспертам возможности производить адекватную оценку сложности элементов структурных групп, имеющих научно-обоснованную техническую ценность и обозначенных в таблице правил соревнований художественной гимнастики.

7. Ориентиром и руководством в определении технической ценности всех существующих и не существующих элементов структурных групп художественной гимнастики должны быть объективные биомеханические закономерности, обуславливающие факторы их сложности. Их знание и учет позволяют не только скорректировать основной фонд оценочных средств судьи (таблицы правил соревнований), но и вооружить эксперта инструментом предвидения, прогнозирования и готовности к оценке сложности, оригинальности и виртуозности будущих соревновательных программ художественной гимнастики.

8. Технология экспертизы исполнительского мастерства, базирующаяся на применении существующей таблицы ценности элементов правил соревнований, должна быть скорректирована с учетом научно-обоснованной информации, раскрывающей специфику техники выполнения элементов и факторов их сложности. В таблицы технической ценности правил соревнований рекомендуется внести следующие изменения относительно сложности каждой из структурных групп упражнений художественной гимнастики.

8.1 Структурная группа «Равновесия»

Техническая ценность каждого равновесия художественной гимнастики должна быть производной, полученной на основе учета следующих факторов: площадь опоры; длина рычага отводимой ноги; величина угла отведения ноги;

наличие комбинирования амплитудных движений; направление отведения ног; интегрированная биоэлектроактивность мышц; наличие, направление и амплитуда наклона туловища; наличие наклона головы назад; наличие опоры на согнутой ноге; наличие асимметрии в положении частей тела.

8.2 Структурная группа «Повороты»

Техническая ценность каждого поворота художественной гимнастики должна быть производной, полученной на основе учета следующих факторов: площадь опоры; рычаг отводимой ноги; угол отведения ноги; направление отведения ноги; интегрированная биоэлектроактивность мышц; наличие, направление и амплитуда наклона туловища; наличие наклона головы назад; наличие согнутой опорной ноги; наличие изменений форме тела; наличие контр-вращения в повороте; наличие подъема или приседания повороте; наличие комбинирования осей вращения.

8.3 Структурная группа «Прыжки»

Техническая ценность каждого прыжка художественной гимнастики должна быть производной, полученной на основе учета следующих факторов: наличие разбега; способ отталкивания; длина рычага отведенной(ых) ног(и); угол отведения ног(и); широта локализации и комбинирование амплитуд движений; количество степеней свободы в одном суставе (ах); направление движений ног(и) или туловища; наличие смены направления движения ноги или контр-движение ногами; наличие поворота туловища или всего тела; интегрированная биоэлектроактивность мышц; вращательный момент и его направление на приземлении; способ приземления.

9. Разработанные алгоритмы формирования технической ценности элементов структурных групп должны быть положены в основу проектирования системы многолетней спортивной подготовки в художественной гимнастике. Их рекомендуется учитывать при определении индивидуальных траекторий технической подготовки гимнасток.

10. Системный подход к анализу сложности элементов структурных групп художественной гимнастики с применением современных аппаратных методик, впервые апробированный в диссертационном исследовании, может быть использован в других технико-эстетических видах спорта не только с целью определения технической ценности применяемых соревновательных упражнений, но и для проверки эффективности двигательных действий спортсменов.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ:

1. Анализ результатов чемпионата Европы по художественной гимнастике в Баку / Е.Н. Медведева, Р.Н.Терехина, Е.С. Крючек, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2014. – Вып.7 (113). – С.164–168.

2. Анализ результатов Чемпионата мира по художественной гимнастике в Измире / Р.Н. Терехина, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – Вып.10 (116). – С. 128–132.
3. Анализ результатов Чемпионата Европы по художественной гимнастике – 2016 в Холоне (Израиль) / Р.Н. Терехина, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 7 (137). – С. 133-137.
4. Анализ выступления спортивной сборной команды России по художественной гимнастике в Рио-де-Жанейро / Р.Н. Терехина, И.А. Винер-Усманова, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 9 (139). – С. 186–189.
5. Инновационный подход к профилактике травматизма при освоении прыжков в художественной гимнастике / Е.Н. Медведева, Р.Б. Цаллагова, А.А. Супрун, Е.Б. Котельникова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 4 (134). – С. 160–163.
6. Медведева, Е.Н. Алгоритмизация технической подготовки в художественной гимнастике на основе учета психологических и физиологических особенностей спортсменок / Е.Н. Медведева, А.А. Супрун // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2010. – Вып. 5(63). – С. 50–57.
7. Медведева, Е.Н. Анализ и конкретизация требований, предъявляемых к спортсменам в различных гимнастических дисциплинах / Е.Н. Медведева, Ф.Ф. Гаилов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – Вып.10 (104). – С.121–125.
8. Медведева, Е.Н. Объективные факторы, обуславливающие ценность трудности равновесий в художественной гимнастике / Е.Н. Медведева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 3 (133). – С. 157–161.
9. Медведева, Е.Н. Обоснование модели основного хода акробатического рок-н-ролла на основе анализа электрической активности мышц спортсмена / Е.Н. Медведева, В.С. Терехин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 3 (133). – С. 162–166.
10. Медведева, Е.Н. Объективизация технической ценности поворотов на основе конкретизации биомеханических факторов их сложности / Е.Н.Медведева // Вестник спортивной науки.– 2016. – № 4. – С. 19–21.
11. Медведева, Е.Н. К проблеме обоснования критериев оценки качества основного шага в акробатическом рок-н-ролле / В.С. Терехин, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – Вып. 8 (114). – С. 96–100.
12. Медведева, Е. Объективизация технической ценности равновесий на основе инновационных подходов к анализу их сложности в художественной гимнастике / Е.Медведева, Р.Терехина // Материалы VII Международного научного конгресса Федерации гимнастики Словении; 20 января 2017 года, г. Порторож (Словения). – Любляна, 2017. – С. 23-27. – Текст на англ. яз.

13. Модельные характеристики компонентов исполнительского мастерства гимнасток индивидуальной программы, выступающих в многоборье / Е.С. Крючек, Р.Н. Терехина, Е.Н. Медведева, Г.Р. Айзятуллова, Н.И. Кузьмина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – Вып. 1 (119). – С.109–113.

14. Модельные характеристики компонентов исполнительского мастерства гимнасток групповых упражнений, выступающих в соревнованиях по многоборью / Е.С. Крючек, Р.Н. Терехина, Е.Н. Медведева, Г.Р. Айзятуллова, Н.И. Кузьмина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – Вып. 2 (120). – С. 123–127.

15. Обоснование подхода к определению сложности элементов художественной гимнастики и их технической ценности / Е.Н. Медведева, Р.Н. Терехина, А.А. Супрун, А.С. Мальнева, Н.И. Кузьмина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – Вып. 3 (121). – С. 146–149.

16. Объективизация технической ценности элементов художественной гимнастики как фактор успешности многолетней подготовки спортсменок / Р.Н. Терехина, И.А. Винер-Усманова, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек, Р.Б. Цаллагова // Теория и практика физической культуры. – 2016. – №10. – С. 66–67.

17. Результаты чемпионата мира по художественной гимнастике в Штутгарте / Р.Н.Терехина, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – Вып.10 (128). – С. 195–199.

18. Ретроспективный анализ соревновательных результатов ведущих гимнасток мира / Р.Н.Терехина, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып.1 (131). – С. 255–259.

19. Реализация способов оценки технической ценности элементов в правилах соревнований Международной федерации гимнастики / Р.Н.Терехина, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, И.А. Винер-Усманова, А.А. Супрун // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – Вып. 3 (133). – С. 233–236.

20. Современный подход к процессу постановки соревновательных композиций в художественной гимнастике / Р.Н. Терехина, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, И.Б. Зеновка // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – Вып.8 (114). – С. 180–185.

21. Соотношение сил в художественной гимнастике на Европейском помосте – 2015 / Р.Н. Терехина, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – Вып.7 (125). – С. 160–164.

22. Факторы, предопределяющие успешность освоения и выполнения равновесий в художественной гимнастике / Е.Н. Медведева, И.А. Винер, А.А. Супрун, Ю.В. Розыченкова // Учёные записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – Вып.7 (73). – С. 96–100.

23. Факторы, предопределяющие синхронность исполнения прыжков в групповых упражнениях художественной гимнастики / Е.Н.Медведева, Е.С.

Крючек, А.М. Пухов, А.А. Супрун, Н.Е. Чапакова // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2014. – Вып. 5 (111). – С.102–106.

Учебные пособия, монографии и программы:

24. Медведева, Е.Н. Совершенствование экспертной оценки в художественной гимнастике на основе объективизации технической ценности элементов / Е.Н.Медведева. – СПб.: [б.и.], 2017. – 194 с.

25. Примерная программа спортивной подготовки по виду спорта «Художественная гимнастика» / Р.Н. Терехина, И.А. Винер-Усманова, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек, А.А. Супрун, Р.Б. Цаллагова, А.С. Мальнева, Г.Г. Романова. – Москва : Министерство спорта Российской Федерации, 2016. – 326 с.

26. Теория и методика художественной гимнастики: артистичность и пути её формирования : учебное пособие / Р.Н. Терехина, И.А. Винер-Усманова, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек. – Москва : Человек, 2014. – 120 с.

27. Художественная гимнастика: история, состояние и перспективы развития : учебное пособие / Р.Н. Терехина, И.А. Винер -Усманова, Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек. – Москва : Человек, 2014. – 220 с.

Подписано в печать _____ 2017

Объем _____ печ.л.

Тираж _____ экз. Зак. № _____

Типография ФГБОУ ВО «НГУ им. П.Ф. Лесгафта,
Санкт-Петербург»
190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35