

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»

На правах рукописи

ЗАХАРОВ Григорий Георгиевич

МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С
ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ, ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ

5.8.5. Теория и методика спорта

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель –
кандидат педагогических наук
Новикова Н.Б.

Санкт-Петербург – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ....	17
1.1 Современные тенденции в технике прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.....	17
1.1.1 Анализ биомеханических характеристик техники фазы разгона в прыжке на лыжах с трамплина.....	18
1.1.2 Анализ биомеханических характеристик техники прохождения кривой радиуса R1 в фазе разгона.....	23
1.1.3 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе отталкивания.....	27
1.1.4 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе формирования полета.....	36
1.1.5 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе полета.....	41
1.1.6 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе приземления.....	47
1.1.7 Требования к технике прыжка на лыжах с трамплина в фазе выката и остановки.....	51
1.2 Современные подходы к технической подготовке в прыжках на лыжах с трамплина.....	52
1.3 Изменения в экипировке и правилах соревнований в прыжковом компоненте лыжного двоеборья.....	66
1.4 Возрастные особенности подготовки лыжников-двоеборцев, юношей 13-16 лет.....	69
Заключение по первой главе.....	76
ГЛАВА 2 МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	79

2.1 Методы исследования.....	79
2.1.1 Анализ научно-методической литературы, нормативных документов, спортивной документации.....	79
2.1.2 Педагогические наблюдения.....	80
2.1.3 Видеоанализ техники прыжка на лыжах с трамплина.....	81
2.1.4 Опрос (анкетирование).....	84
2.1.5 Педагогическое проектирование.....	84
2.1.6 Педагогический эксперимент.....	85
2.1.7 Педагогические тестирования.....	85
2.1.8 Метод экспертных оценок.....	86
2.1.9 Методы математической статистики.....	86
2.2 Организация исследования.....	87
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЙКИ РАЗГОНА, ОТТАЛКИВАНИЯ НА СТОЛЕ ОТРЫВА И ПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЕТА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ.....	89
3.1 Модельные характеристики стойки разгона в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.....	89
3.2 Модельные характеристики фазы отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.....	90
3.3 Модельные характеристики техники в период формирования полета в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.....	93
3.4 Модельные характеристики фазы полета в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.....	94
Заключение по третьей главе.....	96
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ (ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ) НА ОСНОВЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМУ УПРАЖНЕНИЮ.....	99

4.1 Оценка уровня технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет	99
4.2 Исследование средств технической подготовки, применяемых в практике лыжного двоеборья.....	104
4.3 Оценка соответствия средств технической подготовки юных лыжников-двоеборцев биомеханическим критериям соревновательного упражнения.....	107
4.4 Современные требования к осуществлению технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина.....	112
4.5 Содержание методики технической подготовки лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению.....	116
4.5.1 Средства и методы совершенствования техники стойки разгона и развития функции равновесия лыжников-двоеборцев.....	116
4.5.2 Средства и методы тренировки лыжников-двоеборцев, направленные на выполнение синхронного и равного по величине усилия мышц ног при отталкивании от стола отрыва, методика их применения.....	117
4.5.3 Средства и методы совершенствования техники полета лыжников-двоеборцев.....	118
4.5.4 Средства и методы совершенствования техники приземления и выката.....	121
4.6 Реализация методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет в годичном цикле.....	123
Заключение по четвертой главе.....	131
ГЛАВА 5 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ (ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ)	134

5.1 Оценка технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет до и после эксперимента.....	136
5.2 Оценка специальной физической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет до и после эксперимента.....	153
5.3 Анализ результативности лыжников-двоеборцев 13-16 лет.....	154
Заключение по пятой главе.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	159
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	163
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	166
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ А Оценка уровня технической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет в прыжках на лыжах с трамплина.....	192
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Специальные упражнения юного лыжника-двоеборца, направленные на повышение технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина.....	206
ПРИЛОЖЕНИЕ В Паспортные и антропометрические данные спортсменов, участвующих в эксперименте.....	222
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Динамика результативности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья.....	223
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Динамика специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья.....	225
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Протоколы экспертной оценки.....	229
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Акты внедрения.....	233

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одним из приоритетных направлений социальной политики Российской Федерации является развитие нашей страны как ведущей мировой спортивной державы, с развитым массовым спортом и высокими достижениями на международной спортивной арене (*Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года* (Утвержд. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2020 г. № 3081-п). [сайт] URL: <https://minsport.gov.ru/2020/docs/new%20files> (дата обращения: 11.12.2020). При этом одной из целей «Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года» является обеспечение условий для вхождения спортивной сборной команды России в тройку сильнейших команд в неофициальном общекомандном зачете по результатам выступлений на Олимпийских играх. За всю историю зимних Олимпийских игр советскими и российскими лыжниками-двоеборцами было завоёвано только 4 олимпийских медали – серебро в 1964 и 3 бронзы в 1960, 1988 и 1998 годах. Результаты российских спортсменов в лыжном двоеборье в настоящее время крайне низкие, и причину этого необходимо искать не только в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов, но и в системе многолетней подготовки юных двоеборцев.

Для достижения национальных целей, определенных Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и решения актуальных задач развития физической культуры и спорта необходимо развитие системы подготовки спортивного резерва с учетом мировых тенденций, повышение эффективности тренировочных воздействий за счет выбора наиболее действенных средств и методов подготовки и использования их в соответствии с возрастными особенностями спортсменов (*Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до*

технической подготовки должны быть научно обоснованы, систематизированы и выбираться в соответствии с требованиями и условиями настоящего и будущего данной спортивной дисциплины (*Buchner, S. 2015; Schwameder, H. 2008*).

Степень научной разработанности проблемы исследования. В настоящее время детально изучена биомеханика прыжка на лыжах с трамплина как сложно-координационного двигательного действия, в структуре которого, согласно правилам соревнований, выделяют фазы разгона, отталкивания, полета, приземления и выката. Особое внимание исследователей обращено на поиск аэродинамически выгодной позиции спортсмена во всех фазах прыжка, изучения внешних сил, действующих на прыгуна в зависимости от положения системы «лыжник-лыжи» и приложенных усилий в опорном и безопорном положениях. Современные исследования техники прыжка на лыжах с трамплина базируются на научных разработках и системных подходах, определенных в прошлом столетии (*Грозин, Е. А. 1971; Baumann, W. 1979; König, H. 1952; Remizov, L.P. 1984; Straumann, R. 1927; Tani, I. 1971*). Наряду с лабораторными исследованиями в аэродинамической трубе в настоящее время широко используются возможности компьютерного моделирования и вычислительной гидродинамики для расчета оптимальной скорости отталкивания, положения звеньев тела и лыж, выгодной траектории полета, более точного определения влияния сил воздуха на спортсмена (*Ettema, G. J. C. 2005; Gardan, N. 2007; Jung, A. 2014; Marques, P. 2009; Schmölzer, B. 2002; Seo, K. 2004; Virmavirta, M. 2012; Yamamoto, K. 2016*).

Ряд ученых исследует динамику отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях на тензоплатформах в лабораторных условиях (*Вемпов, В. А. 2018; Lorenzetti, S. 2017; Pauli, C. 2015; Schwameder, H. 2008; Virmavirta, M. 2011; Virmavirta, M. 2001*), что позволяет определить оптимальные варианты распределения усилий, а также сравнить динамические характеристики отталкивания лидеров и менее квалифицированных спортсменов для выявления современных тенденций в ключевой фазе прыжка.

Существует достаточно много исследований кинематики различных фаз

прыжка с трамплина, выполненных на основе видеоанализа и анализа данных инерционных датчиков (*Bessone, V. 2019; Chardonnens, J. 2012; Janura, M. 2010; Kreibich, S. 2018; Müller, S. 2014; Murakami, M. 2010; Schmölzer, B. 2005; Schwameder, H. 2009; Vodigar, J. 2011*), причем большая часть подобных исследований посвящена технике прыгунов с трамплина. Анализ результатов зарубежных и отечественных исследований позволил установить, что наиболее значимыми для разработки методики технической подготовки являются модельные величины угловых характеристик во время разгона, отталкивания, формирования полета и полета, которые существенно меняются с развитием вида спорта.

Техника прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев изучена в меньшей степени, до настоящего времени в нашей стране ученые и практики опираются на модельные показатели прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев, разработанные в 2013 году и ранее (*Ветров, В. А. 2013; Зебзеев, В. В. 2019; Зебзеев, В. В. 2016; Зебзеев, В. В. 2018; Злыднев, А. А. 1985; Зубарев, Ю. М. 1974*), тогда как современными исследованиями доказаны значительные изменения в кинематике отталкивания и полета, обусловленные соревновательными условиями и ограничениями в правилах соревнований (*Müller, S. 2019; Müller, S. 2014*).

Существует достаточно много исследований, посвященных разработке методик физической и технической подготовки, развитию специальных физических способностей лыжников-прыгунов, однако по большей части в них не учитывается специфика лыжного двоеборья (*Арефьев, А. Н. 2012; Гюртлер, Р. 2004; Денисов, В. С. 1991; Зебзеев, В. В. 2020; Злыднев, А. А. 2013; Арефьев А. Н., Зубков С. А., Калинин Ю. В. [и др.]. 2012; Кузнецов, В. А. 2009; Лавров, В. Н. 1975; Jošt, V. 2009*). В то же время уровень технической подготовленности российских лыжников-двоеборцев, по данным практических исследований, значительно ниже, чем у их иностранных соперников, что свидетельствует о необходимости совершенствования методики подготовки на современном этапе (*Белёва, А. Н. 2020; Захаров, Г. Г. 2018; Захаров, Г. Г. 2016; Злыднев, А. А. 2011*).

Результаты сравнительных исследований кинематических и

динамических характеристик техники прыжка с трамплина и имитационных упражнений (Chowdhury, H. 2011; Chowdhury, H. 2010; Ettema, G. 2020; Ettema, G. 2016; Lorenzetti, S. 2017; Meile, W. 2006; Müller, W. 1996; Müller, W. 1995; Petrat, J. 2016; Schwameder, H. 2008; Schwameder, H. 2009; Schwameder, H. 2019; Virnavirta, M. 2009) и анализ современных тенденций развития лыжного двоеборья (Chowdhury, H. 2011; Chowdhury, H. 2010; Müller, W. 1996; Müller, W. 1995; Petrat, J. 2016; Virnavirta, M. 2019) позволили определить специфические требования к выполнению специально-подготовительных упражнений, обосновать подходы к выбору вариантов применения средств технической подготовки и методику их реализации в тренировочном процессе юных лыжников-двоеборцев.

Тем не менее, несмотря на разнообразие исследований различных аспектов техники прыжков на лыжах с трамплина, в настоящее время наименее изученной остается проблема разработки действенной методики технической подготовки юных двоеборцев, соответствующей современным тенденциям вида спорта.

На современном этапе развития спортивной науки существуют очевидные противоречия между необходимостью совершенствования системы подготовки лыжников-двоеборцев, значительными изменениями в технике прыжка на лыжах с трамплина, произошедшими в последнее десятилетие, и отсутствием научно обоснованной методики технической подготовки, соответствующей тенденциям вида спорта и разработанной с учетом законов возрастного развития юных спортсменов.

Таким образом, **проблема исследования** заключается в повышении требований к технической подготовленности лыжников-прыгунов в связи со значительными изменениями в технике прыжка на лыжах с трамплина, правилах соревнований и модернизацией инвентаря, и недостаточной разработанности теории и методики технической подготовки юных лыжников-двоеборцев.

Объект исследования: техническая подготовка в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет.

Предмет исследования: средства и методы технической подготовки в

прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет.

Цель исследования – научно обосновать методику технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (13-16 лет) на основе применения тренировочных средств, соответствующих биомеханической структуре соревновательного упражнения.

Гипотеза исследования основывалась на предположении о том, что результативность юных лыжников-двоеборцев в прыжках на лыжах с трамплина возрастет при использовании методики, разработанной на основе биомеханического соответствия специальных средств подготовки лыжника-прыгуна соревновательному упражнению с учетом современных модельных характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина сильнейших лыжников-двоеборцев.

Задачи исследования:

1) выявить особенности современной техники и технической подготовки лыжников-двоеборцев в прыжках на лыжах с трамплина и обосновать направления совершенствования технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет;

2) разработать модельные характеристики техники стойки разгона, отталкивания от стола отрыва и полета в прыжке на лыжах с трамплина для лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет);

3) разработать методику технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе применения тренировочных средств, соответствующих кинематическим параметрам соревновательного упражнения;

4) экспериментально апробировать и оценить эффективность разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет).

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые:

- разработаны модельные показатели угловых характеристик стойки

разгона, отталкивания от стола отрыва, формирования и основной части полета и модельные показатели угловых скоростей движения звеньев тела квалифицированных лыжников-двоеборцев в фазе отталкивания;

- определены подходы к оценке биомеханического соответствия имитационных упражнений соревновательному двигательному действию в прыжках на лыжах и выявлены средства технической подготовки, наиболее соответствующие биомеханической структуре соревновательного упражнения: упражнения для совершенствования стойки разгона и отталкивания на движущейся или неустойчивой опоре в экипировке для прыжков с трамплина; упражнения для совершенствования фазы полета на неустойчивой опоре и в водной среде; упражнения для совершенствования приземления и выката в движении;

- научно обоснована методика технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев на основе тренировочных средств, обеспечивающих выполнение двигательных действий, соответствующих биомеханической структуре соревновательного упражнения, включающая, оценку техники специального упражнения; алгоритм подбора специально-подготовительных упражнений для сопряженного развития координационных способностей и совершенствования технической подготовленности; контроль технически правильного выполнения предлагаемых упражнений.

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

- в дополнении теории спорта и спортивной тренировки данными об угловых характеристиках разгона, отталкивания и полета в прыжке на лыжах с трамплина сильнейших лыжников-двоеборцев и лыжников-двоеборцев 13-16 лет, а также о величинах угловых скоростей отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина;

- в теоретическом обосновании соответствия тренировочных средств, включенных в разработанную методику технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев, биомеханической структуре

соревновательного упражнения.

Установленные угловые показатели техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев в фазах разгона, отталкивания и полета могут быть использованы в качестве модельных параметров для оценки качества технического исполнения прыжка с трамплина.

Практическая значимость настоящего исследования заключается в разработке методических рекомендаций по технической подготовке в прыжках на лыжах с трамплина юных лыжников-двоеборцев. Определены требования к технической подготовке в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев; разработаны комплексы специально-подготовительных упражнений лыжника-прыгуна для сопряженного развития специальных физических способностей и совершенствования двигательных навыков во всех фазах прыжка с трамплина; представлены варианты выполнения упражнений и усложнения тренировочных условий, а также описание необходимого оборудования и методические указания по контролю техники выполнения упражнений; разработан алгоритм применения методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению.

Результаты выполненных исследований целесообразно использовать для контроля и коррекции техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев, осуществляющих спортивную подготовку в СШ, СШОР, ШВСМ, УОР и сборных командах регионов России. Разработанная методика технической подготовки может быть внедрена в учебный процесс образовательных учреждений по направлению Физическая культура и спорт.

Методологическую и теоретическую основу исследования составили:

- основные положения теории и методики спортивной тренировки – В. Н. Платонов (*Платонов, В. Н. 1984*), Л. П. Матвеев (*Матвеев, Л. П. 1977*), Ю. В. Верхошанский (*Верхошанский, Ю. В. 1985*), Ю. Ф. Курамшин (*Курамшин, Ю. Ф. 2010*);

- концепции теории координации спортивных движений – В. Б. Иссурин, В. И. Лях (*Иссурин, В. Б. 2019*), В. В. Бойко (*Бойко, В. В. 1987*);

- основы биомеханических исследований – Н. А. Бернштейн (*Бернштейн, Н. А. 1990*), Д. Д. Донской (*Донской, Д. Д. 1971*), В. М. Зациорский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов (*Зациорский, В. М. 1981*), В. Б. Коренберг (*Коренберг, В. Б. 1979*), В. К. Бальсевич (*Бальсевич, В. К. 1996. № 11*);

- теория педагогического контроля в спортивной тренировке – А. Д. Новиков (*Новиков, А. Д. 1959*), В. М. Зациорский, В. А. Запорожанов, И. А. Тер-Ованесян (*Зациорский, В. М. 1971*), М. А. Годик (*Годик, М.А. 1982*), В. А. Булкин (*Булкин, В. А. 1987*); В. В. Зебзеев, (*Зебзеев, В. В. 2020*).

- методологические основы спортивной подготовки в лыжном двоеборье – Е. А. Грозин (*Грозин, Е. А. 1977; Грозин, Е. А. 1971; Грозин, Е. А. 1985*), В. В. Зебзеев, (*Зебзеев В. В. 2016*), А. А. Злыднев (*Злыднев, А. А. 1985*), В. В. Строфилов (*Строфилов, В. В. 1981*), В. В. Фарбей (*Фарбей, В. В. 2014*), В. Н. Лавров (*Лавров, В. Н. 1975*);

- современные представления о биомеханике техники прыжка на лыжах с трамплина – Н. Schwameder, E. Müller (*Schwameder, H. 1995*), M. Virmavirta, P. V. Komi (*Virmavirta, M. 2010*), W. Müller (*Müller, W. 1997; Müller, W. 2010*);

- основные принципы спортивной подготовки юных спортсменов – В. Г. Никитушкин (*Никитушкин, В. Г. 2010*), М. Я. Набатникова (*Набатникова, М. Я. 1982*), В. П. Филин (*Филин, В. П. 1987*).

Методы исследования: изучение и анализ научно-методической литературы, нормативных документов, протоколов соревнований, спортивных дневников, педагогические наблюдения, педагогический эксперимент, контрольные тестирования, анкетирование, видеосъемка и видеоанализ техники прыжка на лыжах с трамплина, метод экспертной оценки, методы математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

1. Повышение эффективности технической подготовки лыжников-двоеборцев обеспечивается совершенствованием модельных характеристик

угловых показателей техники в фазах разгона, отталкивания и полета прыжка на лыжах с трамплина и разработкой подходов к оценке эффективности применяемых тренировочных средств и методов.

2. Формирование эффективной аэродинамически выгодной техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев достигается применением имитационных упражнений, соответствующих требованиям соревновательной деятельности по биомеханической структуре и условиям выполнения. Упражнения для совершенствования стойки разгона и отталкивания на движущейся опоре в экипировке для прыжков с трамплина, упражнения для совершенствования фазы полета на неустойчивой опоре и в водной среде и упражнения для совершенствования приземления и выката в движении в наибольшей степени соответствуют биомеханическим параметрам прыжка на лыжах с трамплина.

3. Эффективность методики технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет в прыжках на лыжах с трамплина на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению достигается выбором специальных имитационных упражнений и режимов их выполнения в соответствии с уровнем подготовленности спортсменов, сопряженным развитием специальных физических способностей и двигательных навыков, контролем техники выполнения имитационных упражнений. Средства технической подготовки должны включать специальные имитационные упражнения на неустойчивой и движущейся опоре, безопорном положении, в том числе в прыжковых ботинках, в объеме 10-15 часов в неделю, в подготовительном и 17 часов в неделю, в соревновательных периодах.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечивается всесторонним анализом научных работ по исследуемой теме, обоснованным выбором методов исследования, адекватных цели и задачам исследования, экспериментальной проверкой полученных данных на достаточной выборке испытуемых, корректном использовании методов

математической статистики.

Работа основана на широкой теоретической базе: научные статьи, монографии и другие материалы библиотечных источников; библиографический список насчитывает 199 источников, из них 116 – зарубежных авторов.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Основные научные и практические результаты диссертационного исследования были представлены на международных (Чайковский, 2019, 2021) и всероссийских с международным участием (Санкт-Петербург, 2019, 2020, 2021) научно-практических конференциях.

Результаты исследования внедрены в тренировочный процесс лыжников-двоеборцев Санкт-Петербурга, Республики Татарстан, Нижнего Новгорода. Теоретические положения технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина внедрены в учебный процесс кафедры сложно-координационных зимних видов спорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта».

Материалы исследования опубликованы в 18 статьях, 8 из них – в научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Структура, содержание и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 236 страницах, содержит 31 таблицу, 16 рисунков и 7 приложений. Список литературы насчитывает 199 источников, из них 116 – зарубежных авторов.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ

Лыжное двоеборье включает одну из наиболее координационно сложных спортивных дисциплин – прыжки на лыжах с трамплина. Техническая подготовка в прыжковом компоненте лыжного двоеборья является одним из основных факторов результативности в этом виде спорта и должна строиться с учетом всех современных особенностей техники прыжка на лыжах с трамплина.

1.1 Современные тенденции в технике прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

В биомеханической структуре прыжка на лыжах с трамплина выделяют пять основных фаз – разгон, отталкивание, полет, приземление и выкат. Дальность прыжка обеспечивается эффективным выполнением первых трех компонентов.

В фазе разгона спортсмен должен принять устойчивое положение, позволяющее при нарастающем действии внешних сил подготовиться к выполнению активного своевременного и точного отталкивания. С начала бесконтактной фазы отталкивания задачей спортсмена становится быстрое принятие оптимального аэродинамического положения полета с выходом на высокую траекторию. Полет – это безопорная фаза прыжка, требующая от прыгуна тонкой координации движений для сохранения баланса тела и контроля лыж до касания горы приземления. Следующие фазы – приземление и выкат не влияют на дальность прыжка, но строго оцениваются судьями по технике. Приземление в позицию «разножка» (телемарк) необходимо не только для получения высоких баллов за технику, но и для безопасного перехода из безопорного положения в устойчивое скольжение по горе приземления. Результат в соревнованиях складывается из баллов за дальность прыжка и за технику выполнения полета, приземления и выката (баллы за техническое

исполнение) (*Правила проведения международных соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью ФИС (2011) / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/_/47/2011_mezhdunarodnye_pravila_SJ.pdf (дата обращения 15.05.2019)*).

1.1.1 Анализ биомеханических характеристик техники фазы разгона в прыжке на лыжах с трамплина

Оптимальная стойка разгона является необходимым условием достижения максимальной скорости и последующего успешного выполнения отталкивания от стола отрыва (*Ettema, G. J. C. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study / G. J. C. Ettema, S. Bråten, M. F. Bobbert // Journal of Applied Biomechanics. 2005. № 21 (3). P. 247–259; Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–136*).

Требования к положению лыжников-прыгунов в фазе разгона определены в учебно-методических материалах и могут быть использованы в подготовке лыжников-двоеборцев. «Во время разгона прыгун принимает положение приседа, туловище выпрямлено и лежит на бёдрах, практически параллельно лыжне. Голова находится в естественном положении свободного видения стола отрыва, голени наклонены вперед, руки отведены назад и расположены вдоль тела. Центр тяжести тела может быть незначительно смещен вперед, а вес тела равномерно распределён на обе стопы, что в дальнейшем позволит приложить равные усилия правой и левой ногами при отталкивании. Стойка прыгуна на разгоне должна быть свободной, естественной и индивидуально удобной, способствовать более выгодному аэродинамическому положению. Резервом увеличения скорости во время разгона может быть уменьшение угла в голеностопных и коленных суставах, то есть более низкая, «глубокая» позиция» (*Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019); Теория и практика прыжков на лыжах с трамплина и*

лыжного двоеборья : учебник / В. В. Зебзеев, Н. Б. Новикова, О. С. Зданович [и др.]. – Чайковский : Чайковский гос. ин-т физ. культуры, 2020. – 479 с.).

Благодаря использованию искусственного льда (керамического покрытия) в лыжне разгона в настоящее время созданы условия для движения спортсмена в стойке разгона с большим смещением общего центра тяжести (ОЦТ) вперед, что позволяет при отталкивании быстро достигать активного положения полета (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. January 2019 : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020)*)).

По мнению австрийских специалистов, (Гюртлер, Р. *Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина // Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье. – Нижний Новгород, 2004. – С. 17–48*), в стойке разгона прыгун должен сохранять напряженными мышцы, обеспечивающие сохранение требуемого угла в тазобедренном суставе и низкий наклон туловища, но одновременно расслабить плечи. Линия спины должна быть прямая, ребра практически касаются бедер, а плечи – колен. Взгляд направлен вперед, голова продолжает линию спины. (Гюртлер, Р. *Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина // Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье. Нижний Новгород, 2004. С. 17–48*).

Появление керамической лыжни привело к повышению требований к ведению лыж в фазе разгона, что позволяет увеличить скорость движения прыгуна. Для снижения трения боковых поверхностей лыж о бортики лыжни спортсмен должен стремиться удерживать лыжи параллельно в центре колеи (*Analyse zeitlichräumlicher Geschwindigkeits unterschiede im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Kreibich, S. Müller, M. Kürschner [et al.] : [сайт]. – URL: https://leistungssport.net/fileadmin/user_upload/lsp17_01_Kreibich_Lit.pdf (дата обращения: 23.06.2019)*)).

Анализ изменений в технике прыгунов с трамплина в период 2010-2014 гг.,

проведенный S. Müller с соавторами, позволил выявить резервы повышения скорости на разгоне, в частности, достижение симметричности стойки разгона и оптимального распределения давления. Немецкие специалисты подчеркивают значимость видеоанализа, измерения скорости на участках разгона и использования устройств для записи распределения давления (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. – January 2019 : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020)*).

Группа чешских специалистов на соревнованиях Кубка мира (лыжники-прыгуны высокого класса (n=656)) с 1992 по 2001 год исследовала влияние позиции стойки разгона на скорость разгона и дальность прыжков. Взаимосвязь этих показателей не была подтверждена. Было определено, что за 10 лет произошли изменения основных угловых параметров в стойке разгона. В группе 10 сильнейших спортсменов среднее значение угла наклона голени сократилось с 58° до 52°; величина угла коленного сустава сократилось с 74° до 62°; величина угла наклона туловища увеличилось с 8° до 12°; угол в тазобедренном суставе изменился с 110,1° до 114,3°. Также было установлено, что сильнейшие лыжники-прыгуны занимали более низкое положение стойки разгона по сравнению с аналогичной позицией остальных спортсменов (*Kinematic Characteristics of the Ski Jump In-run: A 10-Year Longitudinal Study / M. Janura, L. Cabell, M. Elfmark [et al.] // Journal of Applied Biomechanics. – 2010. – № 26 (2). – P. 196–204; Effect of kinaesthetic differentiation of the in-run position on the jump length in Polish national ski jumpers article details / M. Wilk, Ł. Gębala, M. Gępfert [et al.] // Baltic Journal of Health and Physical Activity. 2018. № 10 (4). P. 182–188*). К аналогичным результатам в своих изысканиях пришли H. Schwameder и M. Wilk с соавторами, I. Zanevskiy и V. Banakh в более поздних исследованиях (*Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–136; Zanevskiy, I. Dependence of ski jump length on the skier's body pose at the beginning of take-off / I. Zanevskiy, V. Banakh // Acta of bioengineering and biomechanics / Wroclaw University of Technology. 2010. № 12 (4). P. 79–87*). I. Zanevskiy и

V. Banakh предположили, что изменения положения тела в стойке разгона напрямую влияют на дальнейшее выполнение отталкивания. Были определены достоверные корреляции между дальностью прыжка и пятью параметрами позы стойки разгона непосредственно перед отталкиванием, а именно – с углами в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах, с углом, образованным между плоскостью горы разгона и прямой, проходящей через ОЦТ и голеностопный сустав, а также с углом, образованным плоскостью горы разгона, углом наклона и прямой, проходящей через голеностопный и плечевой суставы (*Zanevskiy, I. Dependence of ski jump length on the skier's body pose at the beginning of take-off / I. Zanevskiy, V. Banakh // Acta of bioengineering and biomechanics / Wroclaw University of Technology. 2010. № 12 (4). P. 79–87*).

M. Virnavirta и P. Komi пришли к выводу, что низкое положение прыгуна на разгоне снижает влияние внешних сил, действующих на спортсмена (*Virnavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping / M. Virnavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 1993. № 3. P. 229–236*).

Исследования E. Janurová с соавторами (*Kinematic Chains in Ski Jumping In-run Posture / E. Janurová, M. Janura, L. Cabell [et al.] // Journal of Human Kinetics. 2013. № 39 (1). P. 67–72*) позволили рассмотреть позицию лыжника-прыгуна как кинематическую цепь и определить взаимосвязь между соседними сегментами тела. Анализ положения стойки разгона у прыгунов (n=267) выявил тесную взаимосвязь между изменениями положения голени и бедра. Взаимосвязь между изменениями положения туловища и ОЦТ была незначительна. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что изменение угла одного сегмента тела в стойке разгона автоматически изменяет положение прилегающих сегментов.

Для определения факторов, влияющих на скорость прыгуна в фазе разгона, проводятся исследования в аэродинамической трубе. Измерение аэродинамических сил в лабораторных условиях показывает, что сила сопротивления воздуха, снижающая скорость движения, зависит в большей степени от формы и обтекаемости стойки разгона, чем от размера тела

спортсмена (*Ettema, G. J. C. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study / G. J. C. Ettema, S. Bråten, M. F. Bobbert // Journal of Applied Biomechanics. 2005. № 21 (3). P. 247–259*).

В этих же исследованиях определено, что подъемные силы, возникающие, если между туловищем и бедрами лыжника остается слой воздуха, оказывают существенное тормозящее влияние. Именно поэтому низкая аэродинамичная стойка разгона – обязательное требование к технике прыгуна.

Сравнение сил сопротивления встречного воздушного потока и поверхностного трения воздуха позволило определить, что сила давления воздуха на единицу площади намного больше, чем сила, вызванная поверхностным трением (*Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. 2016. № 49. P. 3688–3696*). Таким образом, сила сопротивления воздуха определяет результирующую аэродинамическую силу, действующую на прыгуна в позе разгона. Результаты, полученные в исследовании (*Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. 2016. № 49. P. 3688–3696*), были аналогичны тем, которые были получены в работе М. Virmavirta с соавторами (*Virmavirta, M. Take-off aerodynamics in ski jumping / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // Journal of Biomechanics. 2001. № 34 (4). P. 465–470*). Было доказано, что даже небольшая разница в положении спортсмена во время движения на разгоне может иметь существенное влияние на аэродинамику (*Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. 2016. № 49. P. 3688–3696*).

Согласно результатам исследования (*Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. 2016. № 49. P. 3688–3696*), проведенного методом компьютерного моделирования, анализ следа завихрений воздуха позади спортсмена показал, что «открытое» положение туловища и низкое положение рук существенно увеличивают негативное влияние сил воздуха (подъемной силы и лобового сопротивления) на скорость движения лыжника-прыгуна.

Исследователи подчеркивают, что положение туловища и рук нельзя игнорировать во время разгона и отталкивания.

Норвежские исследователи О. Elfmark и G. Ettema (*Elfmark, O. Aerodynamic investigation of the in-run position in Ski jumping / O. Elfmark, G. Ettema // Sports Biomechanics. – February 2021 : [сайт]. – URL: <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1871503> (дата обращения: 21.03.2021)*) провели эксперимент в аэродинамической трубе с двумя группами лыжников-прыгунов различной квалификации, спортсменами основной сборной и резервной команд, с целью определения резервов увеличения скорости в позиции стойки разгона. Было определено, что стойка разгона у сильнейшей группы имела меньшую (15,5%) площадь воздушного сопротивления по сравнению с показателями второй группы из-за более низкого положения туловища и меньших углов в голеностопных и коленных суставах. Эта разница равнозначна разнице в скорости разгона на 0,4–1,3 км/ч, в зависимости от величины трамплина и положения стартовых ворот. Силы воздуха не оказывали существенного влияния на положение кистей рук, если руки были расположены близко к туловищу и удерживались вне воздушного потока.

1.1.2 Анализ биомеханических характеристик техники прохождения кривой радиуса R1 в фазе разгона

Фазу разгона в прыжке с трамплина делят на две составляющие – разгон на прямом участке и прохождение дуги, т.н. «кривой радиуса R1», с выкатом на стол отрыва. Преодоление участка перед столом отрыва напрямую влияет на выполнение отталкивания, поэтому требует особой точности выполнения. F. Vaverka и J. Zhanel обнаружили (*Vaverka, F. Ski-jumper's approach body position biomechanical aspect / F. Vaverka, J. Zhanel // Acta University Palackiana. Praha: Stat. ped. nakl. 1994. P. 177–204*), что кинематические параметры тела спортсмена во время прохождения прямой части разгона и кривой радиуса разгона различались. В частности, при прохождении кривой радиуса разгона увеличивались углы в

голеностопном и коленном суставах, а центр массы тела смещался назад.

G. Ettema с соавторами (*Ettema, G. J. C. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study / G. J. C. Ettema, S. Bråten, M. F. Bobbert // Journal of Applied Biomechanics. 2005. № 21 (3). P. 247–259*) проанализировали внешние силы, действующие на прыгуна с трамплина в фазе разгона, с помощью смоделированной 4-сегментной динамической модели тела спортсмена (стопа, нога, бедро и верхняя часть тела). Оценивалось влияние криволинейной траектории движения, сопротивления воздуха, подъемной силы и силы трения на стойку разгона прыгуна. Было установлено, что сила реакции опоры увеличилась с $0,88 \vec{m}g$ на прямом участке до $1,65 \vec{m}g$ на кривой радиуса. На первом прямом участке происходило медленное увеличение обратного крутящего момента за счет возрастающего сопротивления воздуха, в то время как величина силы реакции опоры оставалась практически постоянной (небольшое уменьшение происходило из-за эффекта подъема за счет сопротивления воздуха). В реальных прыжках с трамплина, если предположить, что спортсмен хочет сохранить идеальное статическое положение, это может быть достигнуто с помощью тонких модификаций мышечной активности, создающей небольшие изменения в моментах бедра, колена и голеностопа. В сочетании с действующей внешней силой эти изменения приводят к переднему смещению центра масс. На входе в радиус R1 происходит быстрое увеличение внешнего момента, что отражается в увеличении силы реакции опоры, а не в смещении центра масс. Это приводит, в свою очередь, к увеличению силы трения лыж. Поскольку центр приложения сил сопротивления воздуха и трения находятся ниже центра масс, внешние силы создают передний поступательный момент. В конце кривой R1 величина центробежной силы снижается, что приводит к увеличению моментов сил, возникающих в коленном суставе. Проведенные исследования дают представление о требованиях, предъявляемых к спортсмену в фазе разгона, подтверждают необходимость тонкого регулирования мышечной активности, создающей изменения в напряжении бедра, колена и голеностопа.

Аналогичное исследование провели М. Virmavirta и Р. Komi (*Virmavirta, M. Kinetics and muscular function in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Neuromuscular Aspects of Sport Performance. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. P. 91–102*): с помощью тензометрических стелек и электромиографии (ЭМГ) мышечной активности они определили среднюю величину центробежной силы, действующей на спортсмена в R1, которая составила более $0,6 \vec{m}g$ (~400–450 Н).

Немецким исследователем S.Kreibich с соавторами было определено (*Analyse zeitlichräumlicher Geschwindigkeits unterschiede im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Kreibich, S. Müller, M. Kürschner [et al.] : [caüm]. – URL: https://leistungssport.net/fileadmin/user_upload/lsp17_01_Kreibich_Lit.pdf (дата обращения: 23.06.2019)*), что потери скорости происходят на прямой части разгона и в радиусе R1. Наибольшая потеря скорости отмечена на участке R1. Это объясняется влиянием на лыжников-прыгунов центробежных сил. Отмечено, что лучшим (самым быстрым) спортсменам удастся сохранять оптимальную позицию разгона даже при движении по радиусу R1 с меньшей потерей скорости. Также была определена взаимосвязь между разницей скорости на верхней и нижней частях разгона. Задержки скорости, которые происходят уже на прямом участке разгона, вряд ли могут быть восполнены до стола отрыва, а активный старт спортсменов со стартовой скамейки и выгодная поза разгона являются дополнительными резервами увеличения скорости.

Другими исследованиями была установлена взаимосвязь между скоростью разгона и дальностью прыжка (0,434 ($p < 0,01$)), причем средняя величина скорости прыгунов на Олимпийских играх в Сочи составила $93,1 \pm 0,4$ км/ч. На примере данного соревнования было определено отношение массы тела лыжников-прыгунов к скорости разгона, которое позволило получить представление о влиянии эффектов аэродинамики на спортсменов с различной массой тела (*Salamon, J. A comparative analysis of men's team and individual large hill (K-125) ski jumping competitions at the 2014 Winter Olympic Games in Sochi // Trends in Sport Sciences. 2014. № 4 (21). P. 229–232*).

Австрийские ученые Н. Schwameder и W. Müller измерили силу реакции

опоры во время разгона при помощи тензометрических стелек (Müller, W. *Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping* / W. Müller, H. Schwameder // *Journal of Sports Sciences*. 2003. № 21. P. 679–692). Анализ динамики сил давления показал, что на прямом участке горы разгона прыгуны равномерно распределяли вес тела на переднюю и заднюю часть стоп, однако во время прохождения кривой радиуса и стола отрыва давление на переднюю часть стопы значительно возрастало.

Другое исследование включало ЭМГ мышц стопы, и показало увеличение давления пальцев в момент входа в кривую радиуса разгона. Действия прыгуна, по-видимому позволяет лучше сохранять устойчивое положение при движении по R1. Анализ полученных данных показал, что различия в подошвенном давлении на различных по мощности трамплинах (К-35, К-65 и К-90 м) были меньше ожидаемых (Virmavirta, M. *Plantar pressure and EMG activity of simulated and actual ski jumping take-off* / M. Virmavirta, P. V. Komi // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2001. №11 (5). P. 310–314).

Лонгитюдное исследование М. Janura с соавторами показало, что в период с 1992 по 2001 годы сильнейшие прыгуны на лыжах с трамплина демонстрировали наибольшую дальность прыжков при наименьшей средней скорости разгона, по сравнению с данными предыдущих измерений (*Kinematic Characteristics of the Ski Jump In-run: A 10-Year Longitudinal Study* / M. Janura, L. Cabell, M. Elfmark [et al.] // *Journal of Applied Biomechanics*. – 2010. № 26 (2). P. 196–204). В более поздних исследованиях был проведен анализ скорости разгона на соревнованиях Кубка мира и определена тенденция к ее снижению, как у мужчин, так и у женщин (*Analyse zeitlichräumlicher Geschwindigkeits unterschiede im Skispringen und in der Nordischen Kombination* / S. Kreibich, S. Müller, M. Kürschner [et al.] : [caüm]. – URL: https://leistungssport.net/fileadmin/user_upload/lsp17_01_Kreibich_Lit.pdf (дата обращения: 23.06.2019); Müller, S. *Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen* / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. – 2014. № 21 (2). P. 97–111).

Проведенный анализ многочисленных исследований техники фазы разгона

в прыжке с трамплина показал, что в последние годы стремительно развиваются новые технологии и, соответственно, происходят изменения в структуре движений сильнейших спортсменов. Основными факторами, влияющими на скорость разгона и дальность прыжка, являются оснащение трамплинов ледяной или керамической лыжной; улучшение скользящих свойств лыж за счет нанесения структуры и совершенствования лыжной смазки; применение гладких тканей прыжковых комбинезонов; принятие спортсменами устойчивой и обтекаемой аэродинамической стойки разгона; снижение трения лыж о бортики лыжни за счет минимизации их контакта (преимущественное их ведение по центру лыжни); оптимальное прохождение спортсменами разгона с момента старта до начала отталкивания от стола отрыва.

Для обеспечения безопасности проведения соревнований, в частности снижения возможности выполнить чрезмерно далекий прыжок спортсменами-лидерами, правилами предусмотрено сокращение длины разгона путем переноса стартовой скамейки на более низкую ступень. Данный пункт правил используется как для взрослых, так и молодых двоеборцев. Таким образом, сложилась ситуация, когда при уменьшающейся длине разгона лыжники-двоеборцы должны решать основную задачу – набор максимально возможной скорости. Это предъявляет особые требования к методике технической подготовки юных спортсменов и обуславливает необходимость ее совершенствования в соответствии с современными тенденциями вида спорта.

1.1.3 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе отталкивания

Отталкивание – ключевая фаза прыжка с трамплина, требующая высокоточной реализации взрывного усилия в кратчайший промежуток времени. Иностранные специалисты выделяют контактный и бесконтактный периоды отталкивания. В тот момент, когда лыжи прыгуна касаются стола отрыва, возникает наибольшее лобовое сопротивление (*Müller, W. Performance factors in ski*

jumping, in Sport Aerodynamics // CISM International Centre for Mechanical Sciences. 2008. № 506. P. 139–160; Virmavirta, M. Take-off aerodynamics in ski jumping / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // Journal of Biomechanics. 2001. № 34 (4). P. 465–470).

Во время отталкивания происходит переход от стойки разгона к положению полета и создаются предпосылки для дальнего и техничного прыжка (*Techniques used by Olympic ski jumpers in the transition from take-off to early flight / A. Arndt, G. P. Bruggemann, M. Virmavirta [et al.] // Journal of Applied Biomechanics. 1995. № 11. P. 224–237*). Наибольшую сложность для выполнения точного отталкивания создают внешние условия – ограниченный период времени и действие аэродинамических сил. По данным австрийских исследователей продолжительность отталкивания сильнейших лыжников-прыгунов составляет 0,25-0,35 с, за это время они успевают преодолеть 6-7,5 м. (*Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–136*). Отталкивание начинается уже в момент перехода с участка радиуса R1 к плоскости стола отрыва и сопровождается прекращением действия центробежной силы за 6,5 м до края стола отрыва.

В фазе отталкивания прыгун должен одновременно развить высокую вертикальную скорость и сохранить горизонтальную скорость разгона вылета, а также обеспечить возникновение переднего крутящего момента в начале полета (*Schwameder, H. Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen / H. Schwameder, E. Müller // Spectrum der Sportwissenschaften. 1995. № 71. P. 5–36*).

Движение отталкивания обеспечивается, главным образом, разгибанием в коленном и тазобедренном суставах. Угол в коленном суставе увеличивается с 70 до 140° (*Schwameder, H. Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen / H. Schwameder, E. Müller // Spectrum der Sportwissenschaften. 1995. № 71. P. 5–36; Take-off analysis of the Olympic ski jumping competition (HS-106m) / M. Virmavirta, J. Isolehto, P. Komi [et al.] // Journal of Biomechanics. 2009. № 42 (8). P. 1095–1101*), что достигается высокой угловой скоростью движения бедра (более 12 рад/с) в первые мгновения отталкивания вылета со стола отрыва (*Virmavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping. Part II. / M. Virmavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in*

Sports. 1993. № 3. P. 237–243). Угловая скорость разгибания тазобедренного сустава несколько меньше, но при правильном выполнении отталкивания достигает 10 рад/с, и происходит также за счет движения бедра с незначительным участием движения туловища (*Techniques used by Olympic ski jumpers in the transition from take-off to early flight / A. Arndt, G. P. Bruggemann, M. Virnavirta [et al.] // Journal of Applied Biomechanics*. 1995. № 11. P. 224–237; *Virnavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virnavirta, P. V. Komi // Coaching and Science Journal*. 1994. № 1 (1). P. 23–27). Исследования показали взаимосвязь угловой скорости разгибания в тазобедренном суставе с дальностью прыжка, несмотря на отсутствие существенной разницы между положением тела прыгунов различной квалификации на краю стола отрыва. Высокая дальность прыжка достигается также вариативностью техники отталкивания сильнейших спортсменов (*Uhlář, R. Pontryagin's maximum principle and optimization of the flight phase in ski jumping / R. Uhlář, M. Janura // Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*. 2009. № 39. P. 61–68).

В детальном обзоре биомеханических исследований в прыжках с трамплина, выполненных в период с 1991 по 2006 год рассмотрены вопросы повышения эффективности отталкивания, специальной подготовки, аэродинамики и безопасности (*Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics*. 2008. №7 (1). P. 114–136). Вертикальное положение прыгуна в конце взлета оказывает существенное влияние на начальные условия полета, поэтому необходимо максимизировать взлетные силы, направленные перпендикулярно взлетному столу. Это может быть достигнуто за счет разгибания колена с максимальной скоростью во отталкивания. Во время взлета прыгун с трамплина также должен создать угловой момент, направленный вперед, чтобы компенсировать угловой момент, направленный назад, который создается за счет сопротивления воздуха в начале полета. Следовательно, вектор результирующей силы реакции опоры проходит позади центра масс во время взлета. Подчеркивается, что изменение положения центра масс относительно вектора результирующей силы реакции опоры оказывает гораздо большее

влияние на величину вращательной составляющей, чем на величину поступательной составляющей.

Финские ученые исследовали силы, действующие на прыгуна во время отталкивания в аэродинамической трубе. Регистрировалась сила реакции опоры при выполнении отталкивания в условиях встречного воздушного потока различной интенсивности. Влияние аэродинамических сил приводило к резкому сокращению времени отталкивания (*Virmavirta, M. Plantar pressure and EMG activity of simulated and actual ski jumping take-off / M. Virmavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2001. №11 (5). P. 310–314*). Также авторами отмечено, что правильное отталкивание в сочетании с подъемной силой помогает прыгуну занять необходимое положение в полете (с активным наклоном вперед) сразу после взлета.

Для визуализации поля воздушного потока вокруг тела прыгуна на трамплине и анализа его влияния используется метод вычислительной гидродинамики (*Virmavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virmavirta, P. V. Komi // Coaching and Science Journal. 1994. № 1 (1). P. 23–27*). Японские исследователи рассмотрели положение лыжника-прыгуна на протяжении 4,6 м стола отрыва во время контактного отталкивания с позиции аэродинамической рациональности. Было определено, что влияние общего лобового сопротивления и подъемной силы воздуха намного больше, чем общие силы поверхностного трения воздуха о тело (экипировку) спортсмена. Таким образом, сила лобового сопротивления определяет результирующую аэродинамическую силу, действующую на прыгуна в момент отталкивания. Данные, полученные в исследовании (*Virmavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virmavirta, P. V. Komi // Coaching and Science Journal. 1994. № 1 (1). P. 23–27*), были аналогичны результатам работы М. Virmavirta с соавторами (*Virmavirta, M. Take-off aerodynamics in ski jumping / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // Journal of Biomechanics. 2001. № 34 (4). P. 465–470*). Также было подтверждено, что высокое положение туловища при отталкивании увеличивает лобовое воздушное сопротивление более чем в 2 раза. Согласно анализу

воздушного следа, образовавшегося позади тела спортсмена, низкое положение рук увеличивает общую подъемную силу уже с начала отталкивания. Это исследование показало, что существенное аэродинамическое влияние на спортсмена начинается уже с фазы отталкивания (*Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. 2016. № 49. P. 3688–3696*).

Исследования немецких авторов (*Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. 2014. № 21 (2). P. 97–111*) включали анализ временных и скоростных характеристик отталкивания сильнейших прыгунов на международных соревнованиях в 2009-2014 гг. Было показано, что скорость отталкивания в среднем составляла 2,7 м/с, достигая в некоторых случаях 3,1 м/с. Авторы пришли к заключению, что прыгуны высокого класса должны демонстрировать скорость отталкивания не менее 2,5 м/с. В рамках данного исследования также была определена динамика изменений средних угловых значений в основных суставных звеньях тела спортсменов. Так с 2010 по 2014 годы угол наклона голени изменился с 66° до 63°; «угол отталкивания» – с 88° до 85°; положение туловища – с 23° до 28°; разгибание в коленном суставе – с 139° до 141°; смещение ОЦТ вперед по отношению к вектору силы реакции опоры – с 21 до 22 см (*Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. 2014. № 21 (2). P. 97–111*).

Последующее исследование этой научной группы в Олимпийском цикле 2015-2018 годов определило тенденцию к незначительному снижению показателя скорости отталкивания у сильнейших спортсменов и увеличению величины смещения ОЦТ вперед в момент окончания контактного отталкивания (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. January 2019 : [caïm]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020)*). По новым

данным, положение о скорости отталкивания не менее 2,5 м/с, как модельный показатель, было пересмотрено. В течение этого периода сохранилась динамика в изменении величин средних угловых значений в основных суставных звеньях тела (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. January 2019 : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020)*).

Сохранение постоянного угла наклона голени во время отталкивания, особенно в его начальной части, позволяет лыжникам-прыгунам лучше реализовать свой силовой потенциал в вертикальном направлении в сочетании с поступательным движением туловища вперед (*Virmavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virmavirta, P. V. Komi // Coaching and Science Journal. 1994. № 1 (1). P. 23–27*).

Точность и своевременность приложения усилий во время отталкивания напрямую влияет на дальность полета, однако для определения оптимального момента для приложения усилий по отношению к краю стола отрыва необходима специальная измерительная система (*Computational fluid dynamics analysis of cyclist aerodynamics: performance of different turbulence modelling and boundary-layer modeling approaches / T. Defraeye, B. Blocken, E. Koninckx [et al.] // Journal of Biomechanics. 2010. № 43 (12). P. 2281–2287*). Финские специалисты провели исследование характеристик отталкивания в лабораторных условиях и выявили основные отличия имитационного и соревновательного упражнений. Было определено, что продолжительность отталкивания в реальном прыжке с трамплина (0,25-0,35 с) существенно короче, чем в имитации (0,50 с) (*Virmavirta, M. Simulated and actual ski jumping take-offs differ in plantar pressure and muscle activation patterns / M. Virmavirta, P. V. Komi, J. Perttunen // Proceedings of the XVIth Congress of the ISB. Tokyo: Japan, 1997. 260 p.*).

По мнению Н. Schwameder, это различие объясняется использованием различной экипировки, более длительной подготовкой к отталкиванию в имитации, влиянием подъемной силы в прыжке с трамплина (*Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–*

136).

Наиболее информативным методом определения сил реакции опоры при отталкивании является использование силовых тензометрических платформ на столе отрыва (*Dickwach, H. Neue Möglichkeiten der Analyse und Technikkorrektur im Skispringen durch die Kopplung visueller Informationen mit Kraftverläufen / H. Dickwach, K. Wagner // Leistungssport. 2004. № 34 (1). P. 12–17; Gollhofer, A. Trainings- und Forschungsbegleitende Maßnahmen im Skisprung / A. Gollhofer, F. Rott, O. Kurz // BISp-Jahrbuch. 2005. № 06. P. 107–110; Kaps P. Computation of ground reaction forces during takeoff in ski jumping by inverse dynamics / P. Kaps, H. Schwameder, C. Engstler // Science and Skiing. 1997. № 1. P. 72–87; Force measuring system for the take-off in ski jumping / A. Sägesser, P. Neukomm, B. Nigg [et al.] // Biomechanics VII-B. Baltimore, 1981. P. 478–482; Shephard, R. Endurance in Sports. The encyclopedia of sports med / R. Shephard, P. O. Astrand. Oxford: Blackwell sci. publ., 1992. 637 p.; Virnavirta, M. The take-off forces in ski jumping / M. Virnavirta, P. Komi. 1989. № 5. P. 248–257*). Его преимущество заключается в получении данных измерений без влияния на лыжника-прыгуна, что позволяет применять его во время соревнований.

М. Virnavirta и Р. Komi (*Virnavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping / M. Virnavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 1993. № 3. P. 229–236*) продемонстрировали, что данный метод измерения подходит для регистрации различий в проявлении силы у разных прыгунов и тем самым определили различия в способах отталкивания (распределения усилия). Исследователи использовали этот метод для сравнения сил реакции опоры высококвалифицированных и молодых прыгунов во время соревнований. Пиковые значения силы реакции опоры для юниоров значительно меньше и происходят значительно позже (*Virnavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping. Part II. / M. Virnavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 1993. № 3. P. 237–243*). Используя тот же метод, М. Virnavirta и Р. Komi (*Virnavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virnavirta, P. V. Komi // Coaching and Science Journal. 1994. № 1 (1). P. 23–27*) сравнили максимальную силу реакции опоры сильнейшего на тот момент лыжника-прыгуна (также он был победителем на этом соревновании) с его 8 конкурентами, показавшими со 2 по 9 результат. У победителя оказалась меньшая пиковая сила на ранней стадии

отталкивания и большая при его окончании, по сравнению со спортсменами, занявшими 2-9-е места. Увеличение проявления силы в конце фазы отталкивания может являться главным преимуществом прыгуна-победителя.

Немецкие специалисты под руководством S. Müller провели длительные тензометрические исследования у «летающих лыжников» в олимпийском цикле 2010-2014 годов, обнаружив, что сильнейшие лыжники-прыгуны во время отталкивания проявляли пиковые показатели силы уже в начале разгибания ног с дальнейшим поддержанием или незначительным ее уменьшением (Müller, S. *Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen* / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. 2014. № 21 (2). P. 97–111). Комплексный биомеханический анализ показал, что основной тенденцией изменения ключевой фазы прыжка стало выполнение сильнейшими лыжниками-прыгунами отталкивания из низкой стойки разгона с активным смещением вперед центра масс тела и высокой скоростью разгибания ног. Такое выполнение отталкивания приводит к возникновению большего переднего крутящего момента и быстрому переходу в оптимальную позицию полета. Причиной изменения техники отталкивания стало появление нового типа регулируемых креплений (Müller, S. *Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen* / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. 2014. № 21 (2). P. 97–111)

Проведенный литературный анализ подробно раскрывает широкий спектр требований, предъявляемых к физической и технической подготовке лыжника-прыгуна, необходимых для выполнения отталкивания от стола отрыва в соответствии с современными тенденциями. При этом необходимо отметить, что ведущие тренеры, ученые и спортсмены неустанно ищут резервы повышения эффективности отталкивания, что, несомненно ведет к его усложнению (Захаров, Г. Г. *Перспективы развития техники прыжка на лыжах с трамплина* // *Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12–14.04.2018, Чайковский)*. Чайковский : Чайковский гос. ин-т физ. культуры, 2018. С. 93–96.). Последующее за контактной частью отталкивания формирование

полета является непосредственным результатом и продолжением отталкивания и должно рассматриваться как непрерывная последовательность движений. Процесс обучения и совершенствования ключевому техническому элементу прыжка происходит постепенно и долговременно, нуждается в разносторонней базовой двигательной и психологической подготовке, ориентированной в перспективе на эталонное выполнение данной фазы прыжка. Разнообразные имитационные и подводящие упражнения, используемые в настоящее время отечественными лыжниками-двоеборцами для отработки отталкивания, зачастую разрознены и не структурированы в специальные комплексы, что делает процесс технической подготовки неполноценным и малоперспективным. Регулярный биомеханический анализ выполнения отталкивания российскими лыжниками-двоеборцами и прыгунами, сравнение биомеханических характеристик техники с показателями сильнейших спортсменов на международных соревнованиях выявляют многочисленные технические недочеты и значительные резервы совершенствования техники ключевого элемента прыжка с трамплина (Захаров, Г. Г. *Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва у сильнейших лыжниц-прыгунов и российских спортсменок на международных соревнованиях 2017 года* / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев // *Инновационные технологии в системе спортивной подготовки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (11-12.10.2017, Санкт-Петербург)*. Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2017. С. 68–77; Захаров, Г. Г. *Биомеханический анализ выполнения современного прыжка на лыжах с трамплина у женщин* / Г. Г. Захаров, К. Ю. Лебедев // *Инновационные технологии в системе спортивной подготовки, массовой физической культуры и спорта : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (17–18.10.2019, Санкт-Петербург)*. Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2019. С. 240–246; Зебзеев, В. В. *Факторная структура функциональной и технической подготовленности лыжников-двоеборцев на этапах многолетней спортивной подготовки* / В. В. Зебзеев, Ф. Х. Зекрин, О. С. Зданович // *Человек. Спорт. Медицина*. 2019. Т. 19, № S1. С. 106–113; Злыднев, А. А. *Биомеханические показатели спортивно-технической подготовленности высококвалифицированных лыжников-прыгунов с трамплина* / А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров, А. А. Яковлев // *Ученые записки университета имени*

П.Ф.Лесгафта. 2014. № 6 (112). С. 70–75).

Все это констатирует системное отставание в методике тренировки техники отталкивания, как на юношеском, так и на взрослом этапе многолетней подготовки спортсменов. В связи с этим назрела острая необходимость повышения качества техники отталкивания, систематизации и расширения списка специально-технических упражнений, направленных на освоение юными лыжниками-прыгунами современного варианта перехода от разгона к полету.

1.1.4 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе формирования полета

Формированием полета называют период начальной части полета, следующий за отталкиванием, при котором спортсмен принимает аэродинамически рациональное положение и образует единую систему лыжник-лыжи. В. Jošt определяет фазу формирования полета как «бесконтактную фазу отталкивания» – короткую часть полета, в которой траектория движения направлена немного вверх относительно стола отрыва (*Vodicar, J. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. (Техника прыжков на лыжах с трамплина) / J. Vodicar, B. Jošt : [caim]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 16.02.2019)*).

Современные исследования техники прыжка на лыжах с трамплина базируются на научных разработках и системных подходах, определенных в прошлом столетии (*Straumann, R. Vom Skiweitsprung und seiner Mechanik // Jahrbuch des Schweize-rischen Ski Verbandes. Bern: Selbstverlag des SSV, 1927. P. 34–64*). Исследования оптимальной аэродинамической позиции прыгуна с трамплина в фазе полета проводились с середины прошлого века, причем определенные в 1955 году показатели угловых характеристик положения спортсмена в полете достаточно близки к используемым лыжниками-прыгунами сегодня (*Straumann, R. Der modern Ski sprung // Sport. 1957. № 152. P. 21–24; Straumann, R. Vom Skisprung zum Ski flug // Sport.*

1955. № 63. P. 7–8).

Важный шаг к лучшему пониманию аэродинамики в прыжках с трамплина был сделан I. Tani и M. Iuchi, исследования которых являются первым опытом измерения воздушных сил, действующих на модель лыжника в аэродинамической трубе в зависимости от величины и направления воздушного потока (Tani, I. *Flight mechanical investigation of ski jumping* / I. Tani, M. Iuchi // *Scientific Study of Skiing in Japan. Tokyo: Hitachi, 1971. P. 35–52*). Е.А.Грозин представил результаты более подробных исследований в аэродинамической трубе, включая соотношение между коэффициентами аэродинамического подъема (CL) и лобового сопротивления (CD) с углом атаки в качестве ключевого параметра (Грозин, Е. А. *Прыжки с трамплина* / Е. А. Грозин. Москва : Физкультура и спорт, 1971. 88 с.). Благодаря данным исследования, стало возможным переосмысление и модернизация прыжка в целом. Полученная информация послужила дальнейшим расчетам и компьютерному моделированию для повышения эффективности в прыжках на лыжах с трамплина. Так, расчеты L. P. Remizov показали (Remizov, L.P. *Biomechanics of optimal flight in ski-jumping* / L. P. Remizov // *Journal of biomechanics. 1984. № 17 (3). P. 167–171*), что достижение максимальной длины полета возможно если угол атаки постепенно увеличивается в соответствии с профилем горы приземления, а также зависит от индивидуальных аэродинамических параметров спортсмена.

Начальная часть полета, следующая за отталкиванием (около 0,8 с после отталкивания), требует высокой точности и согласованности движений. Первые кинематические исследования этой фазы были представлены В. Бауманном (Baumann, W. *The Biomechanical Study of Ski jumping* // *Proceedings of International Symposium of Science in Skiing. Zao : Japan, 1979. P. 70–95*) для техники полета с параллельными лыжами, а также Н. Schwameder (*Techniques used by Olympic ski jumpers in the transition from take-off to early flight* / A. Arndt, G. P. Bruggemann, M. Virnavirta [et al.] // *Journal of Applied Biomechanics. 1995. № 11. P. 224–237*; Schwameder, H. *Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Ski springen. – Salzburg: University of Salzburg, 1994. 256 p.*) для V-техники

полета. Были описаны основные показатели угловых характеристик позиции полета и определены факторы, определяющие эффективность техники в данном компоненте. Согласно исследованиям Н. Schwameder (*Schwameder, H. Biomechanische Forschung im Skisprung – ein Überblick // Spectrum der Sportwissenschaften. 2009. № 21 (1). P. 68–95*), дальность прыжков высоко коррелирует с высокой скоростью отталкивания; высокой угловой скоростью разгибания в коленном суставе; созданием большого крутящего момента во время отталкивания и небольшими по своему значению углами наклона тела и лыж после 20 м полета. Исследование, проведенное во время соревнований А. Arndt с соавторами (*Techniques used by Olympic ski jumpers in the transition from take-off to early flight / A. Arndt, G. P. Bruggemann, M. Virnava [et al.] // Journal of Applied Biomechanics. 1995. № 11. P. 224–237*), показало, что сочетание большого наклона туловища, ног и лыж, а также большой угол разведения (открытия) лыж и ног после 17 м полета наиболее высоко коррелируют с дальностью прыжка.

В теории и практике прыжков на лыжах с трамплина принято рассматривать лыжника и лыжи как единую биомеханическую систему, образующую единую поверхность.

Из-за сильного лобового сопротивления на первых 15-20 м полета прыгун теряет скорость, поэтому в этот период важно быстрое принятие аэродинамически выгодной позиции полета. Это обуславливает необходимость быстрого распрямления и наклона тела, подъема лыж до горизонтального положения и разведения их в стороны (*Jung, A. Flight style optimization in ski jumping on normal, large and ski flying hills / A. Jung, M. Staat, W. Muller // Journal of biomechanics. 2014. № 47 (3). P. 716–722*). Сложность перехода от отталкивания к полету заключается в уравнивании крутящего момента, возникшего при отталкивании и в результате действия аэродинамических сил (*Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–136*). Эти данные согласуются с исследованиями М. Murakami с соавторами (*High-speed video image analysis of ski jumping flight posture / M. Murakami, M. Iwase, K. Seo [et al.] // Sports Engineering.*

2014. № 17 (4). P. 214–225), которые при помощи скоростной видеосъемки и компьютерного моделирования определили, что в начале полета положение системы «лыжник-лыжи» с небольшим воздушным сопротивлением является ключевым фактором для далекого полета при условии, что SL/SD больше 1.0. Коэффициент момента тангажа значительно смещен в направлении большего угла атаки.

Скоординированная работа системы «лыжник-лыжи» в полете является одной из самых сложных задач для спортсмена и требует целенаправленной отработки в тренировочном процессе (*Kreibich, S. Untersuchungen zur Optimierung der Bindungseinstellung und Materialanpassung im Skispringen // Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge. 2003. № 44 (2). P. 111–126; Seo, K. Optimal flight technique for V-style ski jumping / K. Seo, M. Murakami, K. Yoshida // Sports Engineering. 2004. № 7 (2). P. 97–104*). В частности, положение лыж на протяжении полета является одним из основных критериев эффективности (*Virmavirta, M. Aerodynamics of ski jumping // The engineering approach to winter sports. 2016. № 6. P. 153–181*).

Исследования, проведенные на Олимпийских играх в 2002 году, показали, что прыгуны принимают устойчивое положение полета за 0,5 с (*Characteristics of the early flight phase in the Olympic ski jumping competition / M. Virmavirta, J. Isolehto, P. Komi [et al.] // Journal of Biomechanics. 2005. № 38. P. 2157–2163*). В течение фазы формирования полета лыжники-прыгуны пролетают около 15 метров и не успевают целенаправленно скорректировать положение тела. Это обусловлено существенным влиянием выполненного отталкивания на устойчивость и эффективность полетного положения в ранней фазе. Особенно важно отметить, что скоротечность фазы формирования полета не позволяет нивелировать ошибки, допущенные во время отталкивания, однако неоптимальное положение полета может привести к утрате преимуществ эффективного отталкивания.

Распространение в начале 1990-х годов V-стиля в прыжке на лыжах с трамплина привело к появлению многочисленных исследований для определения оптимального угла разведения лыж в фазе формирования полета (*Kreibich, S. Präzisierung der Technikorientierung für die V-Skihaltung im Skispringen auf der Basis*

von Windkanaluntersuchungen. Aachen : Meyer & Meyer Verlag, 2018. 148 p.; Kreibich, S. Untersuchungen zur Optimierung der Bindungseinstellung und Materialanpassung im Skispringen // Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge. 2003. № 44 (2). P. 111–126; Kinematic characteristics of the early flight phase in ski-jumping / H. Schwameder, E. Müller, E. Lindenhofer [et al.] // Science and skiing III. Oxford: Meyer & Meyer Sport, 2005. P. 381–391; Seo, K. Optimal flight technique for V-style ski jumping / K. Seo, M. Murakami, K. Yoshida // Sports Engineering. 2004. № 7 (2). P. 97–104; Virnavirta, M. Aerodynamics of ski jumping // The engineering approach to winter sports. 2016. № 6. P. 153–181). Недавние исследования N. Gardan с соавторами (*Numerical investigation of the early flight phase in ski-jumping / N. Gardan, A. Schneider, G. Polidor, [et al.] // Journal of Biomechanics. 2007. № 59. P. 29–34*), основанные на методе компьютерного моделирования, позволили определить оптимальный угол атаки лыж (по отношению к встречному потоку в начале полета), равный 14°.

В 2008 году словенским исследователем J. Vodigar с соавторами (*Vodigar, J. Kinematic Structure at the Early Flight Position in Ski Jumping / J. Vodigar, M. Čoh, B. Jošt // Journal of Human Kinetics. 2012. № 35 (1). P. 35–45*) при помощи видеоанализа было определено, что в начале полета (15 м) наиболее значимыми переменными для достижения далекого прыжка является высокая траектория полета. Не менее важными составляющими эффективной техники прыжка с трамплина являются симметричность лыж и полет над осью горы приземления (*Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. 2014. № 21 (2). P. 97–111*).

В своем анализе олимпийского цикла 2014-2018 гг. S. Müller с соавторами отметили изменение структуры отталкивания с уменьшением величины крутящего момента в начале полета, что облегчает для спортсменов управление телом и лыжами и снижает встречное сопротивление воздуха (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. – January 2019 : [caïm]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020); Wick, J. Olympiaanalyse Pyeongchang 2018: Olympiazklusanalyse und Auswertungen der Olympischen Winterspiele 2018 in ausgewählten Sportarten / J. Wick, F. Lehmann. Aachen: Meyer & Meyer, 2019. 156 p.*).

1.1.5 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе полета

Появление V-стиля в прыжках с трамплина стало стимулом для появления множества научных исследований (*Müller, W. Dynamics of human flight on skis: improvements on safety and fairness in ski jumping / W. Müller, D. Platzler, B. Schmölzer // Journal of Biomechanics. 1996. № 29 (8). P. 1061–1068*). Было отмечено заметное увеличение крутящего момента лыж с увеличением угла их разведения – V (по сравнению с параллельным положением лыж). Однако общий крутящий момент в системе «лыжник-лыжи» был незначителен на протяжении большей части полета, а общий момент тангажа был уравновешен спортсменами и близок к нулю. Было выдвинуто предположение, что спортсмены уравновешивают крутящий момент, не только изменяя положение тела, но и изменяя V-угол разведения лыж.

На основе данных компьютерного моделирования исследователям удалось убедительно продемонстрировать Международной федерации лыжных видов спорта (FIS) необходимость регулирования спортивного инвентаря (лыжи, комбинезон) для обеспечения равных условий соревнований и безопасности спортсменов, что в дальнейшем было отражено в официальных правилах соревнований (правила FIS).

Дальнейшие исследования показали прямую зависимость рассчитанной дальности полета с увеличением V-угла разведения лыж лыж (*Ito, S. An experimental study on ski jumping styles / S. Ito, K. Seo, T. Asai // The engineering of sport. 2009. № 7 (2). P. 9–17*). Однако результаты исследований, проведенных на соревнованиях высокого уровня, показали меньшие значения V-угла лыж у сильнейших спортсменов в основной части полета, которые составили 26-30° (*Analysen des nationalen und internationalen Leistungsniveaus der Skispringer im Olympiazzyklus 2002-2006 / S. Müller, S. Kreibich, R. Mahnke [et al.] // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. 2006. № 13 (1). P. 137–153*). Исследование в аэродинамической трубе, проведенное М. Virmavirta и J. Kivekäs (*Virmavirta, M. Aerodynamics of an isolated ski jumping ski / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Sports Engineering. 2019. № 22. P. 1–6*), позволило определить положение лыж, при

котором отношение подъёмных сил воздуха (CL) к лобовому сопротивлению (CD) будет оптимальным. При угле атаки лыж 30° и угле рыскания 15° (V-угле 30°) наиболее рациональным будет угол поворота лыжи относительно продольной оси (угол К) от 5° до 10° , так как отношение CL/CD увеличивается с 1,24 до 1,35 при увеличении угла К с 0° до 10° . Угол разведения лыж сильнейших лыжников-прыгунов практически не меняется в основной части полета (*Schmölzer, B. Individual flight styles in ski jumping: Results obtained during Olympic Games competitions / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of Biomechanics. 2005. № 38 (5). P. 1055–1065*).

Практическое исследование S. Kreibich (*Kreibich, S. Präzisierung der Technikorientierung für die V-Skihaltung im Skispringen auf der Basis von Windkanaluntersuchungen. – Aachen : Meyer & Meyer Verlag, 2018. 148 p.*), проведенное непосредственно на трамплине с группой спортсменов-юниоров, рассматривало возможность расположения лыж в соответствии с модельными характеристиками (V-угол, угол К и угол атаки α) в условиях реального прыжка. Результаты показали, что из 110 рассмотренных комбинаций требуемое положение лыж в воздухе не было достигнуто ни одним из спортсменов. Показатель среднего значения V-угла в испытуемой группе был значительно меньше и равнялся $19,3^\circ \pm 6,2^\circ$, угол К равен $33,1^\circ \pm 7,4^\circ$ и угол атаки α равен $32,4^\circ \pm 6,8^\circ$. Это наглядно демонстрирует сложность контроля и рационального управления лыжами на протяжении полета, а также важность регулировки прыжковых креплений. Аналогичные выводы были получены в работе J. Petrat и V. Bessone (*Petrat, J. Improving performance in juvenile ski jumping: optimization of ski angles in the flight phase / J. Petrat, V. Bessone // 35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports. 2017. № 35. P. 14–18*).

Другими направлениями исследований техники фазы полета в прыжке с трамплина являются измерение и анализ угловых характеристик, оценка влияния сил воздуха на прыгуна в безопорном положении и определение способов оптимизации положения полета.

Анализ современных тенденций биомеханики прыжка на лыжах с

трамплина в олимпийском цикле 2010-2014 годов позволил определить основные модельные показатели техники лыжников-прыгунов: угол наклона ног $<50^\circ$, общий угол наклона тела $40-44^\circ$, угол атаки лыж $28-35^\circ$ (все по отношению к встречному воздушному потоку), разница углов между ногами и лыжами $15-18^\circ$. Все перечисленные характеристики должны быть достигнуты в средней части полета (*Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. 2014. № 21 (2). P. 97–111*).

Аналогичные исследования, проведенные в период 2014-2018 годов подтвердили сохранение тенденции к активному полету с большим смещением ОЦТ вперед и сокращению угла наклона туловища, малым сгибанием в тазобедренном суставе и достаточно большим углом разведения лыж (*Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. – January 2019 : [caïm]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020); Wick, J. Olympiaanalyse Pyeongchang 2018: Olympiazklusanalyse und Auswertungen der Olympischen Winterspiele 2018 in ausgewählten Sportarten / J. Wick, F. Lehmann. Aachen: Meyer & Meyer, 2019. 156 p.*).

Благодаря современной технологии компьютерного моделирования и появлению новой 3D-технологии на основе данных инерционных датчиков у исследователей расширились возможности изучения влияния сил воздуха (лобовое сопротивление SD и подъемная сила SL воздуха) на систему «лыжник-лыжи» на протяжении всего полета. Для компьютерного моделирования используются показатели практических измерений в аэродинамической трубе.

В своем исследовании В. Schmölder и W. Müller (*Schmölder, B. The importance of being light: Aerodynamic forces and weight in ski jumping / B. Schmölder, W. Müller // Journal of Biomechanics. 2002. № 35. P. 1059–1069*) определили, что угол наклона туловища и угол в тазобедренном суставе являются наиболее значимыми для аэродинамически эффективной позиции тела в полете, а отношение подъемной

силы воздуха к его сопротивлению прямо пропорционально величине угла в тазобедренном суставе. Тем не менее, с увеличением значения угла в тазобедренном суставе возможный диапазон угла атаки с сохранением устойчивого полета сужается. Подобные результаты были получены в более поздних исследованиях (*Analysis of stabile fligt in ski jumping based on parameters measured with a wearable system / J. Chardonens, J. Favre, F. Cuendet, [et al.] : [caÿm]. – URL: https://www.semanticscholar.org/paper/ANALYSIS-OF-STABLE-FLIGHT-IN-SKI-JUMPING-BASED-ON-A-Chardonens-Favre/0b6192c95fc663c7c8231e7f88df1dc_271169ff6 (дата обращения: 25.02.2019); Measurement of the dynamics in ski jumping using a wearable inertial sensor-based system / J. Chardonens, J. Favre, Cuendet F. [et al.] // *Journal of Sports Sciences*. 2014. № 32 (6). P. 591–600; Minhyoung, R. Aerodynamic Analysis on Postures of Ski Jumpers during Flight using Computational Fluid Dynamics / R. Minhyoung, C. Leesang // *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*. 2015. № 58 (4). P. 204–212).*

Анализ различных исследований, проведенных в отношении аэродинамики полета, позволил чешским специалистам R. Uhlář и M. Janura (*Uhlář, R. Pontryagin's maximum principle and optimization of the flight phase in ski jumping / R. Uhlář, M. Janura // Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*. 2009. № 39. P. 61–68) на основании принципа максимума Понтрягина (*Mathematical Theory of Optimal Process / L. S. Pontryagin, V. G. Boltyanskii, R. V. Gamkrelidze, E. F. Mishchenko – New York-London: Interscience Publishers John Wiley & Sons, 1962. 360 p.*) сделать следующий вывод: в первые 0,5 с полета спортсмен должен минимизировать влияние лобового сопротивления, в течение следующих 2-3 с действие подъемной силы должно быть увеличено, а затем, в конце полета лобовое сопротивление снова должно быть снижено. Это определяет оптимальный порядок действий лыжников-прыгунов во время полета и сильно зависит от их индивидуальных особенностей (технических, антропометрических и др.).

Устойчивость системы «лыжник-лыжи» в воздухе при различных условиях полета – в тангаже, крене и рыскании – была подробно рассмотрена P. Marqués-Bruna и P. Grimshaw (*Marqués-Bruna, P. Mechanics of flight in ski jumping: aerodynamic stability in roll and yaw / P. Marqués-Bruna, P. Grimshaw // Sports Technology*. 2009.

№ 2 (34). P. 111–120; Marques, P. *Mechanics of flight in ski jumping: Aerodynamic stability in pitch* / P. Marques, P. Grimshaw // *Sports Technology*. 2009. № 2 (1-2). P. 24–31), так как это важно для управления полетом и безопасности спортсмена. Была определена более рациональная позиция полета, которая возможна при положении лыж с V-углом 30° и углом, образованным линией ног и осью лыж 10° . Это позволяет достичь в воздухе высоких показателей подъемной силы с большим запасом устойчивости. Результаты эксперимента К. Сео и соавторов показали (Seo, K. *Aerodynamic force data for a V-style ski jumping flight* / K. Seo, I. Watanabe, M. Murakami // *Sports Engineering*. 2004. № 7 (1). P.31–39), что колебания в направлении тангажа (вперед-назад) у системы «лыжник-лыжи» могут возникать и продолжаться несколько секунд, изменяя тем самым угол атаки всего тела и общую стабильность.

Вопрос оптимизации стиля полета при различных скоростях отталкивания от стола отрыва был рассмотрен А. Jung с соавторами (Jung, A. *Optimization of the flight style in ski jumping* / A. Jung, M. Staat, W. Müller // *1th World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI), 5th European Conference on Computational Mechanics (ECCM V), 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI) (20-25.07.2014, Barcelona). Spain, 2014. P. 779–809*). С помощью математических расчетов, компьютерного моделирования, алгоритма оптимизации и всесторонних измерений в аэродинамической трубе были смоделированы траектории полета для оптимизированных стилей полета при трех предложенных скоростях отталкивания (2, 2,5 и 3 м/с) на олимпийских профилях трамплинов в Эсто-Садок, Россия (HS106m, HS140m), и полетном (HS205) в Гаррахове, Чешская Республика. Были представлены оптимизированные временные характеристики для угла атаки лыж α и угла наклона тела по отношению к лыжам β на различных участках полета, необходимых для достижения максимальной дальности прыжка. Данный метод позволяет провести более подробные исследования оптимизации в отношении индивидуального стиля полета.

В результате подробного рассмотрения современных требований к выполнению лыжниками-прыгунами фазы полета, в том числе особенностей полета на различных участках, влияния сил воздуха на систему лыжник-лыжи и

наиболее аэродинамически выгодных положений спортсмена и лыж, определена специфика данной фазы прыжка с трамплина. Психологическое и эмоциональное напряжение, различные погодные условия и качество подготовки трамплина, быстротечность и высокая скорость перемещения в безопасном пространстве, риск падения – вот перечень наиболее значимых факторов, влияющих на спортсменов во время прыжка и, в частности, полета. Закономерно, что обучение юных «летающих лыжников» полету должно осуществляться в безопасных и упрощенных условиях, но с далеким прицелом на современные эталоны. Это предполагает наличие определенного арсенала упражнений и соответствующих условий или приспособлений. В отечественных методических материалах и программах подготовки данный вопрос освещен поверхностно, и представлен перечислением незначительного числа упражнений без точных методических рекомендаций. Кроме того, биомеханический анализ техники полета российских спортсменов обнаруживает несоответствие отечественной техники полета современным модельным значениям и показателям иностранцев-лидеров (Захаров, Г. Г. *Биомеханический анализ «бесконтактной фазы отталкивания» и начала полета в современной технике прыжков на лыжах с трамплина* / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев, Г. А. Сергеев // *Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта*. 2016. № 8 (138). С. 61–66; Захаров, Г. Г. *Биомеханический анализ аэродинамического качества положения полета в прыжках на лыжах с трамплина на примере женских соревнований* / Г. Г. Захаров, Н. Б. Котелевская, Н. Б. Новикова // *Спорт и спортивная медицина : материалы II Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (11–13.04.2019, Чайковский)*. – Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2019. С. 80–88; Захаров, Г. Г. *Биомеханический анализ выполнения современного прыжка на лыжах с трамплина у женщин* / Г. Г. Захаров, К. Ю. Лебедев // *Инновационные технологии в системе спортивной подготовки, массовой физической культуры и спорта : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (17–18.10.2019, Санкт-Петербург)*. Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2019. С. 240–246; Захаров, Г. Г. *Сравнительный анализ техники полета сильнейших спортсменов и российских прыгунов на лыжах с трамплина на международных соревнованиях* / Г. Г. Захаров, К. Ю.

Лебедев // *Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ФГБУ СПбНИИФК (27-28.09.2018, Санкт-Петербург)*. – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2018. С. 117–121). Существует насущная необходимость обновления и конкретизации методики тренировки техники полета в прыжках на лыжах с трамплина.

1.1.6 Анализ биомеханических характеристик техники прыжка на лыжах с трамплина в фазе приземления

Согласно правилам соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина (*Правила проведения международных соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью ФИС (2011) / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья* : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/_/47/2011_mezhdunarodnye_pravila_SJ.pdf (дата обращения 15.05.2019)) (пункт 401.2.2 Приземление), спортсмен выполняет подготовку к приземлению и приземление в позицию разножки (телемарк) в следующем порядке: «выйти из стабильного положения полета; подняв голову и туловище; сделать движение руками в стороны или вперед-верх и поставить лыжи в параллельное положение. Перед касанием с горой приземления, выдвинуть одну из ног вперед на длину стопы, согнуть колени. При контакте с горой приземления, используя силу собственных мышц, снизить удар от приземления, продемонстрировав мягкое приземление».

Поза разножки (телемарк) представляет собой выпад одной ногой вперед, с приблизительным расстоянием в одну стопу от носка стоящей сзади ноги до пятки, стоящей впереди. Ноги согнуты в коленях, туловище и голова подняты, руки разведены в стороны на уровне плеч. Расстояние между лыжами не должно превышать двух значений ширины одной лыжи. Критерием оценки служит слитный, естественный переход из полета в позицию разножки с сохранением ее на протяжении 10-12 м с момента первого контакта спортсмена с горой приземления. Максимальное снижение судейской оценки за выполнение

приземления – 5,0 баллов. Основные задачи спортсмена при приземлении – это амортизация ударной нагрузки и сохранение равновесия, а также получение высокой оценки от судей. С точки зрения аэродинамики лыжник-прыгун, сближаясь с горой приземления, попадает в условия, при которых воздушный поток, проходящий под его телом и лыжами, может становиться более плотным (Ward-Smith, A.J. *Experimental determination of the aerodynamic characteristics of ski-jumpers* / A. J. Ward-Smith, D. Clements // *The Aeronautical Journal*. 1982. № 86. P. 384–391). Исследование G. Hochmuth показало (Hochmuth, G. *Telemark Landing* // *FIS Bull*. 1999. № 137. P. 29–43), что выполнение разножки позволяет лучше сохранять равновесие, чем приземление на «две ноги» без выпада вперед.

Значительное количество иностранных исследований, посвященных биомеханике приземления в прыжке на лыжах с трамплина, свидетельствуют о важности этого элемента для увеличения дальности прыжка, высоких судейских оценок и безопасности спортсменов (Белёва, А. Н. *Основы технической подготовки лыжников-двоеборцев на тренировочном этапе* / А. Н. Белева, А. Е. Ардашев, А. И. Попова // *Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12-14.04.2018, Чайковский)*. – Чайковский : ЧГИФК, 2018. С. 39–45; *Ground-reaction forces in alpine skiing, cross-country skiing and ski jumping* / S. Babel, U. Hartmann, P. Spitzenpfeil [et al.] // *Science and Skiing*. – London : Taylor & Francis, 2003. P. 200–207; Bessone, V. *Landing in Ski Jumping: A Review About its Biomechanics and the Connected Injuries* / V. Bessone, A. Schwirtz // *Journal of Science in Sport and Exercise*. 2021. № 3 (6). P. 238–248; Müller, W. *Biomechanics of ski-jumping: scientific jumping hill design – Science and skiing*. London: Chapman & Hall, 1997. P. 36–48; Müller, W. *The new jumping hill in Innsbruck: designed by means of flight path simulations* / W. Müller, B. Schmolzer // *Proceedings of the IVth World Congress of Biomechanics*. Calgary: University of Calgary, Faculty of Kinesiology, 2001. P. 4–9; Virnavirta, M. *Plantar pressures during ski jumping take-off* / M. Virnavirta, P. V. Komi // *Journal of Applied Biomechanics*. 2000. № 16 (3). P. 320–326).

Окончание полета и подготовка к приземлению были рассмотрены F. Greimel с соавторами (Greimel, F. *Kinematic analysis of the landing phase in ski jumping* / F. Greimel, M. Virnavirta, H. Schwameder // *Science and Skiing*. 2009. P. 721–727). Было определено, что сильнейшие лыжники-прыгуны в борьбе за дальность дольше

сохраняют позу полета и сокращают время подготовки к выполнению разножки до 0,16 с, тогда как у менее квалифицированных спортсменов эта величина составляет 0,36 с. Тем не менее, исследования G. Hochmuth (*Hochmuth, G. Telemark Landing // FIS Bull. 1999. № 137. P. 29–43*) показали более низкое воздействие ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат спортсмена в момент приземления при более раннем снижении активности в конце полета. Эти данные косвенно подтверждены H. Schwameder и M. Virnavirta (*Analysis of landing in ski jumping by means of inertial sensors and force insoles / V. Bessone, J. Petrat, W. Seiberl [et al.] // Proceedings. 2018. № 2 (6). P. 311 : [сайт]. – URL: <http://www.mdpi.com/journal/proceedings> (дата обращения 17.06.2019)*); Schwameder, H. *Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen / H. Schwameder, E. Müller // Spectrum der Sportwissenschaften. 1995. № 71. P. 5–36*), определивших с помощью тензометрических стелек повышение давления воздуха при увеличении углов атаки лыж. В связи с этим «летающие лыжники» должны найти компромиссное решение для далекого полета и управления телом и лыжами в миг подготовки к приземлению на скорости 80 км/ч и более (*Injuries in elite women's ski jumping: surveillance through the 2017–18 FIS World Cup season / O. M. Stenseth, S. F. Barli, R. K. Martin [et al.] // British Journal of Sports Medicine. 2019. № 54 (1). P. 44–48*).

Кинематический анализ выполнения подхода к приземлению показал, что в последней части устойчивого полета (1,00-0,50 с до контакта с плоскостью горы) изменения положения ног (сгибание/разгибание) происходят синхронно, а туловище разгибается с увеличением аэродинамического воздействия. Непосредственная подготовка к приземлению (0,50-0,40 с до контакта с плоскостью горы) характеризуется сгибанием колен, бедер и разгибанием в голеностопных суставах (*A system to measure the kinematics during the entire ski jump sequence using inertial sensors / J. Chardonens, J. Favre, F. Cuendet [et al.] // Journal of Biomechanics. 2012. 46 (1). P. 56–62*; *Seo, K. Aerodynamic force data for a V-style ski jumping flight / K. Seo, I. Watanabe, M. Murakami // Sports Engineering. 2004. № 7 (1). P.31–39*).

Первое измерение величины силы реакции опоры при приземлении с использованием V-стиля полета было проведено H. Schwameder и W. Müller

(Schwameder, H. *Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen* / H. Schwameder, E. Müller // *Spectrum der Sportwissenschaften*. 1995. № 71. P. 5–36), оно показало диапазон от 1,5 до 3 величин веса спортсмена. Аналогичные современные исследования (*Ground-reaction forces in alpine skiing, cross-country skiing and ski jumping* / S. Babel, U. Hartmann, P. Spitzenpfeil [et al.] // *Science and Skiing*. – London : Taylor & Francis, 2003. P. 200–207; *Analysis of landing in ski jumping by means of inertial sensors and force insoles* / V. Bessone, J. Petrat, W. Seiberl [et al.] // *Proceedings*. 2018. № 2 (6). P. 311 : [caÿm]. – URL: <http://www.mdpi.com/journal/proceedings> (дата обращения 17.06.2019)) позволили определить величину силы реакции опоры при приземлении как 1,1–5,3 значения веса спортсмена. При этом была отмечена высокая ударная нагрузка при далеких прыжках, что может объясняться высокой скоростью в конце фазы полета и уменьшением наклона горы приземления в зоне точки HS.

Посредством компьютерного моделирования Н. Schwameder с соавторами определили зависимость высоты полета перед приземлением от различных факторов (воздействия потоков воздуха, скорости полета, массы спортсмена, направления ветра) (*Virmavirta, M. Kinetics and muscular function in ski jumping* / M. Virmavirta, P. V. Komi // *Neuromuscular Aspects of Sport Performance*. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. P. 91–102). При этом изменение одного из параметров влияет на другие, и спортсмены должны оптимально реагировать на это в доли секунды. Показано, что при встречном ветре подготовка и приземление происходят с меньшей скоростью, чем при попутном воздушном потоке (*Müller, W. Biomechanics of ski-jumping: scientific jumping hill design – Science and skiing*. London: Chapman & Hall, 1997. – P. 36–48; *Müller, W. Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness* // *Sports Medicine*. 2010. № 39 (2). P. 85–106).

Простое, на первый взгляд, движение при приземлении и позиция разножки в действительности обязывают спортсменов иметь многостороннюю качественную подготовку. Основными задачами спортсмена в момент перехода от полета к скольжению по горе являются своевременная подготовка к приземлению еще в воздухе; выверенные действия при первом контакте с горой приземления и амортизация ударной нагрузки; преобразование позы

приземления в эстетичный «телемарк», соответствующий судейским требованиям и сохранение его на протяжении 10-12 м; постоянный контроль за управлением лыжами. Приземление на далеком метраже (в зоне HS) сопровождается большой ударной нагрузкой, что значительно усложняет выполнение разножки.

Важность обучения качественному приземлению при прыжке с трамплина очевидна, однако большинство отечественных тренеров и спортсменов уделяют отработке разножки недостаточно внимания, а методика подготовки нуждается в модернизации и реализации, в равной степени с другими техническими элементами прыжка уже с ранних этапов спортивной тренировки (*Buchner, S. Technikleitfaden Skispringen // DSV Trainerschule. Planegg. 2015. 44 p.*).

1.1.7 Требования к технике прыжка на лыжах с трамплина в фазе выката и остановки

Заключительная часть прыжка, начинающаяся после приземления, несмотря на кажущуюся простоту требует внимания и точности двигательных действий. По точной рекомендации С.А. Сахарнова «при входе в радиус горы приземления R2 прыгун должен слегка приподняться, чтобы его не прижало к лыжам, произвести спуск до конца площадки торможения, помня, что прыжок оценивается вплоть до линии падения» (*Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019)*).

Согласно действующим правилам соревнований (*Правила проведения международных соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью ФИС (2011) / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/_/47/2011_mezhdunarodnye_pravila_SJ.pdf (дата обращения 15.05.2019)*), «прыгун должен:

- после приземления с правильным положением ног и на согнутых ногах

остаться в позиции «телемарк»;

- пересечь радиус и линию падения в более высоком, но стабильном и расслабленном положении на параллельных лыжах или в положении «торможение плугом»;

- после приземления спортсмен должен оставаться некоторое время в позиции «телемарк» (примерно 10-15 м)».

Снижение судейских баллов за все виды ошибок может составлять 7 баллов.

Специальных исследований, посвященных технике выполнения данной фазы прыжка, не проводилось, однако она требует тщательной отработки в тренировочном процессе прыгунов.

1.2 Современные подходы к технической подготовке в прыжках на лыжах с трамплина

Анализ научной литературы по проблемам технической подготовки лыжников-двоеборцев подтверждает значимость достижения оптимальных параметров техники прыжка на лыжах с трамплина. Особое внимание уделяется вопросам педагогического контроля технической подготовленности, описываются методы ее оценки, в частности визуальная оценка, определение кинематических характеристик фаз прыжка на лыжах с трамплина юных двоеборцев и динамических характеристик отталкивания от стола отрыва (Грозин, Е. А. Педагогический контроль – основа управления процессом подготовки в прыжках на лыжах с трамплина / Е. А. Грозин, В. С. Селезнев, А. А. Злыднев // Педагогический контроль в системе подготовки спортсменов: Сборник материалов научно-практической конференции. Ленинград : ЛНИИФК, 1985. С. 52–61; Зебзеев, В. В. Принципы педагогического контроля в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье / В. В. Зебзеев, М. В. Баринов // Спорт и спортивная медицина : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию со дня основания Чайковского государственного института физической культуры (09–11.04.2020, Чайковский). Чайковский : Чайковский

государственный институт физической культуры, 2020. С. 157–161; Зебзеев, В. В. Теоретико-методологические основы системы педагогического контроля в лыжном двоеборье / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович, Ф. Х. Зекрин // Спорт и спортивная медицина : материалы II Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (11–13.04.2019, Чайковский). Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2019. С. 94–101; Особенности педагогического контроля в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович, В. В. Зебзеев [и др.] // Стратегия формирования здорового образа жизни населения средствами физической культуры и спорта: тенденции, традиции и инновации : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора В. Н. Зуева (17–18.10.2019, Тюмень). Тюмень : Вектор Бук, 2019. С. 176–179; Зебзеев, В. В. Система педагогического контроля в лыжном двоеборье: монография / В. В. Зебзеев. Пермь : От и До, 2020. 182 с.; Vodincar, J. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. (Техника прыжков на лыжах с трамплина) / J. Vodincar, B. Jošt : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 16.02.2019)).

Основное внимание отечественных исследователей уделяется оценке техники соревновательного упражнения непосредственно на трамплине, однако большая часть исследований посвящена контролю технической подготовленности прыгунов (Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ контактной фазы отталкивания от стола отрыва у сильнейших лыжников-прыгунов на пятом этапе кубка мира зимнего сезона 2017-2018 года / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев, А. Б. Брунстрем // Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ФГБУ СПбНИИФК (27–28.09.2018, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2018. – С. 111–117; Захаров, Г. Г. Сравнительный анализ техники полета сильнейших спортсменов и российских прыгунов на лыжах с трамплина на международных соревнованиях / Г. Г. Захаров, К. Ю. Лебедев // Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ФГБУ СПбНИИФК (27-28.09.2018, Санкт-Петербург). Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2018. С. 117–121; Лебедев, Г. К. Оценка уровня технической подготовленности прыгунов на лыжах с трамплина на базовых этапах подготовки // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2018. № 1 (155).

С. 142–147).

Методике подготовки в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье на различных этапах посвящены многочисленные труды отечественных авторов, однако большая часть из них опубликована в прошлом столетии и не учитывает современные тенденции вида спорта (Арефьев, А. Н. *Методические разработки по технике и методике прыжков на лыжах с трамплина : методическое пособие* / А. Н. Арефьев, С. А. Зубков. Москва : Физическая культура и спорт, 2012. 112 с.; Грозин, Е. А. *Обоснование современной методики подготовки и технического совершенствования в прыжках на лыжах и лыжном двоеборье* / Е. А. Грозин. Ленинград, 1977. 118 с.; Данилов, О. И. *Оценка уровня подготовленности резерва в прыжках на лыжах с трамплина // Актуальные проблемы спортивного совершенствования : сборник научных трудов Межвузовской научно-методической конференции по физическому воспитанию студентов. Ленинград : ЛНИИФК, 1981. С. 48–52; Методические разработки по технике и методике прыжков на лыжах с трамплина (на основании анализа опыта совместной работы в национальной сборной команде) : материалы в помощь тренерам по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью / составители : А. Н. Арефьев, С. А. Зубков, Ю. В. Калинин [и др.]. Москва : Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России, 2012. С. 110–122; Лавров, В. Н. *Экспериментальное обоснование методики подготовки юных лыжников-прыгунов 13-16 лет в зимнем периоде : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук* / В. Н. Лавров. Тарту, 1975. 19 с.; Пальчевский, В. Н. *Экспериментальные исследования особенностей методики тренировки на завершающих этапах подготовки к соревнованиям в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук* / Пальчевский Владимир Николаевич. Тарту, 1973. 22 с.).*

В последние годы внимание исследователей было обращено к вопросам обучения юных прыгунов с трамплина на начальном этапе подготовки (Зебзеев, В. В. *Методика технической подготовки юных прыгунов на лыжах с трамплина : монография* / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович, В. В. Зебзеев. Пермь : ОТ и ДО, 2016. 86 с.; Зебзеев, В. В.

Технология формирования техники прыжка у прыгунов на лыжах с трамплина на этапе начальной подготовки : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Зебзеев Виктор Викторович. Санкт-Петербург, 2020. 25 с.). Значимость данных исследований обусловлена применением авторами методики регулярного биомеханического анализа во время тренировочного процесса у юных спортсменов непосредственно на трамплине для определения качества их технической прыжковой подготовленности и соответствия современным модельным требованиям. Однако в данных работах лишь перечислены средства технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина (имитационные упражнения), без подробного их описания и методических рекомендаций по их выполнению. Кроме того, в тренировке фазы разгона и приземления авторы делают акцент на преимущественную тренировку в условиях спортивного зала или площадки, не используя лыжную подготовку на учебных склонах и горе приземления трамплина, что может иметь односторонний эффект. Вызывает сомнение ориентация технической подготовки юных лыжников-прыгунов на угловые модельные характеристики высококвалифицированных спортсменов в фазе полета, так как на трамплинах малых мощностей они практически недостижимы по объективным причинам (быстротечность полета, недостаточная плотность воздуха и др.). Большая часть российских авторов при оценке техники прыжка на лыжах с трамплина и разработке средств технического совершенствования опирается на модельные характеристики, разработанные в 2013 году (*Модель оптимизации техники отталкивания высококвалифицированных спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина на основе биомеханического анализа / М.В. Баринов, В.А. Ветров, О.С. Зданович, В.В. Зебзеев ; Чайковская государственная академия физической культуры и спорта // Теория и практика физической культуры. 2021. № 10. С. 25–26; Методика разработки комплексных целевых программ подготовки региональных сборных команд квалифицированных спортсменов на четырехлетний цикл подготовки (на примере лыжников-двоеборцев РФ) / Г.А. Сергеев, А.А.*

Злыднев, А.А. Яковлев [и др.] ; Министерство спорта Российской Федерации ; Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. СПб. : [б. и.], 2013.132 с.) хотя проведенный нами анализ иностранной литературы убедительно показывает необходимость корректировок модельных показателей 2013 года в соответствии с современными тенденциями вида спорта (Müller, S. *Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen* / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. 2014. № 21 (2). P. 97–111; *Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination* / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner [et al.] // *Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. January 2019* : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020).

В отечественных и зарубежных работах ряда авторов обоснована связь технической и физической подготовки, предложены средства развития и совершенствования координационных способностей, гибкости, взрывной силы – качеств, которые являются определяющими для выполнения технически правильного прыжка с трамплина (Гюртлер, Р. *Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина* // *Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье*. Нижний Новгород, 2004. С. 17–48; Злыднев, А. А. *Средства тренировки общей и специальной направленности в подготовке квалифицированных лыжников-двоеборцев* / А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров // *Паралимпийское движение в России на пути к Сочи-2014 : проблемы и решения : сборник материалов научно-практической конференции (03–04.10.2013, Санкт-Петербург)*. Санкт-Петербург : ФГУ СПбНИИФК, 2013. С. 40–44; Сорокин, В. А. *Взаимосвязь физической и технической подготовки в совершенствовании спортивного мастерства лыжников-прыгунов : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук* / Сорокин Владимир Андреевич. Алматы, 1996. 26 с.).

Анализ техники лыжников-двоеборцев позволил специалистам выработать рекомендации для тренеров по контролю исполнения фаз прыжка на трамплине

и подбору специально-подготовительных упражнений (Зебзеев, В. В. Средства и методы, направленные на повышение технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина // *Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (19–21.05.2016, Пермь)*. – Пермь : ФГБОУ ВПО ПГПУ, 2016. С. 165–169; Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // *Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]*. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019)). Для совершенствования техники стойки разгона рекомендуется выполнение имитации этой фазы прыжка на наклонной поверхности, качающейся опоре или лыжероллерах. Для тренировки отталкивания предлагаются прыжковые упражнения, выполняемые со страховкой или с приземлением на поролоновые маты. Большинство упражнений выполняется на неподвижной опоре, однако рекомендуются также прыжки с роликовой тележки или при помощи мини-батута (*Модель оптимизации техники отталкивания высококвалифицированных спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина на основе биомеханического анализа / М.В. Баринов, В.А. Ветров, О.С. Зданович, В.В. Зебзеев ; Чайковская государственная академия физической культуры и спорта // Теория и практика физической культуры. 2021. № 10. С. 25–26; Злыднев, А. А. Средства тренировки общей и специальной направленности в подготовке квалифицированных лыжников-двоеборцев / А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров // Паралимпийское движение в России на пути к Сочи-2014 : проблемы и решения : сборник материалов научно-практической конференции (03–04.10.2013, Санкт-Петербург). Санкт-Петербург : ФГУ СПбНИИФК, 2013. С. 40–44; Соотношение средств и методов общей и специальной подготовки лыжников-двоеборцев на заключительном этапе четырехлетнего цикла: методические рекомендации / Н. Б. Новикова, А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров [и др.]. – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2015. 33 с.; Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // *Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]*. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019).*

Наиболее широкий спектр упражнений и специальных устройств предлагается для отработки положения полета. В частности, рекомендуется

применение лонжи, подкидной доски, резинового жгута и подчеркивается необходимость визуального контроля тренером правильности выполнения движений. Для совершенствования техники полета предлагаются также прыжки в воду и продувка в аэродинамической трубе (Гюртлер, Р. *Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина // Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье. Нижний Новгород, 2004. С. 17–48*).

Анализ работ российских исследователей и специалистов в области лыжного двоеборья показывает необходимость совершенствования отечественной методики подготовки в этом виде спорта в связи с изменениями профилей трамплинов, совершенствованием экипировки и коррекцией правил соревнований. Требуется систематизация предлагаемых упражнений и обоснование их эффективности в соответствии с тенденциями развития прыжков на лыжах с трамплина.

Исследование работ иностранных авторов позволило определить пути повышения эффективности технической подготовки в лыжном двоеборье. Основными средствами технической подготовки являются прыжки на лыжах с трамплинов различной мощности и специальные имитационные упражнения, ориентированные на отработку всех элементов прыжка. Скоротечность прыжка (от 6 до 12 секунд, в зависимости от размера трамплина) и его сложность позволяют выполнить в среднем 6-8 прыжков за одну тренировку, что соответствует соотношению времени, затраченному на прыжок и подготовку к нему, равное 1:120 (Schwameder, H. *Concepts in ski jumping biomechanics and potential transfer to other sports. – September 2014 : [сайт]. – URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5907> (дата обращения: 12.02.2020)*). В связи с этим значительную долю всех специально-подготовительных средств составляют различные имитационные упражнения. Большинство из них направлено на совершенствование техники отталкивания. Для выполнения имитационного прыжка спортсмен принимает позу стойки разгона, а затем, отталкиваясь, – положение полета. При этом тренер или его помощник ловит спортсмена в

воздухе. Традиционно прыжки выполняются с неподвижной поверхности или с катящейся платформы на роликовых колесах. Анализ программ спортивной подготовки, предпрофессиональных и профессиональных программ по прыжкам на лыжах с трамплина (перечень программ) показал, что в тренировочном процессе прыгунов на различных этапах многолетней подготовки используются специальные средства технической подготовки, однако перечень рекомендуемых упражнений и методические рекомендации по их использованию не представлены.

В статье С. А. Сахарнова (*Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019)*) представлены варианты имитационных упражнений для основных технических элементов прыжка. В работе Р. Гюртлера (*Гюртлер, Р. Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина // Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье. – Нижний Новгород, 2004. – С. 17–48*) приведены основные требования к правильному выполнению всех фаз прыжка, рекомендации и упражнения для исправления технических ошибок. В работах немецких авторов (*Buchner, S. Technikleitfaden Skispringen // DSV Trainerschule. Planegg. 2015. 44 p.*) указывается важная роль имитационных упражнений в становлении и совершенствовании технической подготовленности.

Ряд ученых исследовали различия и сходства имитационных прыжков с прыжком с трамплина в реальных условиях. В работе М. Virmavirta с соавторами (*Virmavirta, M. Ski jumping take-off in a wind tunnel with skis / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // Journal of Applied Biomechanics. 2011. № 27 (4). P. 375–379*) было рассмотрено влияние отсутствия сопротивления воздуха в имитационных прыжках на технику выполнения упражнений. Исследователи определили, что влияние подъемных сил воздуха на спортсмена при прыжке с трамплина сокращает время отталкивания на 14% по сравнению с имитацией. Н. Schwameder установил, что продолжительность отталкивания в прыжке с трамплина (0,25-0,35 с) и в

имитационных упражнениях (0,4-0,5 с) заметно различались (Schwameder, H. *Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. 2008. №7 (1). P. 114–136*). Также при сравнении скорости отталкивания при прыжке с трамплина и в имитации было определено, что только 72-85% от величины скорости, продемонстрированной в лабораторных условиях, может быть реализовано во время прыжка на трамплине (*Comparison of the take-off measured under laboratory and jumping hill conditions / F. Vaverka, M. Janura, J. Salinger [et al.] // Journal of Biomechanics. 1994. № 27 (6). P. 1406–1407*).

В прыжке на лыжах с трамплина спортсмен не может в полной мере контролировать и регулировать величину своего смещения вперед в момент отталкивания, которое является предпосылкой для формирования переднего крутящего момента, так как лыжи скользят по лыжне с минимальным по своему значению трением. Любая его попытка активного смещения в момент отталкивания вперед приведет к тому, что лыжи будут проскальзывать назад. Напротив, во время имитационных прыжков с неподвижной опоры лыжник-двоеборец имеет эту возможность. Тренеры-практики знают о таких нюансах и учитывают их при проведении технических тренировок, используя не только фиксированные, но и подвижные поверхности для выполнения отталкивания.

В исследовании норвежских ученых было изучено влияние различных условий выполнения имитационного прыжка (из статичного положения и в условиях качения) на характер мышечной деятельности и положение ОЦТ относительно вектора силы реакции опоры у высококвалифицированных спортсменов (Virmavirta, M. *Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. 2001. № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019)*). В частности, исследователи хотели изучить возможности создания предпосылок к смещению ОЦТ вперед в момент отталкивания как условие возникновения переднего крутящего момента. Для этого были изучены два варианта имитационных прыжков, которые наиболее часто используются в тренировочной практике. В

первом случае участники эксперимента выполняли отталкивание с неподвижной опоры, так что использование горизонтальных сил и начальная скорость стопы были равны нулю, во втором – прыгали с катящейся вперед роликовой тележки, имеющей определенную скорость движения. В обоих случаях спортсмены демонстрировали имитационные прыжки с максимально полным воспроизведением кинематических параметров реального прыжка на лыжах (отталкивание из стойки разгона с принятием положения полета) с дальнейшей поддержкой тренером. Эксперимент с роликовой тележкой проводился на прямом спуске с уклоном 2° и длиной 6 метров. Скорость движения платформы в момент отталкивания достигала $1,60 \pm 0,11$ м/с (обычно используется на практике). Тележка (платформа) со встроенной тензометрической платформой имела массу 27 кг. В этом исследовании приняли участие шесть элитных лыжников-прыгунов из сборной команды Норвегии (рост $1,81 \pm 0,03$ м, вес тела $66,6 \pm 2,2$ кг). В условиях качения любая попытка активного смещения ОЦТ вперед в момент отталкивания закономерно приведет к ускорению платформы назад. Однако из-за инерции данной измерительной системы возможность создания такого смещения не была полностью выполнена. Участники эксперимента были обуты в тренировочные кроссовки. Также был выполнен и измерен прыжок вверх из стойки разгона. В практике лыжного двоеборья этот прыжок используется для тренировки и тестирования уровня скоростно-силовых качеств ног.

В результате было установлено, что динамика отталкивания с неподвижной опоры и катящейся тележки имеет существенные различия, тогда как кинематика этих упражнений очень схожа. ЭМГ мышц показала, что тонус мышц-разгибателей колена был выше, а тонус мышц-разгибателей тазобедренного сустава – ниже на роликовой платформе, чем на неподвижной поверхности. По сравнению с выпрыгиванием вверх из приседа проявление силы реакции опоры было ниже в имитационных прыжках, в частности при качении. Горизонтальные составляющие силы реакции опоры в прыжке с подвижной

опоры не превышали значения в 70 Н по сравнению с имитационным прыжком с неподвижной опоры и могут рассматриваться как малые (*Virmavirta, M. Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. 2001. № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019)*).

Несмотря на схожесть движения в обоих вариантах имитации отталкивания, в том числе и развитие углового импульса, способы действий в достижении желаемого результата были различны. В прыжке с неподвижной опоры вектор силы реакции опоры проходит через ОЦТ спортсмена, а при имитационном прыжке с роликовой тележки – сзади. Таким образом варианты отталкивания осуществляются за счет различных механизмов мышечной координации и активности (*Virmavirta, M. Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. 2001. № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019)*).

Можно предположить, что использование вариативности в различных способах имитационных прыжков несет в себе позитивный многосторонний тренировочный эффект. Если спортсмен способен выполнить имитационный прыжок с соблюдением требуемых технических и динамических установок в различных исходных условиях, значит, он демонстрирует комплексный контроль тренируемого движения. Поскольку все трамплины имеют свои специфические характеристики, связанные с особенностями их профиля, то условия выполнения прыжка с трамплина также будут разными.

Другое исследование было направлено на сравнение кинетических и кинематических параметров прыжка на лыжах с трамплина и различных вариантов имитации отталкивания (*Conditioning exercises in ski jumping: biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps / S. Lorenzetti, F. Ammann, S. Windmüller [et al.] // Sports Biomechanics. 2017. № 18 (1). P. 1–12.*). Целью исследования швейцарских специалистов было сравнение прыжков с трамплина с имитационными прыжками с катящейся платформы с двумя различными углами

наклона, имитационными прыжками с неподвижной платформы и прыжками из низкого приседа. Была выдвинута гипотеза, что путем ранжирования типов имитационных прыжков можно было бы выявить те, которые наиболее подходят для тренировки. В исследовании приняли участие десять спортсменов мужчин – членов основной и юниорской сборных команд по прыжкам на лыжах с трамплина Швейцарии (возраст $21,2 \pm 4,9$ лет, вес $62,1 \pm 4,1$ кг). Одежда спортсменов при выполнении имитации отталкивания является важным аспектом, который обычно не принимается во внимание. Во время прыжков с трамплина лыжники-прыгуны одеты в специальную экипировку – шлем, комбинезон и прыжковые ботинки со специальными вставками между щитком ботинка и голенью, тогда как в спортзале они пользуются обычной тренировочной одеждой – футболкой, шортами и кроссовками. Специализированные ботинки для прыжков на лыжах с трамплина практически полностью лимитируют движения в голеностопном суставе, а занятия в тренировочных кроссовках, напротив, обеспечивает полную свободу движений.

В исследовании было проведено сравнение прыжков на лыжах с трамплина в полной экипировке с различными вариантами специально-подготовительных упражнений (*Conditioning exercises in ski jumping: biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps / S. Lorenzetti, F. Ammann, S. Windmüller [et al.] // Sports Biomechanics. 2017. № 18 (1). P. 1–12.*):

- 1) имитационные прыжки с роликовой тележки, двигающейся по наклонной поверхности с уклоном 4° , в экипировке лыжника-прыгуна;
- 2) имитационные прыжки с роликовой тележки, двигающейся по наклонной поверхности с уклоном 4° , в кроссовках;
- 3) имитационные прыжки с роликовой тележки, двигающейся по горизонтальной поверхности, в экипировке лыжника-прыгуна;
- 4) имитационные прыжки с роликовой тележки, двигающейся по горизонтальной поверхности, в кроссовках;
- 5) имитационные прыжки с неподвижной поверхности в экипировке

лыжника-прыгуна;

б) имитационные прыжки с неподвижной поверхности в кроссовках;

7) прыжки вверх из низкого приседа в кроссовках.

В ходе исследований измерялись 35 показателей, в том числе сила реакции опоры, ЭМГ мышц, время отталкивания и величина проявленной силы мышц правой и левой ног, а также показатели угловых характеристик отталкивания. Статистический анализ произведенных измерений позволил установить рейтинг среди прыжков, который определил упражнения, которые больше всего схожи с реальным прыжком на лыжах с трамплина. В обоих случаях имитационные прыжки с роликовой тележки на горизонтальной плоскости в экипировке и без нее заняли в рейтинге первое и второе места, имитационный прыжок с роликовой тележки на наклонной плоскости в экипировке – третье. Эти варианты имитационного прыжка выполняются с подвижной роликовой тележки, что уменьшает вероятность и необходимость создавать смещение вперед, как и в прыжке с трамплина. Имитационный прыжок с неподвижной опоры в экипировке и без нее оказались в рейтинге последними (ни по каким показателям не были выше пятого места). Основное отличие между прыжком на лыжах и имитационными прыжками, а также выпрыгиванием вверх из приседа заключается в большей скорости проявления высоких силовых показателей на трамплине, возможно из-за влияния подъемных сил воздуха (*Conditioning exercises in ski jumping: biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps / S. Lorenzetti, F. Ammann, S. Windmüller [et al.] // Sports Biomechanics. 2017. № 18 (1). P. 1–12.*).

Результаты исследования, проведенного С. Pauli и соавторами, показал (*Kinematics and kinetics of squats, drop jumps and imitation jumps of ski jumpers / C. Pauli, M. Keller, F. Amman [et al.] // Journal of Strength and Conditioning Research. 2015. № 30 (3). P. 643–652*), что воздействие дополнительной физической нагрузки (ударные прыжки, веса штанги и др.) непосредственно перед выполнением имитационных прыжков негативно отражалось на способности спортсменов выполнять отталкивание с равным распределением (балансировкой) силы ног. Напротив, имитационные

прыжки были хорошо выполнены, и спортсмены удачно могли выбрать момент отталкивания, когда дополнительной силовой нагрузки не было. Тем не менее, даже в этих условиях у некоторых спортсменов были проблемы с распределением силы в равной степени, что было вызвано повышенной активностью доминирующей ноги (*Kinematics and kinetics of squats, drop jumps and imitation jumps of ski jumpers / C. Pauli, M. Keller, F. Amman [et al.] // Journal of Strength and Conditioning Research. 2015. № 30 (3). P. 643–652*).

Другими исследованиями было показано (*Virmavirta, M. Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. 2001. № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019)*), что по сравнению с прыжковыми ботинками использование тренировочных кроссовок увеличило скорость отталкивания на 4-5%. Этот результат объясняется ограниченным сгибанием в голеностопных суставах в прыжковых ботинках. Исследователи пришли к выводу о необходимости использования прыжковых ботинок во время наземных технических тренировок (*Virmavirta, M. Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. 2001. № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019)*).

Анализ имитационного отталкивания G. Ettema и соавторами (*Imitation jumps in ski jumping: Technical execution and relationship to performance level / G. Ettema, S. Braaten, J. Danielsen [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2020. – № 38 (2). – P. 1–6*) показал, что изменение угла наклона бедра в ходе отталкивания может быть ключевым элементом, обеспечивающим высокое развитие линейного импульса при достижении соответствующего аэродинамического положения. Также было выдвинуто предположение, что кинетическое развитие до и во время отталкивания важнее, чем кинематическое конечное состояние (положение) при взлете.

Анализ иностранной литературы по вопросам средств и методов технической подготовки лыжников-прыгунов показал необходимость использования в тренировочном процессе имитационных упражнений в

усложненных условиях, на подвижной и качающейся опоре, в экипировке прыгуна, в безопорном положении, однако методики технической подготовки, учитывающей современные тенденции техники прыжка до настоящего времени, разработано не было.

1.3 Изменения в экипировке и правилах соревнований в прыжковом компоненте лыжного двоеборья

Лыжное двоеборье – это развивающийся вид спорта, в котором изменения в технике и технической подготовке в прыжках на лыжах с трамплина обусловлены не только поиском наиболее эффективных тренировочных методик и оптимизации положения спортсмена во всех фазах соревновательного упражнения, но и связаны с совершенствованием инвентаря и экипировки. Результатом многочисленных научных исследований и использования современных технологий в производстве экипировки стало увеличение дальности полета, что, в свою очередь, обуславливает введение ограничений в правила соревнований (*Müller, W. Dynamics of human flight on skis: improvements on safety and fairness in ski jumping / W. Müller, D. Platzer, B. Schmölzer // Journal of Biomechanics. 1996. № 29 (8). P. 1061–1068*).

Одним из способов повышения аэродинамических свойств системы лыжник-лыжи наряду с совершенствованием прыжковых комбинезонов является разработка нового типа лыжных креплений. Лыжник-прыгун в полете разводит носки лыж, что приводит к развороту плоскости лыж относительно продольной оси и уменьшению суммарной площади опоры. Применение современных креплений с изогнутыми «столбиками» в качестве связующего звена между задней частью лыжных ботинок и пяткой крепления позволяет увеличить подъемную силу, действующую на лыжника.

По мнению J. Petrat с соавторами (*Petrat, J. Biomechanische Technikanalyse zum Skiaufkantwinkel im Skisprung / J. Petrat, V. Bessone, A. Schwirtz // BISp-Jahrbuch*

Forschungsförderung. 2016. № 17. P. 263–268), в связи со снижением степеней свободы голеностопных суставов в прыжковых ботинках контроль и управление лыжами в значительной мере зависят от подбора и регулировки прыжковых креплений. Исследование положения лыж в воздухе, проведенное с помощью инерционных датчиков и фронтальной видеосъемки, показало индивидуальные различия у всех 26 лыжников-прыгунов юниорского возраста по трем основным параметрам. Дальнейшая совместная работа исследователей с тренерами-практиками позволила оптимизировать регулировку креплений под индивидуальное техническое выполнение полета.

В своих изысканиях в отношении оптимального положения лыж в воздухе M. Virmavirta и J. Kivekäs предположили (*Virmavirta, M. Aerodynamics of an isolated ski jumping ski / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Sports Engineering*. 2019. № 22. P. 1–6), что эффект изогнутых «столбов» креплений не может быть реализован в полной мере из-за особенностей анатомического строения стопы, а также передней части креплений. Они предложили угол поворота лыжи относительно ее продольной оси, равный 5-10°, как реально достижимый и наиболее эффективный.

В последние годы произошли значительные изменения в ткани и конструкции прыжковых комбинезонов, что привело к изменениям в правилах соревнований. Были введены ограничения на толщину ткани комбинезонов и их размер относительно размера звеньев тела. Исследования, проведенные в аэродинамической трубе, показали, что использование различных вариантов комбинезонов (обтягивающий, с соблюдением действующих правил, с умеренными отступлениями от допусков в большую сторону) влияет на траекторию полета и дальность прыжка (*Aerodynamics of ski jumping: experiments and CFD simulations / W. Meile, E. Reisenberger, M. Mayer [et al.] // Experiments in Fluids*. 2006. 41 (6). P. 949–964).

Исследования Н. Chowdhury (*Chowdhury, H. Aerodynamic Performance Evaluation of Sports Textile / H. Chowdhury, F. Alam, A. Subic // Procedia Engineering*. 2010. № 2 (2). P. 2517–2522) в аэродинамической трубе было направлено на изучение влияния

различных спортивных тканей на величину лобового сопротивления и подъемной силы воздуха в зависимости от скорости и направления действия воздушного потока. Было определено, что гладкая поверхность манекена без комбинезона обладает более высоким аэродинамическим сопротивлением на всех скоростях по сравнению с тканями с шероховатой поверхностью. Структура поверхности ткани имеет ключевое значение для снижения влияния сил воздуха. Подбор ткани для комбинезона важен как фактор получения преимущества по отношению к соперникам.

Аналогичное исследование М. Virmavirta и J. Kivekäs (*Virmavirta, M. Effective use of a wind tunnel for ski jumping suit research / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Proceedings of the XXIIth ISB Congress. – Cape Town, 2009 : [сайт]. – URL: <http://isbweb.org/images/conf/2009/data/pdf/355.pdf> (дата обращения: 16.04.2019)*), проведенное в аэродинамической трубе с дальнейшим использованием полученных результатов в компьютерном моделировании, продемонстрировало аэродинамические преимущества современного комбинезона по сравнению с ситуацией полного его отсутствия (манекен без комбинезона). Разница в дальности полета на трамплине HS-135 м может достигать 20-40 м в зависимости от особенностей пошива комбинезона. Был построен график взаимоотношения подъемных сил и лобового сопротивления при различных углах положения тела к встречному потоку (начало полета, основная часть полета). Также был сделан практический вывод, что поскольку такие высокоточные измерения могут выявить различия между комбинезонами <1%, то каждое новое правило в отношении изменения комбинезонов должно сопровождаться соответствующими экспериментами в аэродинамической трубе.

Другим значимым изменением правил соревнований стало введение системы компенсации ветра и стартовой скамейки во время проведения прыжков на лыжах с трамплина в условиях изменяющегося ветра (*Правила проведения международных соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью FIS (2011) / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья : [сайт]. –*

URL: http://www.skijumpingrus.ru/_/47/2011_mezhdunarodnye_pravila_SJ.pdf (дата обращения 15.05.2019)).

Австрийские ученые рассчитали (*Schmölzer, B. The importance of being light: Aerodynamic forces and weight in ski jumping / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of Biomechanics. 2002. № 35. P. 1059–1069*), что встречный ветер 3 м/с приводит к увеличению дальности прыжка на 16 м, а попутный ветер той же силы снижает дальность прыжка на 23,7 м (трамплин К-185 м). В других исследованиях было определено, что при силе ветра 1 м/с выигрыш в дальности полета на трамплине К-130 м составляет 4 м (*Virmavirta, M. The effect of wind on jumping distance in ski jumping – fairness assessed / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Sports Biomechanics. 2012. № 11 (3). P. 358–369*).

Исследование в отношении влияния силы и направления ветра на дальность полета с трамплина провели М. Virmavirta и J. Kivekäs (*Virmavirta, M. The effect of wind on jumping distance in ski jumping – fairness assessed / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Sports Biomechanics. 2012. № 11 (3). P. 358–369*). Путем анализа математических расчетов они определили, что принятая FIS система ветровой компенсации на основе уравнения с линейной зависимостью по отношению к скорости ветра не отражает в полной мере влияния изменений ветровых условий (порывы, турбулентность и т.д.) на летные характеристики лыжников-прыгунов во время прыжка. Для соблюдения принципов справедливого судейства данная система компенсации нуждается в дальнейшем совершенствовании.

Методика технической подготовки должна осуществляться и своевременно корректироваться с учетом современных тенденций в экипировке и правилах соревнований.

1.4 Возрастные особенности подготовки лыжников-двоеборцев, юношей 13-16 лет

Возраст 13-16 лет в лыжном двоеборье соответствует тренировочному этапу и этапу спортивного совершенствования, а в соответствии с новым

Федеральным стандартом спортивной подготовки юноши с 15 лет могут проходить подготовку на этапе высшего спортивного мастерства. Согласно правилам соревнований, лыжники-двоеборцы 13-14 лет выступают на трамплинах К-60, а юноши 15-16 лет – на трамплинах до К-95. При этом объем технической подготовки на этапе спортивного совершенствования снижается до 12-16% от общего объема нагрузки относительно тренировочного этапа при возрастании объема специальной физической подготовки. На этапе высшего спортивного мастерства доля технической подготовки вновь возрастает до 16-20%. Данные показатели, с одной стороны, свидетельствуют о недостаточном внимании в существующих программах спортивной подготовки к технике сложно-координационного двигательного действия в период возрастающих требований соревновательного упражнения, а с другой – вынуждают использовать только эффективные, научно обоснованные средства и методы тренировки и тщательно контролировать техническое исполнение элементов прыжка при осуществлении специальной физической подготовки. Необходимо подчеркнуть, что в странах, лидирующих в лыжном двоеборье, технической подготовке уделяется значительно больше тренировочного времени. В частности, в немецкой поурочной программе по лыжному двоеборью для юношей 13-15 лет рекомендуется проводить усиленную имитационную тренировку, чтобы улучшить качество и последовательность технических движений (*Buchner, S. Nordische Kombination Rahmentrainingsplan : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/ta/Record/3042904#> (дата обращения: 04.06.2020)*).

В процессе многолетнего совершенствования при планировании физической подготовки следует ориентироваться на возрастные изменения, связанные с ростом, развитием и созреванием организма. Рост и созревание происходят гетерохронно и связаны с увеличением длины и массы тела, развитием различных систем и функций организма. Развитие включает биологическую и поведенческую стороны. Биологическая сторона связана с

формированием органов и тканей и дифференцированием клеток, а поведенческая сторона – с изменением в психомоторной (двигательные качества, умения, навыки), познавательной и социальной областях (Аганянц, Е. К. *Физиологические особенности развития детей, подростков и юношей : учебное пособие / Е. К. Аганянц, Е. М. Бердичевская, Е. В. Демидова. Краснодар : Кубанская ГАФК, 1999. 72 с.; Платонов, В. Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В. Н. Платонов. Москва : Спорт, 2019. 656 с.*).

Возраст 13-16 лет соответствует пубертатному периоду, в котором отмечается заметное ускорение роста – за год скорость роста у мальчиков может достигать 8-10 см, а пик скорости прироста массы тела наблюдается в 13-14 лет (5,5-6,5 кг). Части тела растут с разной скоростью, рост туловища отстает от увеличения длины рук и ног, рост костей происходит быстрее, чем увеличение мышечной ткани (Micheli, L. J. *The young athlete / L. J. Micheli, M. Mountjoy. // Olympic textbook of science in sports. – International Olympic Committee, 2009. P. 363–381*). Ввиду пика скорости роста возрастает вероятность травм мышц, связок, сухожилий, костей. Это объясняется отставанием в развитии мышечной и соединительной тканей по отношению к быстрому росту костей и связанным с этим нарушением координации движений и подвижности в суставах (*Sports injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players / A. Van der Sluis, M. T. Elferink-Gemser, M. J. Coelho-e-Silva [et al.] // International Journal Sports Medicine. 2014. № 35. P. 351–355*).

Разница между биологическим и паспортным возрастом может достигать 5-6 лет (Shephard, R. *Endurance in Sports. The encyclopedia of sports med / R. Shephard, P. O. Astrand. Oxford: Blackwell sci. publ., 1992. 637 p.*). Например, интенсивный рост тела у мальчиков, характерный для пубертатного периода, может отмечаться как в 11-12, так и в 16-17 лет. Биологический возраст в большей степени, чем паспортный, отражает онтогенетическую зрелость индивидуума, его работоспособность и характер адаптивных реакций. Препубертатный и пубертатный периоды возрастного развития могут начинаться или завершаться на 1-2 года раньше или позже паспортного возраста, что, естественно, будет влиять на процесс роста,

массу тела, возможности различных функциональных систем, уровень двигательных качеств (*Lloyd, R.S. Strength and conditioning for young athletes: science and application / R. S. Lloyd, J. L. Oliver. London-New York: Routledge, 2014. 414 p.*).

У мальчиков в 13-летнем возрасте, отмечаются большие колебания в росте (135-185 см), массе тела (30-85 кг), максимальном потреблении кислорода (46-80 мл/кг/мин). Различия в уровне силовой подготовленности, скоростных способностей и выносливости связаны с темпами биологического созревания, что значительно затрудняет построение подготовки спортсменов.

В пубертатный период у мальчиков происходит интенсивное развитие костной ткани, которое замедляется после окончания периода полового созревания. Значительное влияние на развитие костной ткани оказывают виды спорта с высокими гравитационными нагрузками. Соотношение быстрых и медленных волокон в мышцах человека определяется генетически и во многом влияет на двигательные способности и достижения спортсменов. Максимальная скорость роста мышц приходится на заключительный пубертатный скачок роста (*Безруких, М. М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) : учебное пособие / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. Москва : Academia, 2003. 416 с.; Иссурин, В. Б. Спортивный талант: прогноз и реализация / В. Б. Иссурин. Москва : Спорт, 2017. 240 с.*).

В процессе многолетней тренировки при развитии двигательных качеств необходимо учитывать наличие сенситивных (чувствительных) периодов в отношении двигательной функции, которые считаются фазами наибольшей реализации возможностей организма в онтогенезе, и периодами, в которых целенаправленные воздействия приводят к более выраженным адаптационным реакциям. Иностранные специалисты используют также термин «окна возможностей», подчеркивая, что в такие периоды эффект тренировочного воздействия максимален, тогда как в другое время он снижается (*Иссурин, В. Б. Координационные способности спортсменов / В. Б. Иссурин, В. И. Лях. Москва : Спорт, 2019. 208 с.; Иссурин, В. Б. Спортивный талант: прогноз и реализация / В. Б. Иссурин. Москва : Спорт, 2017. 240 с.*).

Тренировочный процесс является фактором, оказывающим действие на естественные физические изменения и усиливающим их. Доказано, что при избирательно направленном развитии физических качеств детей, подростков и юношей в возрасте 7-17 лет, наибольший эффект наблюдается при совмещении средств воздействия, направленных на развитие конкретных качеств, с периодами их максимально естественного прироста (Гужаловский, А. А. *Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Гужаловский Александр Александрович. Москва, 1979. 27 с.*). У спортсменов появляется возможность наиболее полно реализовать свои природные способности и достичь высоких спортивных результатов. Если эти закономерности игнорируются, юные спортсмены могут не достичь возможного для них уровня спортивного мастерства, а также увеличивается риск возникновения заболеваний и патологических процессов (Платонов, В. Н. *Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В. Н. Платонов. Москва : Спорт, 2019. 656 с.*).

Наиболее благоприятным периодом для развития ловкости и координации у мальчиков является препубертатный период (8-12 лет) (Dick, F. W. *Sports training principles // London: A. & C. Black. 2007. № 5. 400 p.*; *Coordination and balance / K. Tittel, A. Dirix, H. G. Knuttgen [et al.] // The Olympic Book of Sports Medicine, Oxford: Blackwell Scientific. 1991. № 1. P. 194–211*). В этот период уровень нервной системы уже достаточно развит для эффективной познавательной деятельности и оптимальной регуляции движений, однако тренировочный процесс будет успешным в том случае, если разнообразию и качеству двигательных действий уделяют внимание в большей мере, чем скоростным проявлениям (Jeffreys, I. *A task based approach to developing reactive agility // Strength and Conditioning Journal. 2011. № 33. P. 52–59*). В период пубертата резко увеличивается длина тела, что негативно влияет на уровень проявления и развития этих качеств (Balyi, I. *Long-term athlete development / I. Balyi, R.*

Way, C. Higgs. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2013. 286 p.; Plisk, S.S. *Speed, Agility, and Speed-Endurance Development* / S. S. Plisk, T. R. Baechle, R. W. Earle / *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL // *Human Kinetics*. 2008. № 3. P. 457–485). В постпубертатный период создаются условия для повышения уровня координационных способностей применительно к конкретному виду спорта.

Лыжное двоеборье – вид спорта, требующий одновременно аэробной выносливости (в лыжной гонке), высокого уровня координационных способностей, а также взрывной силы и гибкости, необходимых для успешности прыжков с трамплина. Для достижения высокого уровня тренированности спортсмена необходим сбалансированный разносторонний подход к развитию всех физических качеств с акцентом на специальные двигательные способности двоеборцев (Курамин, Ю. Ф. *Спортивная рекордология: теория, методология, практика : монография* / Ю. Ф. Курамин. Москва : Советский спорт, 2005. 408 с. ISBN 5-9718-0032-9). Для достижения высоких результатов во взрослом возрасте необходимо грамотно сочетать развитие двигательных способностей на предыдущих этапах подготовки, учитывая особенности каждого возрастного периода.

В пубертатном периоде происходит резкое увеличение выработки мужского полового гормона – тестостерона, что вызывает усиление биосинтеза сократительных белков скелетных мышц и лежит в основе развития силовых качеств (*Child neurodevelopment and sport participation* / D. P. Patel, H. D. Pratt, D. E. Greydanus [et al.] // *Sports Medicine McGraw, Hill Companies*. 2009. № 1. P. 2–45). В течение пубертатного периода у мальчиков отмечается увеличение объема мышечной массы с 27 до 40% массы тела (Israel, S. *Age-related changes in strength in special groups // Strength and power in sport*, Oxford: Blackwell Sci. 1992. № 1. P. 319–328). По силовым возможностям в подростковом возрасте мальчики начинают значительно превосходить девочек.

Наибольший прирост силы отмечается в возрасте 14-17 лет, но, по мнению некоторых авторов, в этот период планировать интенсивное развитие силовых качеств нельзя. К значительным силовым нагрузкам не готов нервно-мышечный

аппарат, также они могут привести к травмам зон окостенения и развитию остеохондроза. Двигательные координации у подростков ухудшаются, но несмотря на это, для развития силовых способностей применяют упражнения, способствующие повышению мышечной массы, тренировке двигательных единиц, совершенствованию межмышечной координации.

В лыжном двоеборье крайне важны высокий уровень координационных способностей, умение управлять своим телом на высокой скорости и в безопорном положении, точность воспроизведения движения в пространстве и времени, контроль действий при решении сложных двигательных задач.

Разносторонность координационной подготовки в процессе возрастного развития должна сочетаться с изменением ее преимущественной направленности. В пубертатном периоде происходит резкое изменение телосложения из-за различных темпов роста тела и конечностей, что может привести к нарушениям координации, снижению пространственного анализа, проблемам в освоении новых движений (*Холодов, Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта : учебное пособие для студентов высших учебных заведений физической культуры / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – 2-е изд.. Москва : Академия, 2003. 479 с. ISBN 5-7695-0853-1*). Исследования антропометрических показателей лыжников-двоеборцев 14-16 лет показали, что изменение размеров тела лыжников-двоеборцев на различных этапах спортивной подготовки происходит неравномерно. Наибольшие достоверные величины прироста антропометрических показателей наблюдаются у лыжников-двоеборцев 13-16 лет, занимающихся на тренировочном этапе более двух лет в следующих показателях: рост (прирост – 11,4%), обхват шеи (11,8%), обхват груди (17,2%), обхват талии (11,5%), обхват таза (14,4%), длина рук (15,1%), обхват запястья (12,3%), обхват бедра (12,9%), длина ног (10,3%) ($p < 0,05$) (*Зебзеев, В. В. Педагогический контроль морфологических показателей лыжников-двоеборцев различных этапов многолетней спортивной подготовки / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович // Наука и спорт: современные тенденции. 2018. № 2 (19). С. 51–57*). Именно в возрасте 13-16 лет

подготовка двоеборцев направлена на адаптацию накопленного в прежние годы двигательного опыта к изменяющемуся телосложению. И это необходимо делать несмотря на то, что пубертатный период не отличается предрасположенностью детей к скоростной и координационной работе (Бернштейн, Н. А. *Избранные труды по биомеханике и кибернетике* / Н. А. Бернштейн. Москва : СпортАкадемПресс, 2001. 296 с.). Наиболее перспективным направлением технической подготовки спортсменов, позволяющим открыть практически неисчерпаемые резервы управления двигательной функцией человека, является совершенствование механизмов координационных способностей (Лекция профессора Б. Йоста. – Ч.1. : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 10.08.2020)).

Хорошая подвижность в суставах – необходимое условие правильного выполнения прыжка на лыжах с трамплина, поэтому необходимо развивать и поддерживать её в течение всей многолетней подготовки.

Заключение по первой главе

Проведенный анализ научной и методической литературы по проблемам техники прыжка на лыжах с трамплина и технической подготовки лыжников-двоеборцев позволил определить современные тенденции развития вида спорта, особенности выполнения основных фаз прыжка и пути их оптимизации. Постоянная модернизация прыжкового инвентаря и методики спортивной подготовки, систематичное проведение научных исследований, направленных на повышение качества прыжка и четкий контроль соблюдения правил соревнований со стороны FIS сделали прыжки на лыжах с трамплина активно развивающимся видом спорта. Высокая разносторонняя конкуренция на уровне международных соревнований обязывает национальные команды соответствовать всем новшествам.

Выполнение прыжковой части программы у лыжников-двоеборцев, как

самостоятельной олимпийской спортивной дисциплины, имеет свои особенности по сравнению с лыжниками-прыгунами, однако большинство исследований техники прыжка на лыжах с трамплина осуществлялось с участием лыжников-прыгунов, объем исследований, посвященных лыжникам-двоеборцам незначителен (*Модель оптимизации техники отталкивания высококвалифицированных спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина на основе биомеханического анализа / М.В. Баринов, В.А. Ветров, О.С. Зданович, В.В. Зебзеев ; Чайковская государственная академия физической культуры и спорта // Теория и практика физической культуры. 2021. № 10. С. 25–26; Лекция профессора Б. Йоста. – Ч.1. : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 10.08.2020)). В нашей стране большинство исследователей опираются на модельные показатели техники прыжка на лыжах с трамплина, определенные в 2013 году.*

Проведенный анализ литературных источников по теме техники прыжка на лыжах с трамплина позволил определить современные тенденции выполнения основных фаз прыжка и пути их оптимизации:

- оптимальная позиция спортсмена на разгоне и ведение лыж в лыжне позволяют набрать максимально возможную скорость;
- активное положение спортсмена при отталкивании и высокая скорость отталкивания позволяют быстро достичь аэродинамически выгодного положения уже в начале полета;
- скорейшее достижение аэродинамически выгодного положения системы «лыжник-лыжи» и сохранение его на протяжении всего полета;
- оптимизация техники прыжка с учетом антропометрических особенностей спортсмена и современного инвентаря;
- оптимальный подход к горе приземления и выполнение технического элемента разножки в соответствии с правилами судейства техники;
- улучшение эстетического качества всего прыжка как возможность повышения судейских баллов за технику.

Необходимо проведение специальных исследований прыжков на лыжах с

трамплина лыжников-двоеборцев для уточнения кинематических и динамических характеристик техники фаз разгона, отталкивания и полета.

Усложняющиеся условия соревновательной деятельности лыжников-двоеборцев 13-16 лет – увеличение мощности трамплинов до К-95, проведение юношеских соревнований на международном уровне, прогрессивное развитие прыжкового инвентаря и правил соревнований – обуславливают повышенные требования к технической и координационной подготовке, необходимые для эффективной реализации двигательных действий и проявления физических качеств в изменяющихся условиях. Естественное снижение координационных способностей в пубертатном периоде требует особого внимания к технической подготовке спортсменов 13-16 лет, повышения эффективности тренировочных средств и методов.

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Методы исследования

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследований:

- 1) анализ научно-методической литературы, нормативных документов, спортивной документации
- 2) педагогические наблюдения
- 3) видеоанализ техники прыжка на лыжах с трамплина;
- 4) опрос (анкетирование);
- 5) педагогическое проектирование;
- 6) педагогический эксперимент
- 7) педагогические тестирования;
- 8) метод экспертной оценки;
- 9) методы математической статистики.

2.1.1 Анализ научно-методической литературы, нормативных документов, спортивной документации

Изучение отечественной и иностранной научной и методической литературы проводилось с целью выявления современных тенденций в технике прыжков на лыжах с трамплина, обобщения применяемых средств, методов и подходов к осуществлению технической подготовки в лыжном двоеборье, определения направлений педагогических исследований и экспериментов. Исследование проблемы технической подготовки юных лыжников-двоеборцев позволило установить, что предлагаемые средства и методы тренировки недостаточны и в целом используются без учета современных тенденций техники прыжков на лыжах с трамплина.

Изучение протоколов соревнований международного и всероссийского

уровня позволило получить данные о существующих резервах совершенствования техники прыжка с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет, определить направления совершенствования методики технической подготовки, оценить динамику спортивных результатов спортсменов контрольной и экспериментальной групп в процессе педагогического эксперимента.

Анализ документации тренировочного процесса – спортивных дневников, документов планирования и контроля в тренировочных группах – осуществлялся для контроля выполненных нагрузок юными лыжниками-двоеборцами 13-16 лет.

Анализ нормативно-правовых документов, программ спортивной подготовки, предпрофессиональных и профессиональных программ по прыжкам на лыжах с трамплина позволил определить основные цели и задачи подготовки юных лыжников-двоеборцев 13-16 лет, требования к технической подготовленности, соотношения средств подготовки различной направленности.

По проблеме исследования проанализировано 199 литературных источников, из них 83 отечественных и 116 зарубежных.

2.1.2 Педагогические наблюдения

Для исследования тренировочной и соревновательной деятельности в течение 2019-2021 гг. осуществлялось педагогическое наблюдение за лыжниками-двоеборцами 13-16 лет. Объектом наблюдения являлась техническая прыжковая подготовка лыжников-двоеборцев 13-16 лет в процессе тренировок и соревнований. Педагогические наблюдения проводились с целью получения информации о применяемых средствах и методах технической подготовки, качественной оценки исполнения специально-подготовительных и специально-подводящих упражнений, методических подходах к осуществлению технической подготовки, контроля за выполнением предложенных нагрузок.

2.1.3 Видеоанализ техники прыжка на лыжах с трамплина

Биомеханический анализ техники прыжков на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев осуществлялся для определения модельных характеристик техники, оценки биомеханического соответствия имитационных упражнений соревновательному и оценки прыжковой технической подготовленности лыжников-двоеборцев. Видеосъемка проводилась с использованием шести цифровых камер Sony HDR-CX 730 EV, Sony HDR-CX 700 E, Sony HDR550E с частотой съемки 50 к/с.

При видеосъемке прыжков на лыжах с трамплина четыре видеокамеры выравнивались по уровню горизонта и устанавливались стационарно на расстоянии 15-20 м от линии движения спортсменов, под прямым углом к ней напротив следующих точек:

- начало стола отрыва (после R1),
- край стола отрыва,
- 15 метров горы приземления,
- 65 метров горы приземления.

Таким образом регистрировалось выполнение спортсменами основных фаз прыжка в профильном ракурсе для последующего биомеханического анализа. Также видеосъемка на одну камеру осуществлялась с верхней площадки эстакады разгона трамплина (в спину спортсменам) для определения симметричности позиции разгона, выполнения отталкивания и полета. Для подробного рассмотрения выполнения фазы приземления и выката со срединной части горы приземления проводилась видеосъемка прыжка с «проводкой».

Обработка и расчет кинематических параметров техники прыжка на лыжах с трамплина у юных лыжников-двоеборцев выполнялись при помощи специализированного программного обеспечения Dartfish Pro Suite 9.0.

Видеоанализ техники прыжка на лыжах с трамплина включал:

- расчет величин суставных углов в фазах разгона, отталкивания, формирования полета и полета;

- создание кинограмм техники в фазах разгона, отталкивания, формирования полета, полета и приземления;

- создание презентаций и показ видеоматериалов спортсменам и тренерам;

- наложение видеозаписей и изображений с целью сравнительного анализа.

Контроль технической подготовленности лыжников-двоеборцев осуществлялся по значениям угловых показателей в основных фазах прыжка (при разгоне, отталкивании от стола отрыва, положении полета) и экспертным судейским оценкам за технику.

Прыжковая техническая подготовленность двоеборцев оценивалась по угловым характеристикам в следующих фазах прыжка на лыжах с трамплина: разгон (углы α_g , β_k , ϕ_t), окончание контактного отталкивания в момент нахождения спортсмена на краю стола отрыва (углы α_g , β_k , ϕ_t , ω), начало полета на расстоянии 15 м от стола отрыва (угол α_h , γ , ϕ_h , λ_h , Θ , V_h , аэродинамический коэффициент полета АК, единицы измерения – величина индекса), полет в средней его части на 65 м (углы α_h , γ , ϕ_h , λ_h , Θ , V_h , АК). Использовалась экспертная судейская оценка техники выполнения спортсменами разгона, отталкивания от стола отрыва и полета на предмет симметричности, а также приземления – в соответствии с правилами соревнований.

Условные обозначения основных измеряемых углов:

а) в стойке разгона: α_g – угол наклона голени, образованный пересечением линий, проходящих через центры коленного и голеностопного суставов и плоскость горы разгона; β_k – угол в коленном суставе, образованный пересечением линий бедра и голени; ϕ_t – угол наклона туловища, образован пересечением линий, проходящих через плечевой и тазобедренный суставы и плоскость горы разгона;

б) при окончании контактного отталкивания: α_g – угол наклона голени, образованный пересечением линий, проходящих через центры коленного и голеностопного суставов и плоскость стола отрыва; β_k – угол разгибания в коленных суставах, образованный пересечением линий бедра и голени; ϕ_t – угол

наклона туловища, образованный пересечением линий, проходящих через плечевой и тазобедренный суставы и плоскость стола отрыва; ω – «угол отталкивания», образованный пересечением линий, проходящих через тазобедренный и голеностопный суставы и плоскость стола отрыва;

в) в положении полета: α_h – угол наклона лыж, образованный пересечением линий, проходящих через плоскости лыжи и линию горизонта; γ – угол разгибания в тазобедренном суставе, образованный пересечением линий, проходящих через туловище и ноги; ϕ_h – угол наклона туловища, образованный пересечением линий, проходящих через плечевой и тазобедренный суставы и линией горизонта; λ_h – угол наклона ног, образованный пересечением линий, проходящих через тазобедренный и голеностопный суставы и линией горизонта; Θ – угол, образованный пересечением линий, проходящих через тазобедренный и голеностопный суставы, и линией лыж; V_h – угол, образованный пересечением линий, проходящих через плечевой и голеностопный суставы, и линией горизонта

Для оценки качества аэродинамического положения системы «лыжник-лыжи» была использована величина аэродинамического коэффициента (АК) (или аэродинамического индекса полета) – $AI = \Delta X / \Delta Y$: где ΔX – длина системы «лыжник-лыжи» (расстояние от передней точки тела спортсмена или лыж до концов лыж) по оси координат X ; ΔY – высота системы «лыжник-лыжи» (от нижней точки лыж до верхней точки тела спортсмена) по оси координат Y (*Vodicar, J. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. (Техника прыжков на лыжах с трамплина) / J. Vodicar, B. Jošt : [caim]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 16.02.2019))*).

Наиболее перспективной считается позиция, при которой лыжник создает благоприятные условия для воздействия «подъемных» сил воздуха с наименьшими потерями от лобового сопротивления. При таком исполнении полетной фазы прыжка величина АК у лучших прыгунов достигает значения

$AK=0,17\pm 0,22$ и напрямую влияет на дальность полета спортсмена с увеличением мощности трамплина. Показатель АК подразделяется на высокий (0,17-0,22), средний (0,23-0,27) и низкий (0,28-0,35) уровни, отражающие аэродинамические качества положения спортсмена в полете (*Лекция профессора Б. Йоста. – Ч.1. : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 10.08.2020)*).

2.1.4 Опрос (анкетирование)

Для исследования применяемых в нашей стране средств и методов технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина было проведено анкетирование тренеров по лыжному двоеборью 15 команд из десяти регионов России. Тренерам предлагалось ответить на вопросы о применяемых средствах совершенствования техники элементов прыжка на лыжах с трамплина и режимах их выполнения, показателях тренировочного процесса лыжников-двоеборцев в годичном цикле подготовки.

2.1.5 Педагогическое проектирование

На основе анализа российских и зарубежных научных публикаций, методических материалов и программных документов, изучения применяемых средств и методов технической подготовки в практике лыжного двоеборья в нашей стране, оценки уровня технической подготовленности юных лыжников-двоеборцев были определены проблемы в существующих методиках технической подготовки, сформированы требования к методике, определены наиболее эффективные средства и методы и разработана методика технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению.

2.1.6 Педагогический эксперимент

Педагогический эксперимент проводился в группах лыжников-двоеборцев 13-16 лет из Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Пермского края. В ходе педагогического эксперимента была разработана и опробована методика технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению. Всего в эксперименте участвовало 22 спортсмена: средний возраст – $14,86 \pm 1,13$ лет; средний рост – $159,30 \pm 12,82$; средняя масса тела – $48,79 \pm 13,75$ кг; квалификация – 4 КМС; 6 – I взрослый разряд, 8 – II взрослый, 4 – III взрослый.

Эффективность разработанной методики технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет определялась динамикой уровня технической подготовленности спортсменов экспериментальной и контрольной групп.

2.1.7 Педагогические тестирования

Педагогические контрольные тестирования использовались с целью определения уровня технической прыжковой подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет и оценки эффективности предложенной методики. В тестированиях, проводившихся с 2019 по 2021 гг. на комплексе трамплинов СПб ГБУ СШОР «ШВСМ по ЗВС» (Ленинградская обл., пос. Кавголово), лабораториях ФГБУ СПбНИИФК, спортивных объектах ФЦП по ЗВС «Снежинка» им.А.А.Данилова (г. Чайковский), комплексе трамплинов ГАУ СО СШОР «Аист» (г. Нижний Тагил), определялись биомеханические показатели техники фаз прыжка с трамплина. Оценка технической подготовленности лыжников-двоеборцев осуществлялась путем сравнения угловых характеристик фаз разгона, отталкивания и полета с модельными величинами. Симметричность положения спортсмена во фронтальной плоскости и качество выполнения приземления оценивались визуально и при помощи анализа экспертных судейских оценок. Процедура проведения педагогических контрольных

испытаний соответствовала традиционным методическим рекомендациям.

2.1.8 Метод экспертных оценок

Метод экспертных оценок применялся для определения качества выполнения спортсменами четырех основных фаз прыжка – разгона, отталкивания от стола отрыва, полета и приземления. В первых трех фазах экспертами оценивалась взаимная симметрия частей тела, ведение лыж в лыжне при разгоне и их симметричность в полете, а при приземлении – гармоничный переход от полета к движению по горе приземления с демонстрацией технического элемента – разножка (телемарк).

Состав экспертов (7 судей) был сформирован из числа судей по технике (по виду спорта прыжки на лыжах с трамплина и лыжное двоеборье), имеющих 1 судейскую категорию и выше (всероссийская, международная).

Эксперты просматривали видеозаписи исполнения спортсменами конкретных фаз прыжка на лыжах с трамплина, определяли допущенные технические недочеты и фиксировали их в специально разработанном протоколе (приложение А, таблицы А7, А8, А15-28), как число ошибок с кратким перечнем.

По результатам экспертных оценок с помощью коэффициента конкордации Кендалла (W) был проведен анализ согласованности мнений экспертов, который варьировался в диапазоне от 0,496 до 0,760, то есть соответствовал умеренному и высокому уровню согласованности мнений.

2.1.9 Методы математической статистики

Обработка данных проводилась с использованием программ Excel, StatPlus и RStudio. Первичная обработка данных состояла из нахождения среднего значения (X) и стандартного отклонения (σ) по группам. Проверку исследуемых данных на подчинение закону нормального распределения проводили при помощи критерия Шапиро-Уилка (применяется для выборок объемом больше 5 и меньше 50). Достоверность межгрупповых различий до и после эксперимента

определялась по критерию Манна-Уитни. Критерий Манна-Уитни – это статистический непараметрический критерий, который используется для сравнения двух независимых выборок по уровню какого-либо количественно измеренного признака. В основе метода лежит определение того, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между ранжированным рядом значений параметра в первой и второй выборке. Критическое значение уровня значимости принималось равным 5%. При меньшем значении критерия ($p < 0,05$) вероятность различий между значениями параметра более достоверна.

Для определения различий между связанными выборками в динамике использовался критерий Уилкоксона. Сопоставлялись показатели техники и экспертные оценки, полученные до и после эксперимента в одной и той же выборке испытуемых (контрольной и экспериментальной группах). Критерий Уилкоксона позволяет установить не только направленность изменений, но и их выраженность. При меньшем значении критерия ($p < 0,05$) вероятность различий между значениями параметра считалась более значимой.

2.2 Организация исследования

Диссертационное исследование проводилось в четыре этапа с 2017 по 2021 годы.

На первом этапе (январь 2017 г. – январь 2019 г.) проводился анализ научной и методической литературы с целью выявления современных тенденций в технике прыжков на лыжах с трамплина, особенностей технической подготовки в нашей стране и за рубежом, уточнения направлений исследования. Параллельно осуществлялись педагогические наблюдения в группах лыжников-двоеборцев, занимающихся на тренировочном этапе и этапе спортивного совершенствования: в контрольной группе – КГБУ СШОР «Старт» (Пермский край), МАУ СШОР «Летающий лыжник» (Пермский край), ГАУ СО СШОР «Уктусские горы» (Свердловская область); экспериментальной группе – в ГБУ

СШОР по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Выборгского района (Санкт-Петербург), ГБУ «НО СШОР по прыжкам на лыжах и лыжному двоеборью» (Новгородская область), МБУ «СШОР им.А.В.Звягинцева» (Республика Татарстан).

На втором этапе (февраль 2019 г. – март 2020 г.) были произведены комплексные видеосъемки прыжков на лыжах с трамплина сильнейших лыжников-двоеборцев России и мира, выявлены особенности современной техники, определены модельные показатели угловых характеристик в фазах разгона, отталкивания, формирования полета и полета. На этом же этапе исследований было проведено анкетирование тренеров России по лыжному двоеборью, позволившее определить средства и методы технической подготовки, применяемые в практике, проведена оценка технической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет, произведен анализ имитационных упражнений и определение их биомеханического соответствия соревновательному двигательному действию. Основываясь на полученных данных, была разработана методика технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению.

На третьем этапе (апрель 2020 г. – апрель 2021 г.) был осуществлен педагогический эксперимент, в рамках которого проведена апробация разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению.

На четвертом этапе (май 2021 г. – январь 2022 г.) осуществлялись статистическая обработка данных педагогического эксперимента, анализ и интерпретация полученных результатов исследований, оформление диссертации.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЙКИ РАЗГОНА, ОТТАЛКИВАНИЯ НА СТОЛЕ ОТРЫВА И ПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЕТА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ

Для разработки модельных характеристик суставных углов и угловых скоростей разгибания основных двигательных звеньев были произведены видеосъемки прыжков на лыжах с трамплина сильнейших лыжников-двоеборцев. Расчет модельных показателей проводился на основе измерения индивидуальных кинематических и динамических характеристик и визуального анализа техники десяти сильнейших лыжников-двоеборцев по итогам прыжковой программы в каждом соревновании.

3.1 Модельные характеристики стойки разгона в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

На международных соревнованиях Финал Континентального кубка 2019 года по лыжному двоеборью было проведено исследование с целью определения угловых параметров десяти сильнейших лыжников-двоеборцев по итогам прыжковой программы в основных фазах прыжка.

Как видно из Таблицы 1, в стойке разгона средние значения угловых показателей равны: в голеностопном суставе – 55° (вариативность в группе – $49,8-61,2^{\circ}$), в коленном – $77,5^{\circ}$ (вариативность в группе – $68,4-86^{\circ}$), в положении туловища по отношению к линии горизонта – $13,6^{\circ}$ (вариативность в группе – $8,6-21^{\circ}$). Несмотря на широкую вариативность угловых значений в группе лидеров, оптимальными или модельными для позиции стойки разгона можно определить следующие угловые диапазоны: наклон голени – $50-55^{\circ}$, коленного сустава – $70-75^{\circ}$, туловища – $10-15^{\circ}$, как наиболее выгодные в отношении аэродинамики (меньшего лобового сопротивления) и поступательной активности при отталкивании.

Таблица 1 – Показатели угловых характеристик лыжников-двоеборцев в стойке разгона (Континентальный кубок, Нижний Тагил, Россия, 08.03.2019, трамплин К-90, зачетная попытка), град.

Место в попытке	Спортсмен	Страна	Величины суставных углов		
			φт	αг	βк
1	С-к С.	Норвегия	14,6	52,2	71,2
2	Н-д Л.	Норвегия	18,0	55,0	77,0
3	Л-т Л.	Германия	12,7	52,0	68,4
4	С-т Л.	Норвегия	13,8	52,4	74,0
5	Д-а Х.	Япония	21,0	58,9	85,5
6	М-х Д.	Германия	8,6	49,8	75,0
7	Я-н Э.	Россия	9,2	61,2	86,0
8	В-е Д.	Германия	10,0	56,0	79,0
10	Т-а Д.	Япония	16,5	56,2	77,4
Средние значения, $X \pm \sigma$			$13,8 \pm 4,2$	$54,9 \pm 3,6$	$77,1 \pm 5,9$

3.2 Модельные характеристики фазы отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

Проведенные на финале Континентального кубка по лыжному двоеборью зимнего сезона 2018-2019 гг. исследования позволили определить угловые показатели и угловые скорости разгибания в фазе отталкивания от стола отрыва у группы спортсменов, являющихся лидерами в прыжковой программе соревнований.

Определены следующие средние значения угловых характеристик в момент окончания отталкивания: наклон туловища – $33,3^\circ$, наклон голени – $66,4^\circ$, угол в коленном суставе – $137,3^\circ$, угол отталкивания – $86,4^\circ$. За модельные показатели данной фазы прыжка лыжников-двоеборцев в настоящее время можно принять следующие угловые диапазоны – угол положения туловища $30-35^\circ$, наклона голени $60-65^\circ$, угол в коленном суставе 130° и более, угол отталкивания $83-88^\circ$. Результаты биомеханического анализа контактной фазы отталкивания у сильнейших лыжников-двоеборцев подтвердили направление развития современных тенденций в технике исполнения прыжка (Таблица 2).

Таблица 2 – Показатели угловых характеристик лыжников-двоеборцев в фазе отталкивания от стола отрыва (Континентальный кубок, Нижний Тагил, Россия, 08.03.2019, трамплин К-90, зачетная попытка), град.

Место в попытке	Спортсмен	Страна	Величины суставных углов			
			фг	аг	βк	ω
1	С-к С.	Норвегия	30,9	64,6	130,9	87,9
2	Н-д Л.	Норвегия	35,4	66,6	144,5	84,8
3	Л-т Л.	Германия	31,8	70,0	139,7	88,9
4	С-т Л.	Норвегия	38,4	61,4	132,4	83,0
5	Д-а Х.	Япония	33,7	64,3	129,8	87,9
6	М-х Д.	Германия	29,4	63,9	143,8	78,7
7	Я-н Э.	Россия	33,3	67,2	134,7	87,8
8	В-е Д.	Германия	33,4	64,7	136,0	86,4
10	Т-а Д.	Япония	35,9	66,2	134,4	87,8
Средние значения, $X \pm \sigma$			$33,6 \pm 2,7$	$65,4 \pm 2,4$	$136,2 \pm 5,3$	$85,9 \pm 3,3$

Для анализа динамического компонента отталкивания двоеборцев от стола отрыва на основе проведенной видеосъемки и последующего видеоанализа были определены угловые скорости, развиваемые в основных звеньях тела на протяжении всей фазы отталкивания. Это позволило проследить внешние показатели проявления приложенной спортсменом силы к столу отрыва во время отталкивания при отсутствии тензометрической платформы. Результаты измерений позволяют определить, как максимальные значения, так и долю участия голеностопного, коленного и тазобедренного суставов на протяжении всего отталкивания, то есть определить активность разгибания в ходе движения от стойки разгона к началу полета, а также их взаимную согласованность. Для этого была принята условная величина – суммарная скорость разгибания, полученная путем сложения показателей угловых скоростей на каждом метре от нулевой точки (край стола отрыва) до 7 вышележащих метров (всего 8 значений). На основании полученных данных был проведен сравнительный анализ динамических характеристик у лидеров соревнований и сильнейших российских спортсменов (Таблица 3).

Таблица 3 – Угловые скорости в основных суставных звеньях лыжников-двоеборцев при отталкивании от стола отрыва (Континентальный кубок, Нижний Тагил, Россия, 08.03.2019, зачетная попытка), рад/с

Место в попытке	Максимальное значение			Суммарная скорость разгибания		
	голеностопный сустав	коленный сустав	тазобедренный сустав	голеностопный сустав	коленный сустав	тазобедренный сустав
1	0,43	4,55	5,25	2,34	28,86	32,84
2	0,76	4,53	4,89	4,94	27,66	30,53
3	0,87	4,48	4,63	5,07	27,76	27,55
4	0,73	4,47	5,08	3,39	24,46	31,36
5	0,91	4,4	5,02	4,95	29,26	31,29
6	0,68	4,48	5,55	4,74	26,89	36,45
7	0,58	4,36	5,36	1,71	23,97	32,99
8	0,97	3,99	4,88	2,71	24,96	32,91
10	0,71	4,78	5,77	3,43	31,1	38,08
Средние значения, $\bar{X} \pm \sigma$	0,74 \pm 0,17	4,45 \pm 0,21	5,16 \pm 0,36	3,70 \pm 1,28	27,21 \pm 2,39	32,67 \pm 3,13

Детально рассмотрим показатели сильнейших спортсменов. Среднее значение угловой скорости разгибания ног в голеностопных суставах составило 0,72 рад/с (вариативность в группе от 0,43 до 0,97 рад/с) в своих верхних значениях (по мере приближения к краю стола отрыва) и 3,62 рад/с (1,7-5,1 рад/с) в сумме соответственно. Повышение данных величин, то есть быстрое «открытие» голени, свидетельствовало бы о снижении поступательного движения и, как следствие, сокращения переноса ОЦТ вперед. Итоговый акцент отталкивания сместился бы больше в направлении вверх, что противоречит современным тенденциям в контактной фазе отталкивания.

Среднее значение угловой скорости разгибания в коленном суставе составило 4,5 рад/с (вариативность в группе 4-4,8 рад/с) к завершению отталкивания и имеет значение 27,7 рад/с (24-32 рад/с) в суммарном измерении. Спортсмены, выполняющие отталкивание из относительно низкой, глубокой стойки разгона демонстрируют максимальные пиковые значения угловой скорости как на краю стола отрыва, так и на протяжении отталкивания, относительно раньше достигают высоких показателей разгибания, что

отражается на высоких значениях суммарной скорости разгибания. Все это обеспечивает высокую скорость взлета. Непременным условием возможности выполнения данного технического варианта является способность лыжника-двоеборца проявить высокие показатели силы из положения низкой стойки разгона и поддерживать их на протяжении отталкивания. Наглядным примером успешного применения такой техники могут служить спортсмены С-к С. (Норвегия) и Т-а Д. (Япония).

Средняя величина скорости разгибания в тазобедренном суставе у лидеров составила 5,1 рад/с (вариативность в группе 4,6-5,77 рад/с), а в суммарном измерении – 32,8 рад/с (27,6-34 рад/с). Более высокое положение туловища при отталкивании позволяет обеспечить достаточную устойчивость в воздухе с сохранением оптимального крутящего момента.

3.3 Модельные характеристики техники в период формирования полета в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

Измерение полетного положения сегментов тела и лыж на 15 метрах полета у сильнейших лыжников-двоеборцев было выполнено на финальных соревнованиях Континентального кубка зимнего сезона 2018-2019 гг. Результаты проведенных биомеханических измерений техники спортсменов в период формирования полета (бесконтактной фазе отталкивания) отразили современные тенденции в данной части прыжка на лыжах с трамплина.

Среднее значение угла наклона туловища (все по отношению к линии горизонта) составило 25° (вариация в группе $19-30^\circ$), ног – 51° ($41-60^\circ$), лыж – $12,8^\circ$ ($2-16,7^\circ$), угла в тазобедренном суставе – $154,7^\circ$ ($149-161,5^\circ$) и величины аэродинамического коэффициента (АК) – 0,55 (0,47-0,63).

Модельными угловыми показателями для формирования полета приняты следующие величины: угол наклона туловища – $20-25^\circ$, наклон ног – $40-50^\circ$, лыж – $2-12^\circ$, угол между линией ног и лыжами – $\leq 37^\circ$, угол между общей линией тела

и линией горизонта - $\leq 42^\circ$, угол в тазобедренном суставе – 150-160°, величина АК – 0,55 и менее (Таблица 4).

Таблица 4 – Показатели угловых характеристик лыжников-двоеборцев при формировании полета 15 метров (0,5 с) (Континентальный кубок, Нижний Тагил, Россия, 08.03.2019, трамплин К-90, 1-я зачетная попытка), град.

Место в попытке	Спортсмен (страна)	Величины суставных углов						АК
		ϕ_h	λ_h	α_h	γ	B_h	Θ	
1	С-к С. (Норвегия)	22,1	52,2	8,5	150,0	41,8	43,7	0,47
2	Н-д Л. (Норвегия)	21,5	41,8	10,2	160,4	34,3	31,6	0,51
3	Л-т Л. (Германия)	22,7	54,0	21,1	149,2	44,0	33,8	0,62
4	С-т Л. (Норвегия)	26,7	50,2	12,7	157,9	42,9	37,5	0,53
5	Д-а Х. (Япония)	30,0	50,6	11,9	157	51,8	38,7	0,59
6	М-х Д. (Германия)	19,1	53,2	15,2	149,6	39,1	38,0	0,49
7	Я-н Э. (Россия)	27,8	52,2	16,2	155,1	43,2	36,0	0,59
8	В-е Д. (Германия)	28,0	59,8	15,5	149,7	47,9	44,3	0,63
10	Т-а Д. (Япония)	28,3	48,1	16,7	161,4	41,1	31,4	0,60
10	К-а К. (Япония)	23,1	48,0	2,3	156,8	38,1	45,7	0,47
10	С-а Г. (Япония)	21,8	41,0	12,0	161,5	37,6	28,9	0,52
Средние значения, $X \pm \sigma$		24,6 $\pm 3,6$	50,1 $\pm 5,4$	12,9 $\pm 5,1$	155,3 $\pm 4,9$	42,0 $\pm 4,8$	37,2 $\pm 5,6$	0,55 $\pm 0,06$

Расчетное значение аэродинамического индекса может считаться итоговым показателем аэродинамического качества полета на каждой конкретной его точке. Для периода формирования полета и начальной части полета (20-40 м) этот показатель также актуален и отражает способность спортсмена к быстрому и технически эффективному принятию полетного положения.

3.4 Модельные характеристики фазы полета в прыжке на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

Величина аэродинамического коэффициента (аэродинамического индекса полета) определяется как отношение горизонтальной площади системы «лыжник-лыжи» к вертикальной площади, занимаемой спортсменом, напрямую

определяющей величину встречного лобового сопротивления. Согласно современным данным, наиболее рациональной считается позиция, при которой спортсмен создает наилучшие условия для воздействия воздушных подъемных сил с наименьшими потерями от лобового сопротивления. Другими словами, спортсмен, максимально распрямившись, занимает горизонтальное положение, при этом лыжи находятся практически в одной плоскости с телом. При таком выполнении полетной фазы прыжка величина аэродинамического коэффициента (АК) у лучших прыгунов достигает значения $AK=0,17\pm 0,22$ и напрямую влияет на дальность полета спортсмена, особенно при увеличении мощности трамплина. Показатель АК в середине полета у лыжников-прыгунов подразделяется на высокий (0,17-0,22), средний (0,23-0,27) и низкий (0,28-0,35) уровни, отражающие аэродинамические качества положения спортсмена в воздухе (*Vodicar, J. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. (Техника прыжков на лыжах с трамплина) / J. Vodicar, B. Jošt : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 16.02.2019).*

Измерение положения сегментов тела и лыж на 60 метрах полета у сильнейших лыжников-двоеборцев было проведено на финальных соревнованиях Континентального кубка зимнего сезона 2018-2019 гг.

Среднее значение углового показателя составило: угла наклона туловища – $6,2^\circ$ (вариация в группе $0-13,3^\circ$), ног – $25,3^\circ$ ($15-42^\circ$), лыж – $2,8^\circ$ ($-3,4-10^\circ$), угла в тазобедренном суставе – $161,6^\circ$ ($151,8-171^\circ$), угла между линией ног и осью лыж – $25,5^\circ$ ($15,3-37^\circ$), среднее значение АК – 0,3 (Таблица 5).

Модельными угловыми величинами для положения полета высококвалифицированных лыжников-двоеборцев можно считать значения, соответствующие среднему уровню $AK=0,23-0,27$. Однако, принимая во внимание, что юные лыжники-двоеборцы 13-16 лет по объективным причинам еще не имеют соответствующей спортивной квалификации и в своем большинстве только осваивают трамплины большой мощности, модельной

величиной АК для них может выступать среднее значение АК в группе лидеров высококвалифицированных лыжников-двоеборцев, равное или меньшее 0,3 ($AK \leq 0.3$).

Таблица 5 – Показатели угловых характеристик лыжников-двоеборцев в основной части полета, 60 метров (Континентальный кубок, Нижний Тагил, Россия, 08.03.2019, трамплин К-90, зачетная попытка), град.

Место в попытке	Спортсмен (страна)	Величины суставных углов						АК
		ϕ_h	λ_h	α_h	γ	B_h	Θ	
1	С-к С. (Норвегия)	7,5	23,0	2,9	165,2	19,0	25,1	0,28
2	Н-д Л. (Норвегия)	0,0	19,3	3,4	162,6	11,7	22,7	0,25
3	Л-т Л. (Германия)	6,1	20,2	2,0	166,3	15,4	18,2	0,26
4	С-т Л. (Норвегия)	6,9	15,3	2,3	171,1	13,6	15,3	0,26
5	Д-а Х. (Япония)	10,2	29,6	0,0	161,4	22,3	29,6	0,33
6	М-х Д. (Германия)	2,5	29,0	2,7	153,6	19,7	26,3	0,30
7	Я-н Э. (Россия)	1,1	19,3	5,1	160,6	15,2	18,2	0,27
8	В-е Д. (Германия)	8,7	20,9	4,3	168,4	16,6	25,2	0,29
9	Т-р Д. (Австрия)	3,9	26,5	3,2	159,8	18,4	29,7	0,30
10	К-а К. (Япония)	13,3	42,2	10,0	151,8	30,0	37,0	0,46
10	С-а Г. (Япония)	8,5	33,0	0,0	156,8	24,9	33,0	0,36
Средние значения, $X \pm \sigma$		6,2 $\pm 4,0$	25,3 $\pm 7,8$	2,8 $\pm 1,8$	161,6 $\pm 6,0$	18,8 $\pm 5,3$	25,5 $\pm 6,7$	0,31 $\pm 0,06$

Модельными показателями в середине полета (на 60 метрах) являются следующие угловые значения: угол наклона туловища – 0-10°, наклон ног – 20-30°, лыж – 0-5°, угол между линией ног и лыжами – $\leq 26^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 19^\circ$, угол в тазобедренном суставе – 155-162°. Превышение величины 162° (в тазобедренном суставе) является аэродинамически оправданным, но трудно достижимым для юных лыжников-двоеборцев. По этой причине оно может считаться как соответствующее модельным показателям.

Заключение по третьей главе

1. Проведенный биомеханический анализ техники прыжков на лыжах с трамплина сильнейших лыжников-двоеборцев позволил усовершенствовать

существующие и разработать новые модельные характеристики, основными из которых являются:

- угловые показатели в стойке разгона: наклон голени – $50-55^\circ$, коленный сустав – $70-75^\circ$, наклон туловища к плоскости стола отрыва – $10-15^\circ$;

- угловые показатели в фазе отталкивания от стола отрыва: наклон голени – $60-65^\circ$, коленный сустав – 130° и более, наклон туловища к плоскости стола отрыва – $30-35^\circ$, угол отталкивания – $83-88^\circ$;

- угловые скорости в фазе отталкивания от стола отрыва: в голеностопном суставе – $0,5-0,85$ рад/с, в коленном – $4,5$ рад/с и более, в тазобедренном суставе – $4,6-5,3$ рад/с;

- угловые показатели (по отношению к линии горизонта) при формировании полета: угол наклона туловища – $20-25^\circ$, наклон ног – $40-50^\circ$, лыж – $2-12^\circ$, угол между линией ног и лыжами – $\leq 37^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 42^\circ$, угол в тазобедренном суставе – $150-160^\circ$, величина АК – $0,55$ и менее;

- угловые показатели на 60 метрах полета (по отношению к линии горизонта): угол наклона туловища – $0-10^\circ$, угол наклона ног – $20-30^\circ$, угол наклона лыж – $0-5^\circ$, угол между линией ног и лыжами – $\leq 26^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 19^\circ$, угол в тазобедренном суставе – $155-162^\circ$, величина АК $\leq 0,3$.

2. Техника прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев развивается в соответствии с современными тенденциями выполнения основных фаз прыжка, обусловленными постоянной модернизацией прыжкового инвентаря и методики спортивной подготовки, поиском аэродинамически выгодного положения спортсмена в зависимости от внешних и внутренних факторов соревновательной деятельности, четким контролем соблюдения правил соревнований со стороны FIS, спецификой лыжного двоеборья, которая оказывает влияние на исполнение технических элементов прыжка.

3. Разработанные модельные показатели угловых характеристик стойки

разгона, отталкивания от стола отрыва, основной части полета уточняют данные предыдущих исследований (Сергеев, Г. А. *Методика разработки комплексных целевых программ подготовки региональных сборных команд квалифицированных спортсменов на четырехлетний цикл подготовки (на примере лыжников-двоеборцев РФ)* / Г. А. Сергеев, А. А. Злыднев, А. А. Яковлев. Санкт-Петербург : НГУ им. П. Ф. Лесгафта, 2013. 132 с.), а модельные показатели формирования полета, аэродинамического коэффициента и угловых скоростей движения звеньев тела в фазе отталкивания определены для лыжников-двоеборцев впервые. Результаты выполненных исследований целесообразно использовать для контроля и коррекции техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ (ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ) НА ОСНОВЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМУ УПРАЖНЕНИЮ

Проведенный анализ научной литературы показал необходимость биомеханического соответствия применяемых средств технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина соревновательному упражнению, уровню подготовленности и квалификации юных спортсменов, а анализ российских методических материалов и программ спортивной подготовки обусловил необходимость проведения предварительных исследований для изучения состояния дел в практике спортивной подготовки лыжников-двоеборцев в нашей стране.

Для разработки методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению была проведена оценка уровня технической подготовленности юных лыжников-двоеборцев в прыжках с трамплина, осуществлено анкетирование тренеров для выявления применяемых в практике средств и методов технической подготовки, определены параметры биомеханического соответствия используемых имитационных упражнений соревновательному двигательному действию.

4.1 Оценка уровня технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет

Для оценки уровня технической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет было проведено специальное исследование на зимней Спартакиаде

школьников, в которой выступали лучшие юные спортсмены России.

Измерение кинематических параметров в трех основных фазах прыжка – разгоне, отталкивании от стола отрыва и полете – позволило сравнить технику юных лыжников-двоеборцев с модельными показателями. Одновременно производилась оценка проявлений асимметрии в положении тела, рук, ног и лыж. Просмотр видеозаписей и кинограмм фазы приземления позволил оценить выполнение технического элемента разножки, а анализ итоговых оценок со стороны судей по технике дал возможность составить общее впечатление об эстетике прыжков.

Для детального рассмотрения подготовленности спортсменов из общего числа участников соревнований была выделена группа лидеров из 9 человек, совершивших полет на 80 и более метров.

Угловые показатели в стойке разгона у основной группы спортсменов были близки к модельным характеристикам (Таблица 6).

Таблица 6 – Средние показатели угловых характеристик юных лыжников-двоеборцев в стойке разгона, 6 метров выше края стола отрыва (Спартакиада учащихся, г. Чайковский, 03.03.2020, трамплин К-95, зачетная попытка), ($X \pm \sigma$), град.

Группа спортсменов	Показатели угловых характеристик		
	φт	βк	αг
Модельные показатели	10-15	70-75	50-55
Группа лидеров (n=9)	9,50±3,18	72,50±6,21	53,30±4,43
Основная группа (n=32)	10,90±3,74	77,70±8,92	57,30±5,78

Асимметричное положение туловища, рук и ног в стойке разгона относительно оси лыжни наблюдалось у 35 спортсменов, и лишь у 6 данные недочеты были незначительны. Следствием асимметрии при разгоне является осуществление отталкивания преимущественно с одной ноги – в итоге это приводит к снижению суммарной величины силового импульса разгибания ног и смещению направления вылета от оси трамплина.

Приоритетное ведение лыж по центру правой и левой лыжни на протяжении разгона продемонстрировали 10 участников, 8 – пытались решить данную задачу с переменным успехом. У 23 спортсменов наблюдался постоянный контакт внешних кантов лыж о бортик лыжни, создающий непрерывное трение поверхностей и снижающий набор скорости.

Несмотря на схожесть большинства угловых показателей с модельными величинами при отталкивании от стола отрыва, среднее по выборке значение результирующего «угла отталкивания» имеет значение более 90° (Таблица 7). Это свидетельствует об отсутствии поступательного движения вперед к моменту окончания контактного отталкивания практически у всех спортсменов. Такое положение препятствует созданию оптимальных условий для перехода в полетную фазу. В результате неправильного выполнения ключевого для всего прыжка на лыжах с трамплина технического элемента не создаются предпосылки возникновения крутящего момента в начале полета, и, следовательно, быстрого принятия аэродинамически выгодного положения системы «лыжник-лыжи». Это противоречит современным тенденциям выполнения отталкивания от стола отрыва.

Таблица 7 – Средние показатели угловых характеристик юных лыжников-двоеборцев в конце контактной фазы отталкивания от стола отрыва – на краю стола отрыва (Спартакиада учащихся, г. Чайковский, 03.03.2020, трамплин К-95, зачетная попытка), $(\bar{X} \pm \sigma)$, град.

Группа спортсменов	Величины суставных углов			
	ϕ_T	β_K	α_T	ω
Модельные показатели	30-35	≥ 130	60-65	83-88
Группа лидеров (n=9)	$32,70 \pm 6,21$	$124,20 \pm 7,38$	$64,40 \pm 4,86$	$92,10 \pm 3,12$
Основная группа (n=32)	$32,40 \pm 8,13$	$121,60 \pm 10,04$	$67,30 \pm 5,64$	$96,30 \pm 4,98$

Анализ видеосъемки, сделанной во фронтальной проекции, показал наличие асимметрии у 34 участников при выполнении отталкивания от стола отрыва. Это выразилось как в неравномерном сведении колен, так и в общем

отклонении тела спортсменов от оси лыжни. В большинстве случаев данный факт явился следствием смещения общего центра тяжести тела еще в стойке разгона. Закономерно, что допущенные ранее ошибки получили продолжение в фазе полёта. Только трое юных двоеборцев пролетели по воздуху с незначительными техническими отклонениями. Практически у всех участников соревнований, включая группу лидеров, наблюдались погрешности в виде асимметрии положения тела, рук, ног, лыж и отклонений траектории полёта от оси трамплина. Это говорит о снижении их аэродинамической и эстетической эффективности в воздушной фазе прыжка.

Для определения угловых показателей в полёте видеосъемка производилась напротив точки 65 метров горы приземления. Данная точка соответствует срединной части полета на трамплине мощностью К-95. Из всего списка участников соревнований лишь 9 спортсменов преодолели этот участок по воздуху в устойчивом положении; остальные 32 – либо совершили близкий прыжок и приземлились раньше, либо, приземляясь, уже не сохраняли сформированного положения полета. В связи с этим в Таблице 8 приведены показатели 9 сильнейших летающих лыжников.

Таблица 8 – Показатели угловых характеристик юных лыжников-двоеборцев в фазе полета, 65 метров (Спартакиада учащихся, г.Чайковский, 03.03.2020, трамплин К-95, зачетная попытка, n=9), град.

Место в попытке	Спортсмен	Величины суставных углов					АК
		ϕ_h	λ_h	γ	α_h	Θ	
1	Е-в А.	4,0	36,7	149,0	0,0	36,7	0,41
2	К-в Н.	10,3	27,7	166,0	6,5	26,0	0,39
3	А-н К.	10,2	28,2	163,0	7,7	28,7/20,5	0,42
4	К-н Д.	15,6	37,3	161,0	0,0	37,3	0,41
5	Г-у Е.	12,0	42,6	151,0	10,0	32,0	0,50
6	И-й Д.	18,2	45,7	156,0	2,2	43,5	0,50
7	И-в Д.	21,8	40,3	163,0	4,0	36,0	0,46
8	М-н Н.	16,2	37,8	160,6	6,7	31,2	0,47
9	К-н А.	14,3	38,0	157,4	4,7	40/33	0,41

Продолжение таблицы 8

Среднее значение, $X \pm \sigma$	13,6 $\pm 5,2$	37,1 $\pm 5,9$	158,6 $\pm 5,7$	2,5 $\pm 5,6$	33,7 $\pm 6,5$	0,44 $\pm 0,41$
Модельные показатели	0-10	20-30	155-162	0-5	≤ 26	$\leq 0,3$

Биомеханический анализ положения полета у группы лидеров в середине данной фазы отразил сравнительно низкое его аэродинамическое качество (таблица 8). «Открытое» по отношению к встречному воздушному потоку положение туловища и ног и удалённое нахождение туловища от лыж не позволили спортсменам создать выгодную полётную позицию системы «лыжник-лыжи». Среднее значение аэродинамического коэффициента, величины, отражающей отношение подъёмных сил воздуха к встречному лобовому сопротивлению, в группе было равно – 0,44, при эталонном модельном значении – $\leq 0,3$.

Выполнение технического элемента разножка (телемарк) при приземлении является обязательным условием качественного завершения прыжка. Анализ видеозаписей и кинограмм, сделанных на их основе, позволили определить, что 3 лыжника-двоеборца выполнили разножку, 10 – попытались выполнить с коротким выпадом ноги вперед, 16 – не выполнили никакого выпада, 12 – приземлились в глубокий присед, что считается грубой ошибкой.

Анализ судейских оценок в протоколе соревнований за качество выполнения спортсменами полета, приземления и выката, а также за общее эстетическое восприятие прыжка, подтверждает общую низкую техническую подготовленность подрастающего резерва, принявшего участие в данных соревнованиях. Средний балл за технику в группе лидеров равнялся 15,5, в группе остальных спортсменов – 14 из 20 максимально возможных.

Таким образом, комплексный биомеханический анализ прыжковой части программы на соревнованиях юных лыжников-двоеборцев позволил определить основные технические ошибки и выявить резервы повышения спортивного мастерства.

4.2 Исследование средств технической подготовки, применяемых в практике лыжного двоеборья

Для исследования применяемых в нашей стране средств и методов технической подготовки было проведено анкетирование тренеров по лыжному двоеборью 15 команд из десяти регионов России. Было определено, что в среднем лыжники-двоеборцы 13-16 лет проводят 208 (112-380) тренировочных занятий в год, участвуют в 13 (5-24) стартах (Таблица 9). Объем циклической нагрузки составляет 2239,1 км (890-3450 км); количество прыжков с трамплина – 407 (210-780). Объем прыжковой технической подготовки в подготовительном и соревновательном периодах в среднем был одинаковый, а в целом за сезон составлял 126,5 ч (46-360 ч). Анализ полученных данных показал отсутствие единой методики тренировочного процесса по лыжному двоеборью. Объемы выполняемой нагрузки значительно различались в тренировочных группах, хотя средние значения соответствовали рекомендуемым величинам тренировочной нагрузки (Квашук, П. В. *Примерная программа спортивной подготовки по лыжному двоеборью для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва и школ высшего спортивного мастерства* / П. В. Квашук, А. А. Жилияков. Москва : ВНИИФК, 2012. 88 с.).

Таблица 9 – Показатели тренировочного процесса лыжников-двоеборцев 13-16 лет по данным опроса тренеров (n=15; $X \pm \sigma$)

Показатели	Период		Всего
	подготовительный	соревновательный	
Количество тренировок	104,9±7,9	103,6±9,6	208,5±11,0
Количество стартов/контрольных стартов	5,0±0,7	8,3±1,2	13,3±1,4
Количество прыжков	226,3±16,1	180,8±31,5	407,1±38,3
Объем технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина (имитационной), ч	63,2±5,4	63,3±3,5	126,5±7,9
Объем циклической нагрузки, км	1 051,8±57,9	1 187,3±69,1	2 239,1±101,3
Работа над техникой лыжных ходов без лыж (специально-подготовительные упражнения), ч	41,8±4,7	36,1±7,4	77,9±8,1

Кроме оценки объемов выполненных нагрузок было проведено исследование содержания технической подготовки. Анализ данных по применяемым в тренировочном процессе имитационным упражнениям лыжника-прыгуна в региональных командах позволил определить особенности технической подготовки в различных коллективах. Была определена доля выполнения упражнений в простых условиях на неподвижной опоре и более приближенных к трамплину условиях ограниченной устойчивости и качения на роликовой тележке.

Анализ иностранной научной литературы позволил установить, что биомеханические параметры технических упражнений, имитирующих элементы прыжка на лыжах с трамплина, в разной степени соответствуют соревновательному двигательному действию. В частности, распространенные прыжки с неподвижной опоры в обычной тренировочной одежде по биомеханике меньше всего приближены к прыжкам на лыжах с трамплина, выполняемым на высокой скорости и в прыжковой экипировке, ограничивающей движения в суставах.

С переходом лыжников-двоеборцев в старшую юношескую возрастную группу по правилам соревнований возможно их участие в соревнованиях на трамплинах спортивных мощностей вплоть до К-95, как со сверстниками, так и с более старшей юниорской группой. Это требует от спортсмена соответствующей технической и психологической подготовки, способности безопасно и в короткие сроки адаптироваться к более сложным условиям. Таким образом, подготовка юношей 13-16 лет должна соответствовать требованиям соревновательной деятельности и включать специально-подготовительные упражнения, приближенные к обстановке прыжка на лыжах с трамплина большей мощности.

Согласно результатам анкетирования, процентное отношение выполняемых имитационных упражнений основных фаз прыжка на неподвижной опоре было достаточно высоким у большинства команд (Таблица

10), в то время как действительный прыжок протекает в сложных нестандартных условиях нарастающей скорости на разгоне, безопорного затяжного полета и ударной нагрузки при приземлении. Доля имитационных упражнений стойки разгона, выполняемых в облегченных условиях (на неподвижной опоре), составляла в среднем более 40%, а в некоторых командах этот показатель достигал 70%. Выполнение стойки разгона на неподвижной опоре является относительно простым упражнением для спортсмена на данном этапе подготовки и может использоваться с целью текущего контроля ее качества, а также как подготовка к тренировке в более сложных условиях. Доля упражнений, выполняемых с неподвижной опоры в имитации отталкивания в среднем составила 49% с диапазоном значений в разных командах от 40 до 70%. Условия выполнения отталкивания на трамплине и во время имитационного прыжка с неподвижной опоры кардинально различаются. По этой причине объем его использования должен быть сокращен в пользу отработки более схожих с прыжком вариантов.

Таблица 10 – Соотношение применяемых имитационных упражнений лыжников-двоеборцев в стойке разгона, отталкивании и приземлении по данным опроса тренеров, (n=15, $\bar{X} \pm \delta$), %

Технический элемент прыжка на лыжах с трамплина	На неподвижной опоре	На подвижной опоре или скольжении в тренировочной одежде	На подвижной опоре или скольжении в прыжковой экипировке	На неустойчивой опоре
Стойка разгона	41,90±4,17	30,00±3,99	19,60±3,52	8,50±2,97
Отталкивание	49,20±4,31	26,20±4,58	18,80±3,09	5,80±3,72
Приземление	36,50±3,27	20,10±3,72	28,10±3,62	15,30±3,29

Имитация приземления также в большинстве случаев выполняется на неподвижной опоре, и только 13% упражнений выполняются на неустойчивой опоре, что в большей степени соответствует условиям прыжка с трамплина. Аналогично обстоит ситуация с выполнением имитации позиции полета: в

среднем 58% упражнений выполняется на неподвижной перекладине, а в пяти командах доля таких упражнений составляет 70-100% (Таблица 11).

Таблица 11 – Соотношение применяемых упражнений лыжников-двоеборцев в имитации полета, по данным опроса тренеров (n=15, $\bar{X} \pm \delta$), %

Технический элемент прыжка на лыжах с трамплина	На неподвижной опоре	На подвижной опоре	В безопорном положении
Полет	58,80±2,58	24,60±2,97	16,60±2,44

Таким образом, результаты исследования средств технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет позволили установить, что юные спортсмены выполняют в среднем достаточный объем средств технической подготовки, однако величины тренировочной нагрузки в разных группах существенно отличались. Применяемые средства и методы по большей части не соответствуют условиям соревновательного упражнения, в связи с чем необходимо применение специально-подготовительных упражнений в усложненных условиях и увеличение вариативности средств технической подготовки.

4.3 Оценка соответствия средств технической подготовки юных лыжников-двоеборцев биомеханическим критериям соревновательного упражнения

Анкетирование тренеров и педагогические наблюдения показали, что лыжники-двоеборцы 13-16 лет применяют технические упражнения, имитирующие элементы прыжка на лыжах с трамплина в различных вариантах, но соотношение средств не соответствует требованиям соревновательной деятельности. В то же время проведенные исследования продемонстрировали низкий уровень технической подготовленности спортсменов этого возраста. Для оценки качества выполнения упражнений, выявления резервов

совершенствования технического мастерства и формирования подходов к разработке методики технической подготовки в лыжном двоеборье была проведена оценка соответствия имитационных упражнений биомеханическим критериям соревновательного упражнения. Для этого во время зимней Спартакиады учащихся (г. Чайковский, март 2020 г.) проводилась видеосъемка выполнения специальных упражнений спортсменами-участниками соревнований (n=37).

В ходе исследований был проведен сравнительный анализ кинематики средств технической подготовки и модельных параметров соревновательного упражнения. Сравнивались величины суставных углов в стойке разгона, в фазах отталкивания от стола отрыва и полета с аналогичными показателями во время выполнения имитационных упражнений.

Был проведен кинематический анализ выполнения стойки разгона и отталкивания на статичной и подвижной опоре (роликовой тележке), и положения полета на неподвижной опоре (перекладине). Во время выполнения имитации спортсмены были одеты в тренировочную одежду (кроссовки, спортивный костюм) (Таблица 12).

Таблица 12 – Показатели угловых характеристик стойки разгона лыжников-двоеборцев 13-16 лет в различных условиях выполнения ($\bar{X} \pm \delta$), град.

Упражнения	Величины суставных углов		
	фг	βк	αг
Модельные показатели	10-15	70-75	50-55
Прыжок на лыжах с трамплина (n=41)	10,40±3,57	76,90±8,30	56,60±5,54
Имитация на неподвижной опоре (n=37)	9,10±4,27	70,30±7,38	51,80±3,60
Имитация на подвижной опоре (n=37)	11,30±5,47	73,70±6,20	54,20±3,45

Результаты измерений угловых характеристик стойки разгона показывают, что на неподвижной опоре спортсмены демонстрировали более низкое

положение, чем на катящейся тележке и на трамплине. При этом выполнение имитации разгона на подвижной опоре было практически идентично положению на разгоне трамплина. Во всех трех вариантах угловые показатели соответствовали или были максимально приближены к модельным параметрам.

Анализ фронтальной видеосъемки, сделанной со спины, отразил наличие асимметричного взаимоположения частей тела и непараллельной постановки стоп в обоих видах имитации. Эти же погрешности в еще большей мере проявились у спортсменов в экстремальных условиях трамплина. Асимметричное положение во время разгона является причиной реализации усилия при отталкивании преимущественно одной ногой, что приводит к снижению суммарной величины силового импульса разгибания ног и смещению направления вылета от оси трамплина.

Анализ результатов проведенных измерений в фазе отталкивания свидетельствует о сходных значениях результирующего «угла отталкивания» в имитационном прыжке с неподвижной опоры и модельных показателей (Таблица 13).

Таблица 13 – Показатели угловых характеристик фазы отталкивания от стола отрыва в различных условиях лыжников-двоеборцев 13-16 лет ($\bar{X} \pm \delta$), град.

Условия выполнения позиции	Величины суставных углов			
	фт	βк	αг	ω
Модельные показатели	30-35	≥130	60-65	83-88
Прыжок на лыжах с трамплина (n=41)	31,70±7,96	121,70±9,86	67,10±5,04	96,30±4,57
Имитация на неподвижной опоре* (n=37)	17,10±9,24	106,80±11,68	51,30±3,76	87,20±4,02
Имитация на подвижной опоре* (n=37)	21,70±11,21	99,40±7,63	55,10±5,41	94,40±2,39

Примечание: * – измерения проводились на последнем кадре перед отрывом пятки.

Однако малые значения угла наклона голени и туловища, а также особенности приложения усилий при выполнении этого упражнения позволяют установить, что спортсмены выполняли прыжок со значительной долей

движения через переднюю часть стопы, а это практически невозможно во время скольжения по ледяной лыжне с минимальным коэффициентом трения.

Большинство угловых параметров в имитационном прыжке с подвижной опоры не соответствовало модельным ориентирам (Таблица 13). Малые значения углов в голеностопных и коленных суставах свидетельствуют о раннем прерывании контактного отталкивания и неполноценному использованию амплитуды разгибания ног в реализации их скоростно-силового потенциала. Это закономерно стало причиной недостаточного смещения общего центра тяжести тела спортсменов для достижения активного «угла отталкивания», что в перспективе не позволит им достичь преследуемой цели – создания крутящего момента и активного положения лыжника-прыгуна на первых метрах полета. Быстрое принятие аэродинамически выгодного положения полета – одна из сложнейших технических задач для спортсмена после окончания контактного отталкивания, которая существенно усложняется экстремальной обстановкой происходящего прыжка.

Таким образом, выполнение спортсменами имитации отталкивания проходило при низком соответствии требуемой структуре движения основного соревновательного упражнения и не являлось в должной мере направленным средством тренировки точного движения.

Сравнение угловых показателей положения тела у сильнейшей группы спортсменов в основной части полета (65 м) с аналогичными характеристиками имитационного упражнения на горизонтальной перекладине показало, что в значительно более сложной ситуации прыжка юные «летающие лыжники» принимали относительно оптимальное и приближенное к модельному положение, нежели в простых условиях наземной тренировки (Таблица 14). Этот факт может свидетельствовать об отсутствии тренерской целевой установки принятия аэродинамически выгодного положения, при котором площадь опоры на воздух будет максимальной, а лобовое воздушное сопротивление сведено к минимуму. Иными словами, положение спортсмена в полете должно быть

приближено к горизонтальному при любых условиях его выполнения.

Таблица 14 – Показатели угловых характеристик положения полёта в прыжке с трамплина (n=9) и в имитационном упражнении на перекладине (n=37) юных лыжников-двоеборцев 13-16 лет ($\bar{X} \pm \delta$), град.

Условия выполнения позиции	Величины суставных углов		
	ϕ_h	λ_h	γ
Модельные показатели	0-10	20-30	155-162
Прыжок на лыжах с трамплина	13,60±5,27	37,20±6,02	158,60±5,75
Имитация на неподвижной опоре	8,20±4,94	41,70±7,98	137,80±13,50

Качество выполнения приземления в разножку во время имитационной тренировки и на трамплине было определено методом экспертной оценки. В наземной подготовке у спортсменов оно имело средний и низкий уровень с идентичным исполнением во время соревновательной попытки. Лишь 13 лыжников-двоеборцев предприняли попытку выполнить разножку, а остальные 28 – не продемонстрировали этот технический элемент, либо допустили грубые ошибки при приземлении.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ выполнения элементов техники прыжка на лыжах с трамплина во время имитационной тренировки и на соревнованиях позволил определить резервы совершенствования технической подготовки юных лыжников-двоеборцев и показал несоответствие деталей техники современным требованиям. Выявлено, что технические ошибки и недочеты, проявленные юными двоеборцами в соревновательных условиях, являются прямым следствием ошибок в выполнении имитационных упражнений и недостаточной их вариативностью. Наибольшие отклонения угловых характеристик от модельных значений определены в ключевой фазе прыжка – отталкивании от стола отрыва. Так, средняя величина угла отталкивания, характеризующая положение ОЦТ спортсмена при отталкивании, в имитации прыжка с подвижной опоры и

непосредственно на соревнованиях были идентичны – 94° , но не соответствовали модельным показателям – $83-88^\circ$. Величины углов наклона туловища, коленного сустава и наклона голени при выполнении имитационных упражнений также не соответствовали модельным показателям. Визуальная оценка стойки разгона и положения полета во фронтальной плоскости позволили определить асимметрию в положении частей тела в имитационных упражнениях и прыжках с трамплина. Аналогично низкий уровень выполнения в наземной подготовке приземления в разножку не позволил спортсменам продемонстрировать этот обязательный технический элемент при прыжке с трамплина.

4.4 Современные требования к осуществлению технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина

Исследования техники прыжков на лыжах сильнейших лыжников-двоеборцев, проведенные в 2019 году, позволили определить модельные показатели и требования к выполнению стойки разгона, отталкивания, полета и приземления. Анализ техники прыжков на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет показал низкий уровень технической подготовленности спортсменов этого возраста, а исследование применяемых средств технической подготовки продемонстрировало их несоответствие по ряду параметров основным модельным показателям прыжка с трамплина.

Было установлено, что комплекс средств технической подготовки должен отвечать следующим требованиям:

- соответствие угловых характеристик имитационных упражнений в позициях стойки разгона, отталкивания и полета модельным параметрам соревновательного упражнения;

- выполнение имитационных упражнений в различных режимах – на неподвижной опоре, на движущейся опоре, на неустойчивой опоре, в безопорном положении;

- выполнение имитационных упражнений в прыжковой экипировке и без нее;
- строгий контроль соблюдения правильного и точного положения во всех фазах движения в двух проекциях;
- сопряженное развитие координационных способностей, точности движений, равновесия и совершенствование технической подготовленности.

Обучению позиции стойки разгона в подготовке юных лыжников-двоеборцев зачастую не уделяется достаточно внимания, хотя именно в первой фазе создаются основные условия для далекого прыжка. Набор максимальной скорости при равных условиях скольжения для юного спортсмена является сложной задачей. Тем не менее, разница в скорости разгона в 1 км/ч при вылете может обеспечить увеличение дальности полета от 4 до 6 м, в зависимости от размера трамплина. Для набора максимальной скорости разгона спортсмен должен принять низкую, обтекаемую встречным воздушным потоком и соответственно с низким лобовым сопротивлением позицию. Взаимное симметричное положение частей тела, рациональное в отношении аэродинамики распрямленное (линейное) положение туловища и рук, преимущественное ведение лыж по центру лыжни с минимальным трением о ее бортики комплексно обеспечивают быстрый разгон.

Выгодное исходное положение спортсмена для выполнения отталкивания от стола отрыва и перехода в полет является вторым требованием к позе стойки разгона. Ориентирами внешних параметров являются угловые модельные характеристики. Наиболее сложным моментом для сохранения лыжником-двоеборцем требуемой позиции представляется прохождение радиальной кривой разгона $R1$ с действующими там центробежными силами. Инерция прямолинейного разгона и увеличивающаяся сила трения при входе в радиус создают передний вращающий момент со смещением ОЦТ вперед, а в конце кривой радиуса прыгун имеет почти постоянный высокий положительный крутящий момент (то есть направленный назад), связанный с прекращением

влияния центробежных сил. Кроме того, выход спортсмена из кривой R1 совпадает с началом отталкивания.

Современные условия выполнения разгона требуют от спортсмена многогранной подготовки. Поэтому правильная и точная работа тренера в обучении этой фазе прыжка особенно важна. Тренер должен использовать все возможные имитационные, прыжковые и координационные упражнения для формирования верного навыка правильной постановки ног, вносить своевременные поправки во время выполнения заданий.

Отталкивание от стола отрыва происходит в короткий временной промежуток (0,3 секунды) на высокой скорости перемещения, достигающей 90 км/ч. В задачи спортсмена входит полная реализация скоростно-силового потенциала ног для создания начальной траектории полета и обеспечения аэродинамически рационального положения тела (системы «лыжник-лыжи») к началу полетной фазы. Разгибание правой и левой ног должно осуществляться синхронно по величине прилагаемого усилия, скорости и взаимной параллельности (без сведения коленей), что необходимо для сохранения суммарной величины силового импульса при отталкивании и дальнейшего устойчивого положения спортсмена в воздухе. Обеспечение поступательности движения тела и создание предпосылок переднего крутящего момента требует точного контроля нахождения ОЦТ относительно опоры, как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях.

Особенности выполнения отталкивания от стола отрыва требуют постоянной качественной проработки спортсменом этого движения в условиях ограниченной и подвижной опоры. С этой целью необходимо применение комплекса специальных упражнений, направленных на выполнение синхронного и равного по величине усилия обеих ног во время отталкивания от стола отрыва.

При переходе в воздух прекращается контакт с осязаемой опорой, взамен нее появляется «безопорный» полет со своими пространственно-временными

характеристиками. В воздухе спортсмен должен быстро принять положение полета в оптимальном сочетании с воздействующими на него аэродинамическими силами. Быстрое и скоординированное достижение горизонтальной позиции тела с распрямлением в коленных и тазобедренных суставах, «подбор» стопами лыж и управление ими являются основной задачей спортсмена в начале полета. Ключевыми моментами контроля во время формирования полета являются напряжение ног и указания по симметрии.

В основной части полетной фазы на первый план выходит симметричное, устойчивое и аэродинамически выгодное положение. Позиция системы «лыжник-лыжи» с минимальным лобовым сопротивлением и максимальным воздействием на нее подъемных сил воздуха должна достигаться как можно раньше и обеспечивать быстрое перемещение лыжника-прыгуна без снижения его траектории. В тренировке лыжников-двоеборцев необходимо специально тренировать точность мышечных ощущений, способность контролировать положение тела и управлять лыжами в безопорном положении.

Приземление в разножку является обязательным условием для получения лыжником-двоеборцем высокой судейской оценки. В правилах соревнований и судейском перечне вычетов баллов за допущенные технические ошибки определены требования к положению туловища, рук, ног и лыж спортсмена в миг его первого контакта с горой приземления и последующих 10-12 метров. Выпад ноги вперед с расстоянием от пятки впереди стоящей ноги до носках стоящей сзади на длину стопы, поднятое вверх и распрямленное туловище, разведенные в стороны руки на уровне плеча, расстояние между параллельными лыжами не более двух значений ширины самой лыжи – вот основные показатели качественной позиции спортсмена при приземлении. Высокая ударная нагрузка на жестком искусственном снегу горы приземления при далеком прыжке значительно усложняет переход от полета к устойчивому и линейному скольжению в позиции «телемарк».

4.5 Содержание методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет) на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению

Проведенный анализ применяемых средств технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет показал, что в тренировочной практике наиболее распространены имитационные упражнения с отталкиванием от неподвижной опоры – прыжки с поддержкой, тогда как упражнения в усложненных условиях используются недостаточно. Установлено, что необходимо изменение соотношения применяемых средств, варьирование условий выполнения и обеспечение строгого контроля соблюдения биомеханических параметров. На основе анализа научных данных и оценки биомеханического соответствия имитационных и соревновательного упражнений был разработан комплекс средств технической подготовки.

4.5.1 Средства и методы совершенствования техники стойки разгона и развития функции равновесия лыжников-двоеборцев

Развитие и совершенствование функции равновесия в стойке разгона является важной составляющей в специально-технической подготовке лыжника-двоеборца. Так, в дополнение к упражнениям, традиционно применяемым в практике российских прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья, необходимо использование упражнений с применением качающейся площадки – полусферы, и надувной подушки (фитнес инвентарь), роликовых коньков и тележки на роликах (Таблица 15).

Таблица 15 – Специально-подготовительные упражнения для развития функции равновесия и совершенствования техники фазы разгона

Варианты выполнения	Упражнения	Оборудование и способы усложнений	Методические указания
На качающейся опоре. Время выполнения – от 20 с до 1 мин	1. Удержание равновесия в полуприседе на двух ногах 2. Удержание равновесия в полуприседе на одной ноге 3. Удержание равновесия в стойке разгона	Фитнес полусфера жестким основанием вверх или вниз; балансборд; параллельно натянутые канаты	Контроль параллельного положения стоп. Контроль угловых характеристик: угол в коленном суставе; наклон туловища; наклон голени. Контроль взаимной симметрии частей тела
В движении 15-30 м	1. Полуприсед лицом по ходу движения, руки на поясе, равномерно распределив вес тела на стопах 2. Полуприсед на одной ноге, руки на поясе	Роликовая тележка	Контроль распределения веса тела (не перемещаясь по ходу движения с носка на пятку и наоборот). Контроль взаимной симметрии частей тела
	3. Проезд в стойке разгона	Ролики, лыжероллеры, лыжи в лыжне и без нее. Прыжковая экипировка	Контроль угловых характеристик, контроль положения стоп. Контроль взаимной симметрии частей тела

4.5.2 Средства и методы тренировки лыжников-двоеборцев, направленные на выполнение синхронного и равного по величине усилия мышц ног при отталкивании от стола отрыва, методика их применения

Одним из резервов повышения результативности юных лыжников-двоеборцев и обязательным требованием технически правильного выполнения отталкивания является синхронное и равное по величине усилие мышц обеих ног. Для совершенствования этого навыка, развития равновесия и формирования техники своевременного приложения усилий при отталкивании разработаны следующие упражнения, представленные в Таблице 16.

Таблица 16 – Специально-подготовительные упражнения для совершенствования техники отталкивания

Варианты выполнения	Упражнения	Оборудование и способы усложнений	Методические указания
На качающейся опоре. 4-6 повторов с фиксацией положения стойки разгона на 2-3 с	1. Удержание равновесия, стоя на двух ногах и выполнение приседаний, приблизительно равных по глубине уровню стойки разгона 2. Удержание равновесия стоя на одной ноге и выполнение приседаний – сравнительно неглубокий присед до 90° 3. Удержание равновесия в стойке разгона с дальнейшим выпрыгиванием вверх	Фитнес полусфера жестким основанием наверх или вниз. Балансборд с закрепленным и незакрепленным валиком; параллельно натянутые канаты	Контроль параллельного положения стоп, контроль равного давления стоп на опору. Контроль угловых характеристик: угол в коленном суставе; наклон туловища; наклон голени
В движении 10 с Повторить 3-4 раза	1. Выполнение приседаний до положения стойки разгона лыжника-прыгуна, стоя на двух ногах 2. Выпрыгивание вверх из положения полуприседа и возвращение в это положение. 3. Имитация отталкивания из стойки разгона с поддержкой тренером	Роликовая тележка; экипировка лыжника-прыгуна	Контроль синхронности разгибания ног и параллельности постановки стоп. Контроль распределения веса тела. Контроль угловых характеристик. Контроль взаимной симметрии частей тела

4.5.3 Средства и методы совершенствования техники полета лыжников-двоеборцев

В наземной технической тренировке отработка положения полета возможна в достаточно узком диапазоне условий. Наряду с наиболее широко применяемыми упражнениями, такими как удержание положения полета лежа на перекладине или страховочной лонже, возможны варианты этих имитаций, более

точно отражающие конкретные моменты прыжка (Таблица 17).

Таблица 17 – Специально-подготовительные упражнения для совершенствования техники полета

Варианты выполнения	Упражнения	Оборудование и способы усложнений	Методические указания
1	2	3	4
В спортивном зале	Удержание положения полета: туловище в горизонтальном положении, спина прямая и параллельна полу. Стопы подняты вперед и касаются пола. Оторвать стопы от пола, растянуться	Гимнастическая скамейка; высокая перекладина; лонжа в статичном положении; лонжа с раскачкой тренером; в прыжковой экипировке	Контроль положения туловища и звеньев тела (соответствие модельным угловым характеристикам). Контроль взаимной симметрии частей тела. Контроль положения лыж
В бассейне	1. Отталкивание от бортика с прямолинейным скольжением под водой 2. Отталкивание от бортика со скольжением под водой в положении полета 3. Прыжки в воду с принятием положения полета	Отталкивание от бортика бассейна; отталкивание от наклонной части дна бассейна; прыжки в воду из стойки разгона	Контроль быстрого принятия и сохранения положения полета Контроль технических требований к выполнению полета. Контроль взаимной симметрии частей тела. Контроль тонуса мышц

Специфика выполнения данной позиции спортсменом на трамплине состоит в том, что лыжник-двоеборец движется в безопорном воздушном пространстве, сохраняя целостность положения системы «лыжник-лыжи» в рациональном по отношению к встречному воздушному потоку наклоне. Достаточно сложно смоделировать условия, аналогичные полету с трамплина. «Продувка» спортсменов в аэродинамической трубе дорогостоящая и доступна лишь членам сборных команд. Несомненно, для проведения направленной

технической наземной тренировки необходимы специальные тренажеры и приспособления.

Выполнение упражнений в воде позволяет спортсменам воспользоваться редкой возможностью нахождения в безопорном положении достаточно продолжительное время. Так как вода плотнее воздуха почти в 800 раз, она позволяет человеку висеть или двигаться в ней, принимая любые положения. Лыжники-двоеборцы могут с большой пользой использовать этот потенциал для отработки как минимум двух важных умений, которые необходимы спортсмену в начальной и основной частях полета.

Способность в минимальный срок принять положение полета после отталкивания в условиях быстрого перемещения и безопорного состояния является одной из самых сложных задач в прыжке с трамплина. Это связано с принятием позы полета в соответствии с точными кинематическими параметрами, которые во многом обусловлены воздействием на лыжника-двоеборца аэродинамических сил, в рискованной ситуации. Комплексное управление системой «лыжник-лыжи» в воздушном пространстве требует от спортсмена высокой координации движений, четкой пространственно-временной ориентации и решительности.

В условиях бассейна юные спортсмены могут самостоятельно и в спокойной обстановке методом проб и ошибок находить оптимальное горизонтальное положение полета со всеми к нему требованиями, «оттачивать» его конфигурацию. Многократные повторения правильной позиции безопорного полета с затяжным, как в далёком прыжке, исполнением создают искомый стереотип положения тела в пространстве, который в дальнейшем проявится на трамплине по мере обретения спортсменом опыта и уверенности. Немаловажно, что в полете двоеборец должен двигаться по воздуху, чувствовать его, ориентироваться, бороться за увеличение дальности. Это чувство в определенной мере вырабатывается в воде, когда требуется скользить по ней и уплыть как можно дальше.

4.5.4 Средства и методы совершенствования техники приземления и выката

Анализ выполнения приземления на Спартакиаде учащихся показал тотальное игнорирование элемента «разножка» юными спортсменами. Только у 3 из 41 участника позиция «телемарк» могла быть отмечена судьями по технике положительно. Это свидетельствует о недостаточном внимании тренеров к совершенствованию техники приземления и выката. В связи с этим необходимо обучение позиции разножки с основных азов, которые продиктованы правилами соревнований. Главным критерием выполнения элемента телемарк для судей по технике является наличие выпада ноги вперед в момент касания горы приземления.

Длина выпада между впереди и сзади стоящими ногами приблизительно равна длине стопы (25-35 см). Ширина между параллельными лыжами не должна превышать двух значений ширины самой лыжи. Судья реагирует вычетом баллов, если это расстояние больше. Туловище поднято вверх, плечи слегка закруглены вперед против встречного воздушного потока, руки выпрямлены и разведены в стороны на уровне плеча. Спортсмен должен продемонстрировать устойчивую разножку в линейном движении как минимум на 10-12 метрах после своего приземления. Дальнейшее перемещение лыжника-двоеборца по горе приземления вплоть до пересечения «линии падения» будет рассматриваться как выкат (фаза выката). Необходимо добавить, что ветровые условия и ситуация при приземлении могут сложиться для спортсмена непредсказуемо, поэтому тренировка разножки должна осуществляться универсально – с постановкой впереди как левой, так и правой ноги.

Для выполнения первой группы упражнений необходимо параллельно положить и зафиксировать две прыжковые лыжи без креплений на полу, на расстоянии 12-15 см. Приблизительно в центральной части одной из лыж маркером (изолентой) обозначить первую поперечную линию, от нее отмерить длину стопы и поставить вторую метку. Маркировку симметрично перенести на вторую лыжу. Получится простой индивидуальный шаблон-ограничитель,

показывающий требуемую длину и ширину выпада в разножке. Возможны и другие варианты такого шаблона, например, маркировка краской на полу, однако лыжи под ногами более осязаемы и позволяют более точно определить ошибочную постановку стоп. Предлагаемые упражнения для совершенствования элемента разножки отражены в таблице 18.

Таблица 18 – Специально-подготовительные упражнения для совершенствования техники приземления

Варианты выполнения	Упражнения	Оборудование и способы усложнений	Методические указания
В спортивном зале	1. Удержание положения разножки на размеченных лыжах 2. Выпад в положение разножки 3. Спрыгивание в положение разножки 4. Прыжок вверх с поворотом на 180° и приземлением в разножку	Специально подготовленные прыжковые лыжи с разметкой; гоночные лыжи с разметкой; гимнастическая скамейка. Выполнение разножки с жестким, акцентированным ударом ног о лыжи	Контроль положения «телемарк». Контроль технических требований к выполнению разножки
На склоне	1. Скатывание в положении разножки 2. Прыжок с учебного трамплина с приземлением в разножку	В лыжне на гоночных лыжах; без лыжни на ледянистом склоне; в бесснежный период на лыжероллерах; в прыжковой экипировке	Контроль соответствия техническим требованиям к выполнению разножки

Выкат является заключительным этапом прыжка на лыжах с трамплина. В основе уверенного и безопасного окончания прыжка лежит разносторонняя лыжная подготовка и контроль движения вплоть до самой остановки. Элегантное выполнение выката усиливает эстетическое восприятие прыжка в целом у зрителей и судей. В большинстве случаев именно при выкате происходят падения спортсменов, хотя их причины могут возникать еще в полете или при приземлении. На этот случай у юных спортсменов должна быть выработана

конкретная программа действий, которую необходимо отчетливо понимать и опробовать на практике.

При возникновении затруднительной ситуации с потерей контроля общего управления лыжами или равновесия необходимо быстро и решительно присесть, и, вытянувшись назад – в сторону относительно линии движения, упасть. Все тело в это мгновение должно выпрямиться и напрячься. Голова находится между прямыми руками. Правильно выполненное падение происходит с минимальным ударом о гору приземления, вскользь. Желательно оказаться на боку или спине, чтобы не поцарапать незащищенное лицо. Такое положение прижатого к склону, выпрямленного и напряженного тела снизит вероятность кручения или кувырков, быстрее приведет к остановке.

Упражнения для отработки безопасного падения:

1) Смоделировать падение на гимнастических матах. И.п. – высокая стойка, руки в стороны. Быстро присесть и, энергично распрямившись, упасть назад-вправо. Полностью выпрямиться и напрячься. Зафиксировать позицию на 5-7 секунд. То же, упасть назад-влево.

2) То же после прыжка или спрыгивания с возвышенности.

3) На учебном склоне, на гоночных лыжах или в полной экипировке лыжника-прыгуна. Смоделировать падение. И.п. – высокая стойка, руки в стороны. Быстро присесть и, энергично распрямившись, упасть назад-вправо. Зафиксировать позицию на 5-7 секунд. То же, упасть назад-влево.

4) Отработать падение можно при тренировке приземления в разножку. В случае неудачной попытки приземления, что, естественно, иногда случается, выполнить падение.

4.6 Реализация методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет в годичном цикле

Разработанная методика технической подготовки в прыжках на лыжах с

трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет предполагает сочетание наземной имитационной тренировки с прыжками с трамплина. Соотношение прыжков с трамплинов различной мощности меняется в течение подготовительного периода (Рисунок 1). В начале летней подготовки тренировки проводятся в основном на трамплинах малых мощностей, что объясняется как привыканием к летнему покрытию в безопасных условиях, так и возможностью отработать основные позиции и моменты прыжка (разгон, группировка в полете, приземление) в обстановке сравнительно малого риска. В дальнейшем наиболее часто используются трамплины средней мощности, так как тренировки на них позволяют выполнить прыжок в полной координации с соблюдением всех технических требований, то есть с более активным вылетом со стола отрыва и дальнейшим полетом с дальностью от 45 до 75 метров. В то же время в тренировочный процесс следует обязательно включать прыжки с трамплинов нормальной мощности, поскольку это позволяет тренировать планирующий полет, что невозможно на трамплинах меньших размеров. Приоритетной задачей в данном случае является обретение опыта далеких прыжков и набор ценного «летнего километража» то есть суммарного расстояния, которое спортсмен преодолевает по воздуху в специфичном безопорном положении за одну тренировку или тренировочный цикл.

В случае появления у спортсменов в ходе подготовки стойких повторяющихся технических ошибок на трамплинах большего размера тренировочный процесс переносится на трамплины средней и даже малой мощности для проведения необходимой корректировки в более простых условиях. Выбор трамплинов различной мощности обуславливается также индивидуальными особенностями физического развития юных лыжников-двоеборцев 13-16 лет.

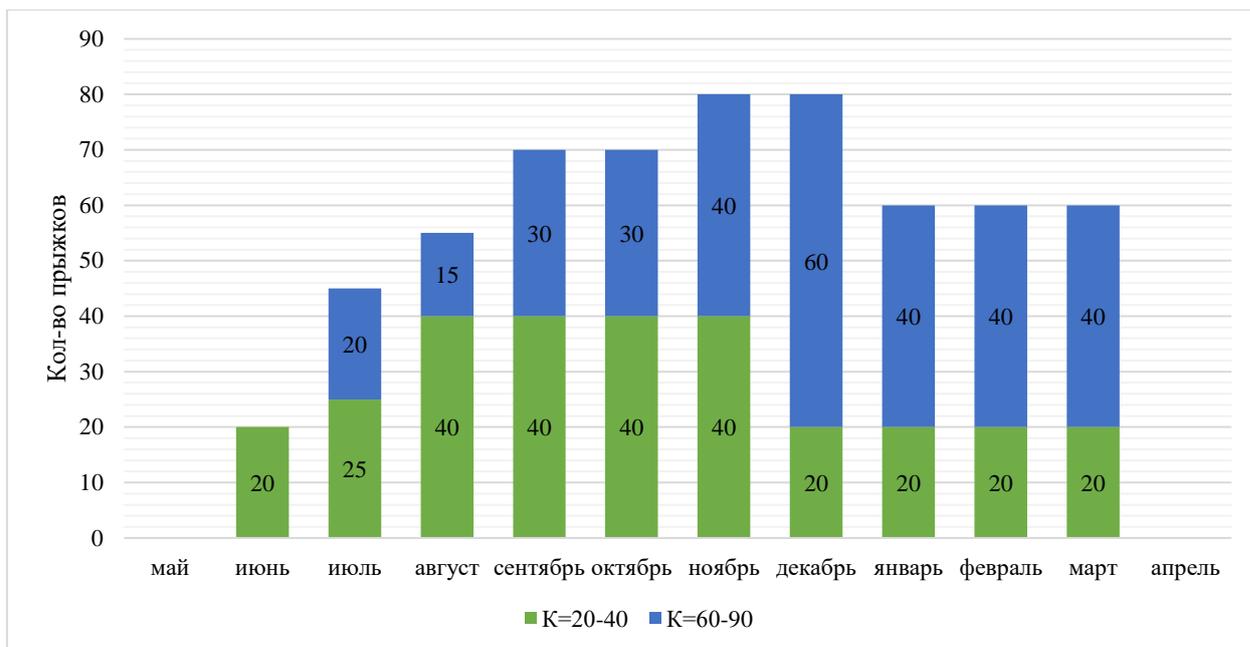


Рисунок 1 – Примерное рекомендованное распределение прыжков на лыжах с трамплина в годичном цикле для юношей 13-16 лет

Подготовка в лыжном двоеборье предполагает сочетание нагрузок и специальных средств подготовки как в прыжковом, так и в гоночном компоненте. Рекомендуемое соотношение средств технической и специальной физической направленности представлено на Рисунке 2.

В ходе анализа научной литературы было установлено, что естественный высокий темп роста физических возможностей юношей в возрасте 13-16 лет делает нецелесообразным планирование чрезмерно интенсивных и объемных развивающих нагрузок. Быстро и неравномерно меняющиеся размеры тела отрицательно сказываются на координационных возможностях и затрудняют осуществление технической подготовки; требуют повышенного внимания к планированию нагрузок различной направленности, грамотному выбору средств подготовки и их сочетанию. В то же время усложняющиеся условия соревновательной деятельности – увеличение мощности трамплинов до К-95 – обуславливают повышенные требования к технической и координационной подготовке лыжников-двоеборцев, необходимые для эффективной реализации проявления двигательных действий и физических качеств в изменяющихся

условиях. Данные положения требуют от тренеров по лыжному двоеборью особой точности в планировании средств и методов тренировочного процесса, соответствия предложенных нагрузок биологическому возрасту спортсменов, тщательного контроля специальной подготовленности и работоспособности.

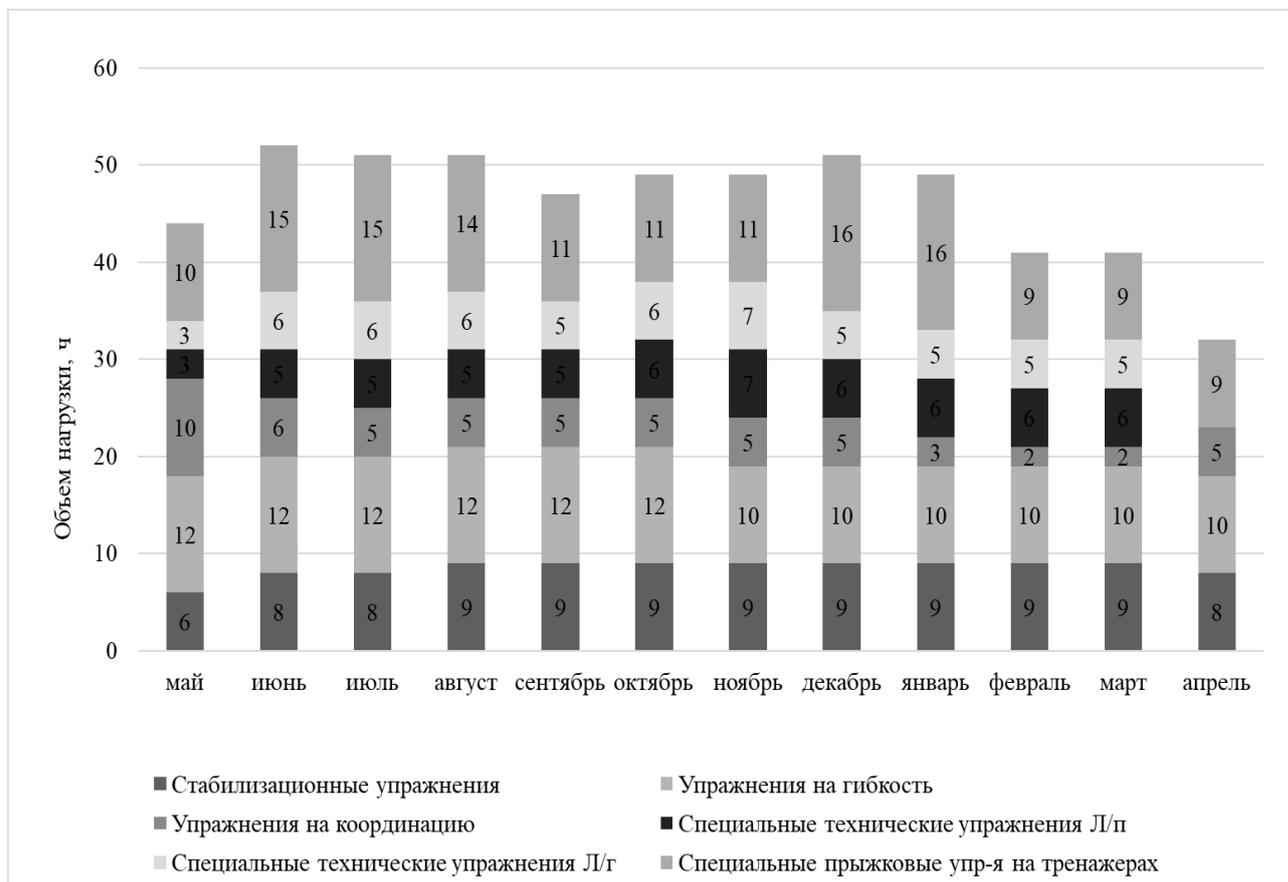


Рисунок 2 – Распределение и соотношение средств технической подготовки в годовом цикле лыжников-двоеборцев 13-16 лет

Тренировочный процесс юных лыжников-двоеборцев строится из шестидневных недельных микроциклов, с одним выходным днем. В подготовительном периоде в течение недели проводятся три занятия комплексной направленности с использованием специальных имитационных упражнений лыжника-прыгуна в первой половине основной части тренировки. Такое распределение нагрузки обусловлено тем, что имитационные упражнения являются сложно-координационными движениями и должны выполняться

спортсменами в свежем, не утомленном состоянии. С началом прыжковой подготовки на трамплине (3-4 тренировки в неделю) и в соревновательном периоде количество таких занятий сокращается до двух, однако в программу разминки и подготовки спортсменов к прыжкам включаются индивидуально подобранные упражнения. В период с октября по ноябрь вместо одной наземной технической тренировки занятие проводится в плавательном бассейне для отработки положения полета в безопорном положении. В переходном периоде в апреле-мае проводится одна техническая прыжковая тренировка в спортивном зале и одна в плавательном бассейне.

Таблица 19 – Базовый микроцикл прыжковой направленности в подготовительном периоде

День микроцикла	Задачи микроцикла	Средства подготовки	Объем нагрузки
1	2	3	4
1	<ul style="list-style-type: none"> - Совершенствование техники прыжков на лыжах с трамплина - Развитие координационных способностей - Развитие силовой выносливости мышц туловища и ног - Развитие быстроты 	Подвижные игры	15 мин
		Специально-технические упражнения (индивидуально, комплексы 1-4)	1 ч
		Координационные упражнения	30 мин
		Силовые стабилизационные упражнения	30 мин
		Бег слабой интенсивности	15-20 мин
2	<ul style="list-style-type: none"> - Совершенствование техники прыжков на лыжах с трамплина - Развитие скоростно-силовых способностей 	Подвижные игры	15 мин
		Специально-технические упражнения (индивидуально, комплексы 1-2)	30 мин
		Прыжки на лыжах с трамплина	6-8 раз, К-40 – К-60
3	<ul style="list-style-type: none"> - Совершенствование техники прыжков на лыжах с трамплина - Поддержание общей выносливости 	Бег низкой интенсивности	25-30 мин
		Специально-технические упражнения (индивидуально, комплексы 2-3)	30 мин
		Прыжки на лыжах с трамплина	6-8 раз, К-40 – К-60

Продолжение таблицы 19

4	- Специальная техническая прыжковая подготовка - Развитие координационных способностей и силовой выносливости мышц туловища и ног - Поддержание общей выносливости	Специально-технические упражнения (индивидуально, комплексы 1-4)	1 ч
		Подвижные игры координационной направленности	30 мин
		Силовые стабилизационные упражнения	15-20 мин
		Бег низкой интенсивности	25-30 мин
5	- Совершенствование техники прыжка на лыжах с трамплина - Развитие скоростно-силовых способностей	Подвижные игры координационной и скоростно-силовой направленности	30 мин
		Специально-технические упражнения (индивидуально, комплексы 2-3);	30 мин
		Прыжки на лыжах с трамплина	5-6 раз, К-60
6	- Развитие выносливости к работе аэробной мощности - Развитие скоростно-силовых способностей - Развитие гибкости	Кросс или лыжероллеры	1 ч
		Легкоатлетические прыжки («многоскоки»)	150-200 прыжков
		Упражнения на развитие гибкости	20 мин

Таким образом, специально-техническим упражнениям в подготовительном и переходном периодах в месяц отводится от 10 до 15 часов, а в соревновательном – доля этих упражнений увеличивается до 17 часов в месяц. Пример планирования недельного микроцикла прыжковой направленности в подготовительном периоде представлен в Таблице 19.

Выбор упражнений технической направленности, режимов их выполнения и дозировки осуществляется в соответствии с уровнем подготовленности, возрастом лыжников-двоеборцев и индивидуальными техническими недочетами. Именно поэтому реализация разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев предполагает в обязательном порядке предварительную оценку технической подготовленности и тщательный контроль правильности выполнения имитационных упражнений (Рисунок 3).

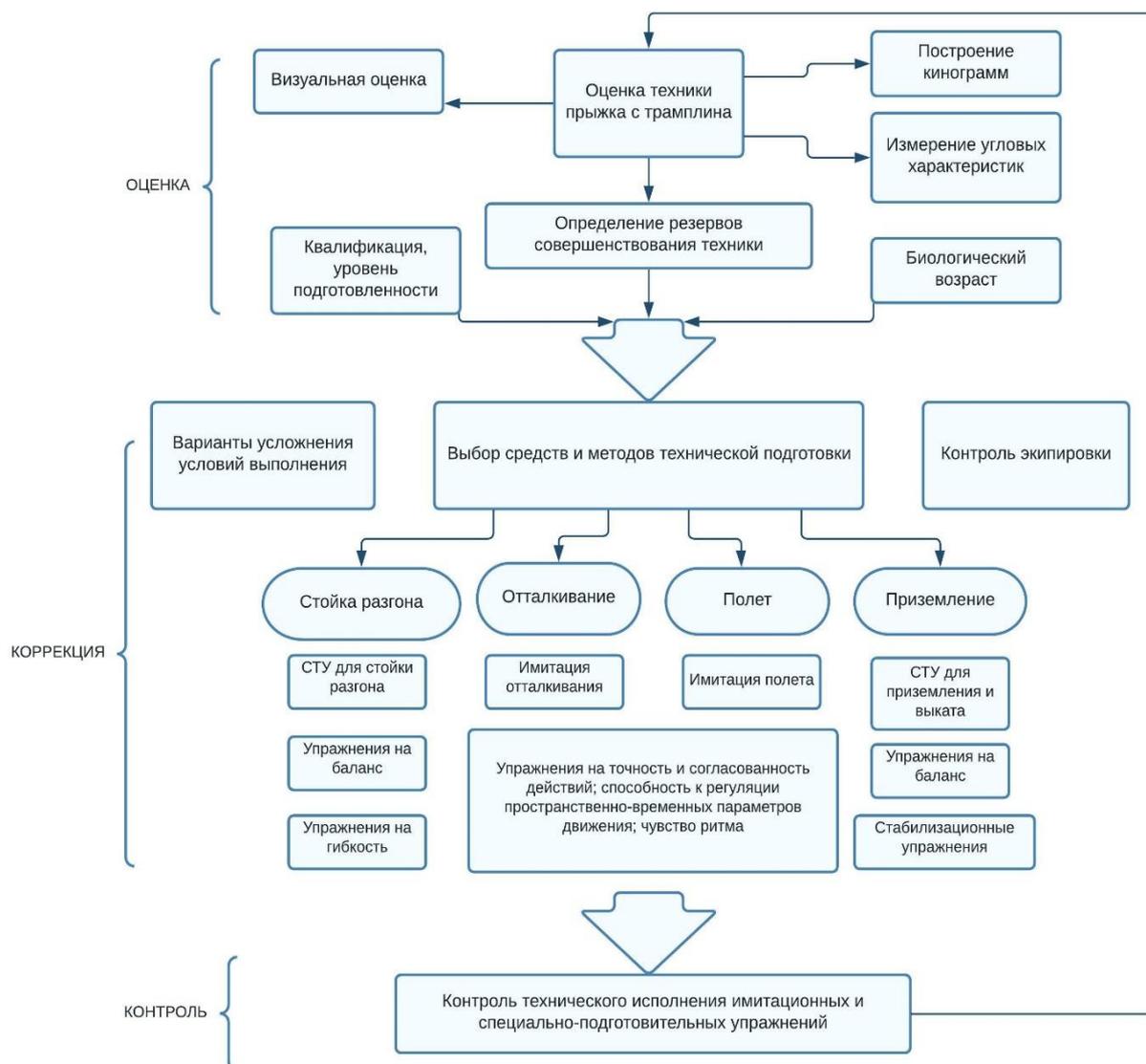


Рисунок 3 – Алгоритм реализации методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев

Во время выполнения предложенных упражнений должен осуществляться контроль техники по биомеханическим параметрам соревновательного упражнения, то есть соблюдаться принцип биомеханического соответствия имитационных упражнений соревновательному двигательному действию. Для контроля техники выполнения специальных упражнений можно опираться на модельные показатели угловых характеристик стойки разгона, отталкивания и полета. Неотъемлемой частью такого комплексного контроля является

наблюдение за взаимной симметричностью частей тела у спортсменов во фронтальной проекции, во время отработки технических элементов прыжка.

Важной составляющей реализации методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина является соответствие применяемых упражнений возрасту и уровню подготовленности лыжников-двоеборцев и неуклонное усложнение условий выполнения с ростом квалификации и спортивного мастерства.

Примерное соотношение средств технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина в зависимости от возраста юных спортсменов представлено в Таблицах 20 и 21.

Таблица 20 – Примерное соотношение вариантов выполнения имитационных упражнений в зависимости от возраста лыжников-двоеборцев, %

Вариант выполнения	Стойка разгона		Отталкивание		Приземление	
	Возраст, лет					
	13-14	15-16	13-14	15-16	13-14	15-16
На неподвижной опоре	40	25	40	30	35	25
На подвижной опоре или скольжении в тренировочной одежде	20	25	25	25	20	25
На подвижной опоре или скольжении в прыжковой экипировке	25	30	20	25	25	30
На неустойчивой опоре	15	15	15	20	20	20

Таблица 21 – Примерное соотношение вариантов выполнения имитации полета в зависимости от возраста лыжников-двоеборцев, %

Вариант выполнения	13-14 лет	15-16 лет
На неподвижной опоре	45	35
На подвижной опоре	25	30
В безопорном положении	30	35

Заключение по четвертой главе

1. Анализ техники прыжков на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет показал низкий уровень технической подготовленности спортсменов этого возраста в нашей стране. Наибольшие отклонения угловых характеристик от модельных значений определены в ключевой фазе прыжка – отталкивании от стола отрыва: средняя величина «угла отталкивания» в имитации прыжка с подвижной опоры и непосредственно на соревнованиях составляла 94° при модельных показателях $83-88^\circ$. Среднее значение аэродинамического коэффициента, величины, отражающей отношение подъёмных сил воздуха к встречному лобовому сопротивлению, в фазе полета было равно 0,44, при модельном значении – 0,30 и менее.

Из 43 участников соревнований только 9 лыжников-двоеборцев преодолели срединную часть фазы полета на трамплине мощностью К-95м в устойчивом положении, и ни один спортсмен не продемонстрировал технику, соответствующую модельным величинам. Экспертная оценка видеосъёмки показала наличие асимметрии в стойке разгона у 35 спортсменов, только у 10 двоеборцев было отмечено приоритетное ведение лыж по центру правой и левой лыжни на протяжении разгона, у 34 участников асимметрия наблюдалась при выполнении отталкивания от стола отрыва, лишь трое юных двоеборцев пролетели по воздуху с незначительными техническими отклонениями, и только 3 – реализовали приземление с разножкой в соответствии с судейскими требованиями.

2. Исследования средств технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет, применяемых в нашей стране, позволили установить, что наибольший объем технических упражнений применяется в облегченных условиях. Соотношение средств технической подготовки стойки разгона составило: на неподвижной опоре – $41,9 \pm 4,17\%$, на подвижной опоре или в скольжении в тренировочной одежде – $30,0 \pm 3,99\%$; на

подвижной опоре или скольжении в прыжковой экипировке – $19,6 \pm 3,52\%$; на неустойчивой опоре – $8,50 \pm 2,97\%$. Соотношение средств подготовки для совершенствования техники отталкивания в тех же вариантах выполнения составило – $49,20 \pm 4,31$, $26,20 \pm 4,58$, $18,80 \pm 3,09$ и $5,80 \pm 3,72\%$, соответственно.

Большая часть имитационных упражнений позиции полета упражнений выполняется на неподвижной перекладине (в среднем 58%), а в пяти командах доля таких упражнений составляет 70-100%. Проведенные исследования показали, что применяемые средства и методы технической подготовки по большей части не соответствуют требованиям соревновательной деятельности.

3. Сравнительный анализ кинематики средств технической подготовки и модельных параметров соревновательного упражнения показал, что технические ошибки и недочеты, проявленные юными двоеборцами в соревновательных условиях, являются прямым следствием ошибок в выполнении имитационных упражнений и недостаточной их вариативностью. Величины углов наклона туловища, коленного сустава и наклона голени при выполнении имитационных упражнений не соответствовали модельным показателям.

Наибольшие отклонения от модельных величин выявлены при выполнении имитации отталкивания от неподвижной опоры (средние значения угла наклона голени – $51,30^\circ \pm 3,76^\circ$, угла в коленном суставе – $106,80^\circ \pm 11,68^\circ$) и имитации полета на неподвижной опоре (угол наклона ног – $41,70^\circ \pm 7,98^\circ$, угол в тазобедренном суставе – $137,80^\circ \pm 13,50^\circ$).

4. Анализ научной и методической литературы, оценка уровня технической подготовленности юных лыжников-двоеборцев, исследование биомеханического соответствия средств технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина и методов их выполнения соревновательному упражнению позволили разработать методику технической подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет.

Предложенная методика включает обязательные требования к осуществлению технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина,

комплексы специально-подготовительных упражнений для развития равновесия и совершенствования техники фазы разгона, специально-подготовительных упражнений для совершенствования техники отталкивания, специально-подготовительных упражнений для совершенствования техники полета, специально-подготовительных упражнений для совершенствования техники приземления, упражнения для отработки безопасного падения, описания оборудования и варианты выполнения и усложнения, методические указания по контролю техники исполнения.

ГЛАВА 5 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ (ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ)

В начале эксперимента на основе исследований соревновательной деятельности, оценки уровня технической подготовленности, анализа показателей тренировочного процесса юных лыжников-двоеборцев были сформированы контрольная (n=11) и экспериментальная (n=11) группы. Всего в эксперименте участвовало 22 спортсмена: средний возраст – $14,86 \pm 1,13$ лет; средний рост – $159,30 \pm 12,82$ см; средняя масса тела – $48,79 \pm 13,75$ кг; квалификация – 4 КМС, 6 – I взрослый разряд, 8 – II взрослый, 4 – III взрослый (Приложение В).

Лыжники-двоеборцы экспериментальной и контрольной групп тренировались по утвержденной программе многолетней подготовки для ДЮСШ в соответствии с требованиями Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «лыжное двоеборье». При этом объем спортивной подготовки двоеборцев контрольной и экспериментальной групп был примерно одинаков (в зависимости от этапа многолетнего становления спортивного мастерства). Главным отличием являлось то, что в тренировочном процессе спортсменов ЭГ применялась разработанная методика технической подготовки.

В состав контрольной группы вошли спортсмены КГБУ СШОР «Старт» (Пермский край), МАУ СШОР «Летающий лыжник» (Пермский край), ГАУ СО СШОР «Уктусские горы» (Свердловская область).

Экспериментальная группа состояла из лыжников-двоеборцев ГБУ СШОР по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Выборгского района Санкт-Петербурга, ГБУ НО СШОР по прыжкам на лыжах и лыжному двоеборью (Нижегородская область), МБУ СШОР им.А.В.Звягинцева (Республика Татарстан).

В Таблице 22 представлены показатели тренировочного процесса в

годовом цикле подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет в прыжковом компоненте лыжного двоеборья.

Таблица 22 – Показатели тренировочного процесса лыжников-двоеборцев контрольной и экспериментальной групп, участвующих в педагогическом эксперименте

Группы	Количество тренировочных занятий в год	Объем прыжковой подготовки, количество прыжков	Специальные имитационные упражнения лыжника-прыгуна*	Специально-подготовительные упражнения на тренажерах**
Экспериментальная, n=11	289,3±26,7	475,6±43,4	51,32±12,48	112,08±34,15
Контрольная, n=11	283,5±28,9	472,4±38,7	43,56±18,06	98,21±48,22

Примечание: * – Специальные имитационные упражнения лыжника-прыгуна (СИУ_{лп}) – имитационные упражнения, выполняемые без специального оборудования.
 ** – Специально-подготовительные упражнения на тренажерах (СПУ_{тр}) – технические упражнения, выполняемые на тележке, балансирах, качелях, рамах, направлены на одновременное совершенствование техники соревновательного упражнения и физических способностей (координационных и скоростно-силовых способностей)

Лыжники-двоеборцы экспериментальной группы выполняли упражнения в усложненных условиях, при этом вариант выполнения и объем средств технической подготовки определялись индивидуально. Специальные имитационные прыжковые упражнения выполнялись на различных тренажерах и приспособлениях, таких как роликовая катящаяся тележка, резиновые амортизаторы, страховочная (акробатическая) лонжа, различные балансиры, а также в условиях бассейна или учебного склона. Этим упражнениям в подготовительном и переходном периодах в месяц отводилось от 10 до 15 часов, а в соревновательном – доля этих упражнений увеличивалась до 17 часов в месяц.

В экспериментальной группе особое внимание уделялось выполнению индивидуально подобранных упражнений, которые были направлены на коррекцию двигательных или позиционных ошибок, определенных в ходе

биомеханического анализа соревновательного движения.

В соответствии с принципом сопряженного воздействия часть применяемых упражнений была направлена на параллельное развитие координационных способностей, укрепление тонических мышц и совершенствование гибкости.

Упражнения на координацию были направлены на совершенствование согласованности двигательных действий и ориентации в пространстве и времени, регуляцию динамических и пространственно-временных параметров движения, развитие чувства ритма и способности к изменению направления движения и двигательной программы, а также способности к сохранению статического и динамического равновесия. Продолжительность работы над координацией и выбор объема и сложности упражнений определялись в соответствии с уровнем подготовленности и лимитирующими факторами каждого спортсмена. Аналогичные требования предъявлялись к упражнениям на гибкость. Упражнения на гибкость выполнялись спортсменами на каждом тренировочном занятии.

Большое количество часов спортсмены отводили на выполнение стабилизационных упражнений в рамках занятий по силовой подготовке. Комплекс упражнений был направлен на укрепление глубоких тонических мышц туловища, дозировка определялась индивидуально, продолжительность выполнения постепенно увеличивалась. В среднем на эти занятия уделялось от 1 до 2 часов в неделю в зависимости от квалификации и уровня подготовленности спортсменов.

5.1 Оценка технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет до и после эксперимента

Для оценки эффективности предложенной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина были проведены видеосъемки

прыжков на лыжах с трамплина в реальных соревновательных условиях.

Как свидетельствуют данные Таблицы 23, сравнительный анализ основных показателей в стойке разгона спортсменов контрольной и экспериментальной групп показал, что большинство обследованных лыжников-двоеборцев выполняли данный технический элемент в соответствии с угловыми модельными характеристиками до и после эксперимента.

Таблица 23 – Сравнительный анализ показателей технической подготовленности в стойке разгона лыжников-двоеборцев контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп до и после эксперимента ($X \pm \sigma$), град.

Показатели	Группа	До эксперимента	После эксперимента	Соответствие модельным значениям, чел.	
				до эксперимента	после эксперимента
фт	Контрольная	11,7±4,4	10,8±3,0	8	8
	Экспериментальная	12,7±5,5	11,7±2,8	8	10
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
αг	Контрольная	54,9±3,4	55,2±3,0	5	5
αг	Экспериментальная	54,9±3,5	55,1±2,0	5	7
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
βк	Контрольная	74,8±5,9	73,7±4	6	6
	Экспериментальная	76,5±5,6	72,7±6,0	6	9
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-

При этом угловые значения, выходящие за рамки модельных диапазонов в меньшую сторону, в настоящем исследовании рассматривались как удовлетворяющие современным требованиям, так как позволяли сделать позицию разгона сравнительно низкой, с меньшим аэродинамическим сопротивлением и благоприятной для набора скорости. В дополнение к этому такое положение спортсмена при разгоне создает предпосылки для активного направления отталкивания с более полной реализацией скоростно-силового потенциала ног.

Таким образом, средние угловые показатели наклона туловища до и после

эксперимента изменились в контрольной группе с $11,7^\circ$ до $10,8^\circ$ и в экспериментальной – с $12,7^\circ$ до $11,7^\circ$. До эксперимента у трех юных спортсменов в обеих группах угловые значения превышали модельные показатели ($10-15^\circ$) (Приложение А, Таблицы А1, А2, А9, А10), а после него – лишь у одного спортсмена из экспериментальной группы.

Средние показатели угла наклона голени до и после эксперимента сохранились практически неизменными – с $54,9^\circ$ до $55,2^\circ$ в контрольной группе и с $54,9^\circ$ до $55,1^\circ$ в экспериментальной. Количество спортсменов с углом наклона голени, превышающим модельные величины ($50-55^\circ$), в контрольной группе на протяжении эксперимента составило 6 человек, а в экспериментальной – сократилось с 5 до 4.

За время эксперимента среднее значение угла в коленном суставе у спортсменов контрольной группы сократилось с $74,8^\circ$ до $73,7^\circ$, в экспериментальной группе – с $76,5^\circ$ до $72,7^\circ$. Количество случаев превышения границ диапазона модельных показателей ($70-75^\circ$) в контрольной группе было равно 5, а в экспериментальной группе сократилось с 5 до 2.

На графиках, представленных на Рисунках 4-6, визуализировано изменение величин суставных углов в экспериментальной и контрольной группах до и после эксперимента. Наглядно видно уменьшение величины угла в коленном суставе спортсменов экспериментальной группы, позволившее юным двоеборцам принять более аэродинамически выгодную стойку разгона. Представление биомеханических показателей в виде боксплотов позволяет визуально сравнить размах значений, а его уменьшение у спортсменов, тренировавшихся по предложенной методике технической подготовки, свидетельствует о соответствии большинства индивидуальных величин суставных углов модельным требованиям.

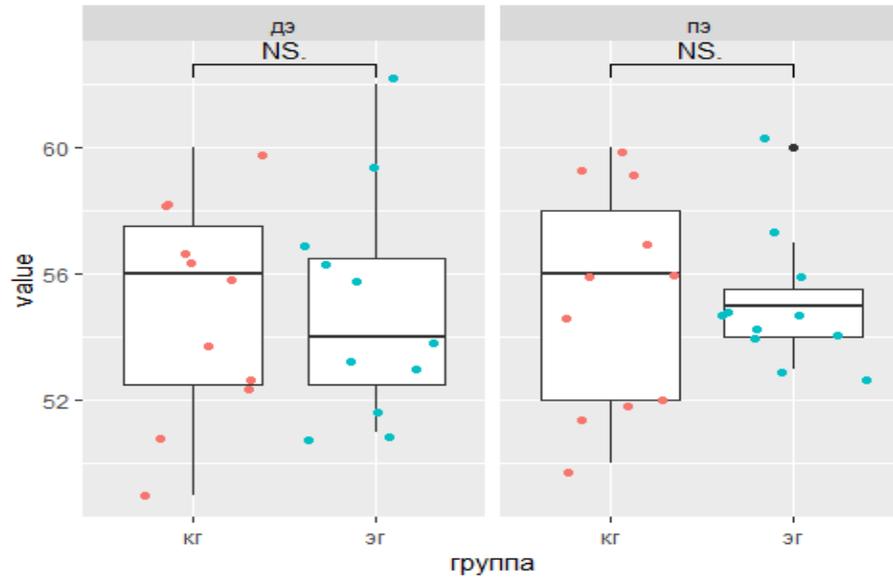


Рисунок 4 – Изменения положения голени в фазе разгона лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

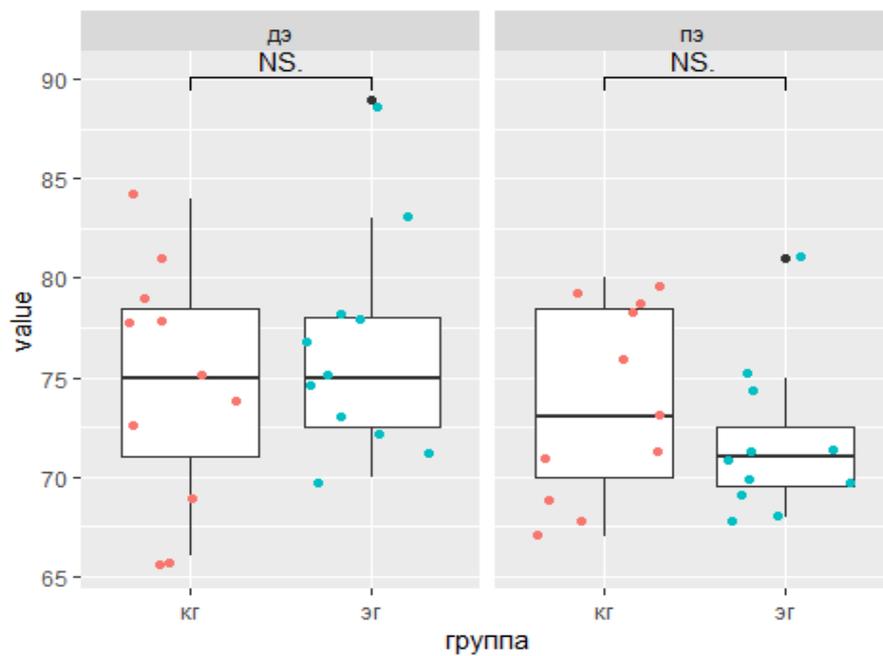


Рисунок 5 – Изменения величины угла в коленном суставе в фазе разгона лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

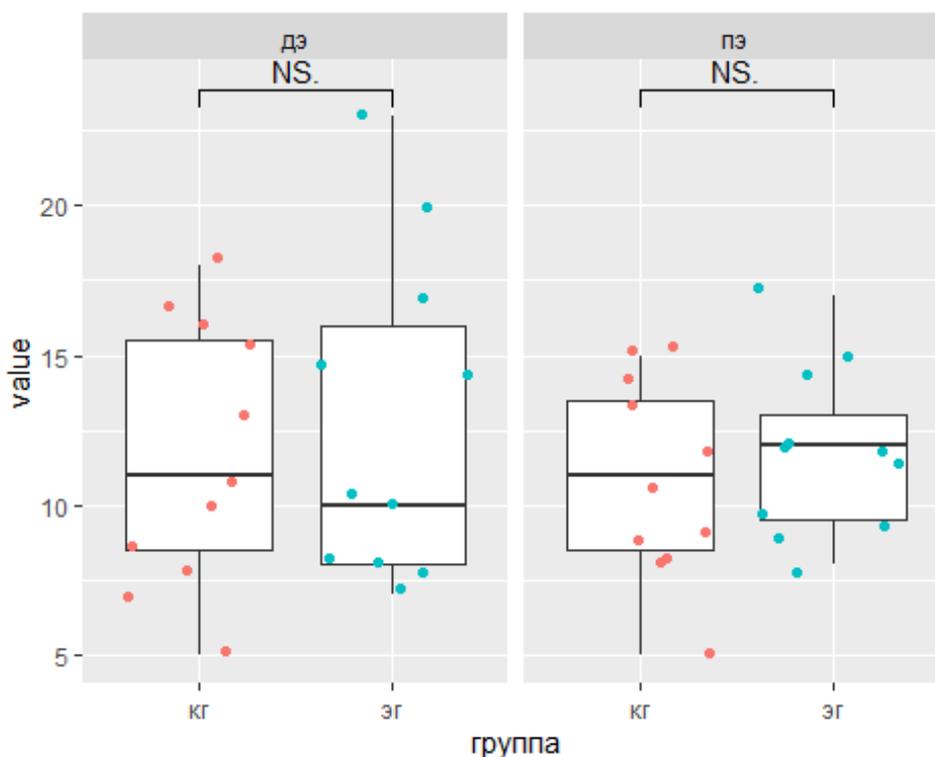


Рисунок 6 – Изменения положения туловища в фазе разгона лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

Наряду с кинематическими характеристиками были рассмотрены технические ошибки, связанные с асимметрией частей тела в стойке разгона и недочетами в ведении лыж по лыжне. Именно такие неприметные на первый взгляд дефекты в технике прохождения фазы разгона, как смещение ОЦТ преимущественно на одну ногу, сведение или разведение коленей, асимметричное положение рук, плеч, лыж, могут существенно снижать эффективность позиции разгона в отношении набора высокой скорости и как исходного положения для отталкивания от стола отрыва.

В ходе контрольных обследований проводилась видеосъемка прыжка с трамплина во фронтальной проекции, которая в дальнейшем при помощи экспертной оценки позволила определить у спортсменов перечисленные выше недостатки. Так, до и после эксперимента в контрольной группе среднее значение количества технических недочетов, связанных с асимметрией тела и ведения лыж, осталось неизменным – $1,7 \pm 0,8$ до эксперимента и $1,7 \pm 0,4$ после, а

в экспериментальной группе сократилось с $1,6 \pm 0,8$ до $1,3 \pm 0,3$ (Таблица 24).

Таблица 24 – Результаты экспертной оценки выполнения стойки разгона лыжниками-двоеборцами контрольной ($n=11$) и экспериментальной ($n=11$) групп в начале и конце эксперимента ($X \pm \sigma$), средний экспертный балл ($n=7$)

Технический элемент	Группы	До эксперимента	После эксперимента
Ведение лыж, симметрия тела			
Стойка разгона	Контрольная	$1,7 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,4$
	Экспериментальная*	$1,6 \pm 0,8$	$1,3 \pm 0,3$
	U-Манна-Уитни	$p > 0,05$	$p < 0,05$

Примечание: * – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в экспериментальной группе (критерий Т-Уилкоксона $p < 0,05$)

После работы по разработанной методике в группе спортсменов экспериментальной группы стало статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше подобных технических ошибок в фазе разгона.

Сравнительный анализ выполнения отталкивания лыжниками-двоеборцами показал, что в конце эксперимента контрольная и экспериментальная группы стали статистически достоверно ($p < 0,05$) различаться по показателям угла в коленном суставе и угла отталкивания (Таблица 25). Так, средняя величина результирующего угла отталкивания в контрольной группе в ходе эксперимента незначительно уменьшилась с $93,3^\circ \pm 3,0^\circ$ до $91,6^\circ \pm 3,2^\circ$, а в экспериментальной – статистически достоверно ($p < 0,05$) сократилась с $94,5^\circ \pm 4,9^\circ$ до $88,5^\circ \pm 2,5^\circ$.

На протяжении эксперимента угол наклона голени спортсменов контрольной группы практически сохранил свои значения – $65,3^\circ \pm 5,8^\circ$ и $65,6^\circ \pm 4,3^\circ$, а в экспериментальной незначительно сократился с $65,3^\circ \pm 3,8^\circ$ до $64,1^\circ \pm 1,1^\circ$, с повышением однородности результатов по группе (Рисунок 7). Соответствие модельным показателям ($60-65^\circ$) в контрольной группе сократилось с 8 до 7, а в экспериментальной увеличилось с 7 до 10 (Приложение А, Таблицы А3, А4, А11, А12).

Таблица 25 – Сравнительный анализ показателей технической подготовленности в фазе отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп до и после эксперимента ($X \pm \sigma$), град.

Показатели	Группа	До эксперимента	После эксперимента	Соответствие модельным значениям, чел.	
				до эксперимента	после эксперимента
фг	Контрольная	34,0±7,7	32,4±5,6	5	6
	Экспериментальная	32,8±10,3	32,0±4,0	5	8
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
ог	Контрольная	65,3±5,8	65,6±4,3	8	7
	Экспериментальная	65,3±3,8	64,1±1,1	7	10
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
βк	Контрольная	123,4±12,4	122,6±6,0	4	3
	*Экспериментальная	121,6±9,7	127,9±3,1	4	7
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p<0,05	-	-
ω	Контрольная	93,3±3,0	91,6±3,2	1	2
	*Экспериментальная	94,5±4,9	88,5±2,5	2	4
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p<0,05	-	-

Примечание: * – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в экспериментальной группе (критерий Т-Уилкоксона p<0,05)

Известно, что сохранение острого угла наклона голени при отталкивании способствует более активному направлению вылета, что является одной из ключевых задач лыжника-двоеборца в данной фазе прыжка. Также, основываясь на данных, представленных в Таблице 25, видно, что по завершении работы по предложенной методике увеличилось количество спортсменов, техника которых стала соответствовать модельным значениям отталкивания от стола отрыва. Необходимо отметить, что в связи с достаточно большим диапазоном возраста спортсменов и, соответственно, их квалификации (Приложение В) угловые показатели, отличающиеся от модельных на 2° и меньше, принимались как соответствующие модельному уровню.

Значения биомеханических показателей, представленные в виде боксплотов на Рисунках 7-10, демонстрируют изменения, произошедшие в группах до и после эксперимента. Так, на Рисунке 7 отражены незначительные

изменения в наклоне голени в обеих группах, при этом в экспериментальной группе угол наклона стал немного острее, а в контрольной отмечено увеличение этого угла. Это говорит о преимуществе экспериментальной методики, поскольку острый угол наклона голени с технической точки зрения более благоприятен для выполнения отталкивания, так как способствует активному направлению вылета.

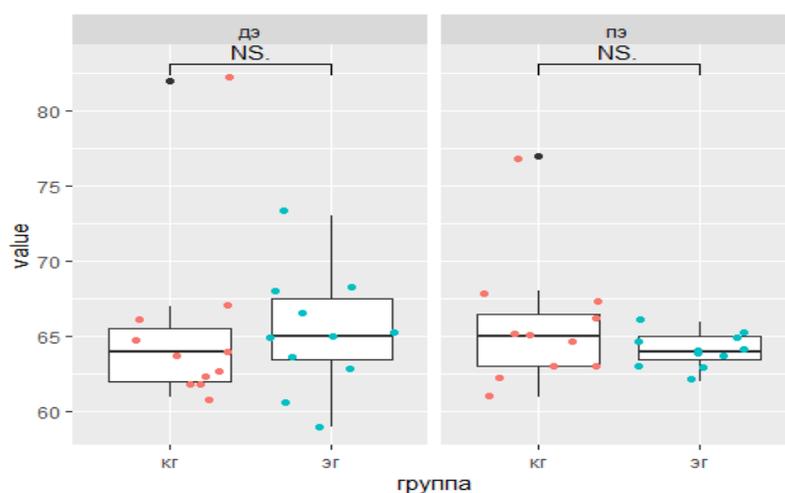


Рисунок 7 – Изменения в положении голени в фазе отталкивания лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

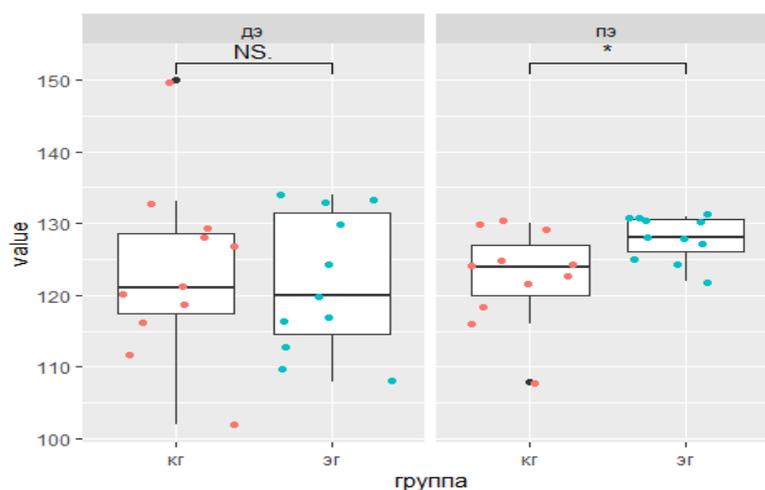


Рисунок 8 – Изменения величины угла в коленном суставе в фазе отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

Статистически достоверные изменения ($p < 0,05$) отмечены в

экспериментальной группе – спортсмены стали демонстрировать больший угол разгибания в коленном суставе (Рисунок 8).

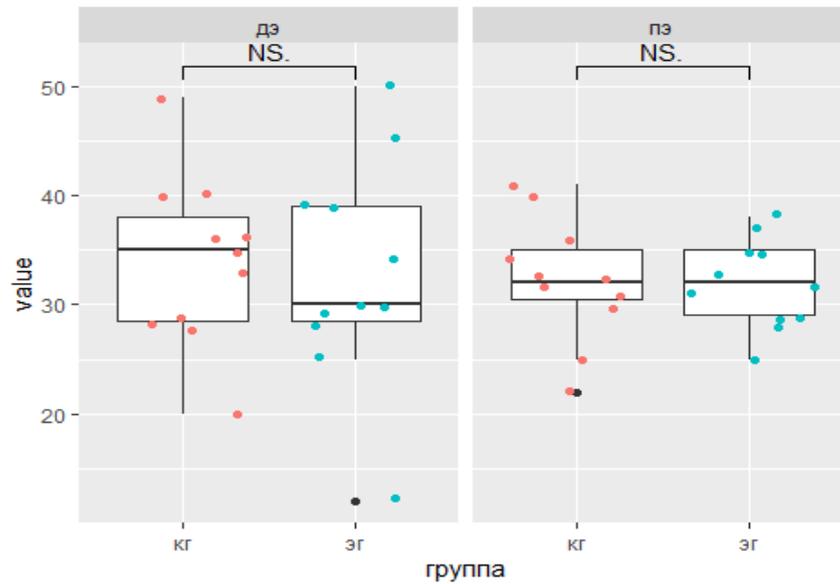


Рисунок 9 – Изменения положения туловища в фазе отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

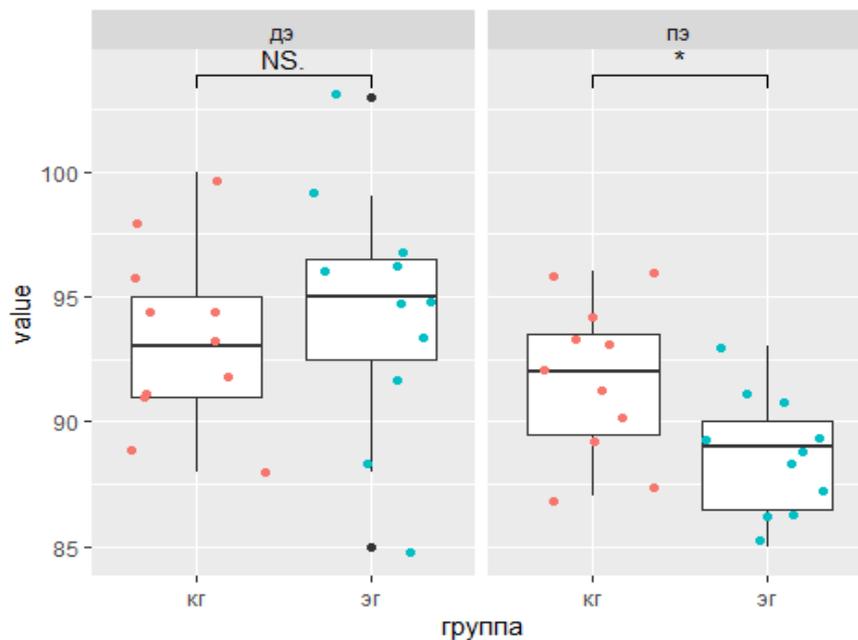


Рисунок 10 – Изменения угла отталкивания в фазе отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

Анализ экспертных баллов при оценке симметричного положения тела во

время выполнения отталкивания от стола отрыва показал незначительное снижение среднего значения количества ошибок в контрольной группе с $1,7 \pm 0,5$ до $1,5 \pm 0,5$, в то время, как в экспериментальной группе эта динамика была более выраженной – количество ошибок сократилось с $1,7 \pm 0,6$ до $1,2 \pm 0,4$ (Таблица 26). Данный факт говорит о повышении рациональности движения отталкивания, при котором вес тела спортсменов более равномерно распределен на обе ноги, что позволит им выполнить отталкивание с приблизительно равным усилием ног и создаст благоприятные предпосылки для стабильного начала полета.

Таким образом, у экспериментальной группы четко просматриваются положительные тенденции в совершенствовании техники ключевого элемента прыжка на лыжах с трамплина – отталкивания от стола отрыва – после применения в тренировочном процессе экспериментальной методики технической подготовки. Это выразилось в статистически достоверных изменениях ($p < 0,05$) величины угла в коленном суставе, сокращении значений ($p < 0,05$) результирующего угла отталкивания, а также в положительной динамике снижения количества ошибок, связанных с асимметрией частей тела при отталкивании.

Таблица 26 – Результаты экспертной оценки выполнения отталкивания от стола отрыва лыжниками-двоеборцами контрольной ($n=11$) и экспериментальной ($n=11$) групп в начале и конце эксперимента ($X \pm \sigma$), средний экспертный балл ($n=7$)

Технический элемент	Группы	До эксперимента	После эксперимента
Ведение лыж, симметрия тела			
Отталкивание от стола отрыва	Контрольная	$1,7 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$
	Экспериментальная	$1,7 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$
	U-Манна-Уитни	$p > 0,05$	$p < 0,05$

Средние величины угловых характеристик в фазе полета, определенные в начале эксперимента в контрольной и экспериментальной группах, отличались от модельных значений (Таблица 27).

Таблица 27 – Сравнительный анализ показателей технической подготовленности в фазе полета на 65 метрах лыжников-двоеборцев контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп до и после эксперимента ($X \pm \sigma$), град.

Показатели	Группы	До эксперимента	После эксперимента	Соответствие модельным значениям	
				до эксперимента	после эксперимента
φh	*Контрольная	15,0±5,3	12,5±4,4	3	5
	**Экспериментальная	13,8±5,6	9,8±4,5	4	6
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
λh	*Контрольная	40,8±5,0	37,5±3,6	0	0
	**Экспериментальная	38,3±4,4	33,5±4,1	0	4
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p<0,05	-	-
γ	Контрольная	155,9±6,6	155,4±4,9	6	7
	Экспериментальная	156,5±5,1	156,5±2,3	6	9
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
αh	Контрольная	9,1±4,7	7,3±1,9	3	2
	Экспериментальная	8,1±6,1	5,6±3,3	4	5
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05	-	-
AK	Контрольная	0,5±0,0	0,5±0,0	0	0
	**Экспериментальная	0,5±0,1	0,4±0,0	0	0
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p<0,05	-	-

Примечание:* – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в контрольной группе (критерий Т-Уилкоксона $p < 0,05$);

** – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в экспериментальной группе (критерий Т-Уилкоксона $p < 0,05$)

Относительно «открытое» по отношению к встречному воздушному потоку положение туловища (более 10°), ног (более 30°) и лыж (более 5°) создавало высокое лобовое воздушное сопротивление, снижая тем самым скорость полета. Недостаточное распрямление в тазобедренном суставе (угол в тазобедренном суставе менее 155°) сокращало площадь опоры лыжника-двоеборца на воздух и, соответственно, влияние на него подъемных сил. Значение величины АК является результирующей в определении аэродинамического качества полета для всей системы лыжник-лыжи и становится актуальной по мере уменьшения (AK менее 0,3).

Таким образом, анализ основных биомеханических характеристик положения юных лыжников-двоеборцев контрольной и экспериментальной

групп в полете определил его низкое аэродинамическое качество до начала эксперимента (Приложение А, Таблицы А5, А6). В дополнение к этому наличие недочетов, связанных с взаимной асимметрией частей тела и лыж в полете (Таблица 28), еще в большей мере снижает аэродинамическую эффективность позы полета, а также ее эстетическую составляющую, что негативно отражается на оценках судей по технике.

Таблица 28 – Результаты экспертной оценки выполнения полета лыжниками-двоеборцами контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп в начале и конце эксперимента ($X \pm \sigma$), средний экспертный балл (n=7)

Технический элемент	Группы	До эксперимента	После эксперимента
Ведение лыж, симметрия тела			
Оттапливание от стола отрыва	Контрольная	1,4±0,3	1,4±0,4
	*Экспериментальная	1,6±0,5	1,1±0,4
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p>0,05

Примечание: * – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в экспериментальной группе (критерий Т-Уилкоксона p<0,05)

Согласно проведенному статистическому анализу, в контрольной и экспериментальной группах статистически достоверные изменения произошли в положении туловища и ног. При этом в экспериментальной группе эти изменения имеют более прогрессивный характер (p<0,05). У юных лыжников-двоеборцев из экспериментальной группы статистически достоверно изменились средние значения АК, что свидетельствует о положительной динамике совершенствования техники полета в целом (Рисунки 11-13).

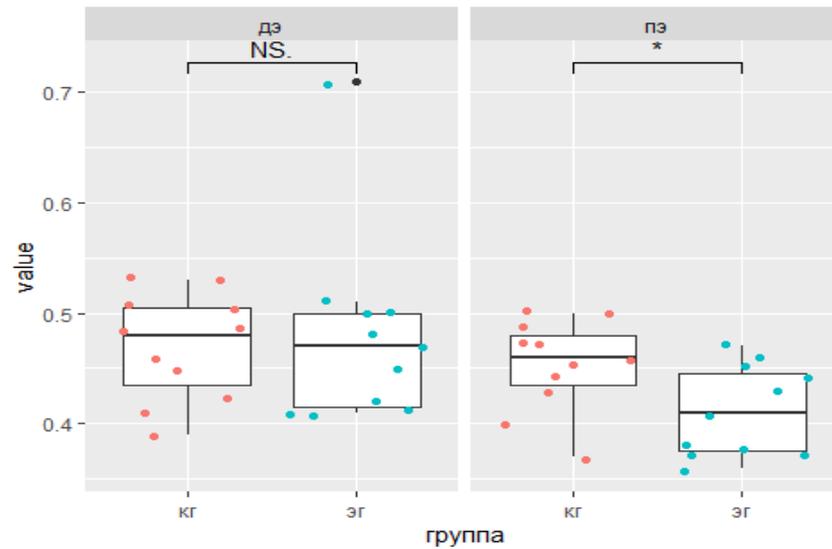


Рисунок 11 – Изменение значений аэродинамического коэффициента в фазе полета лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

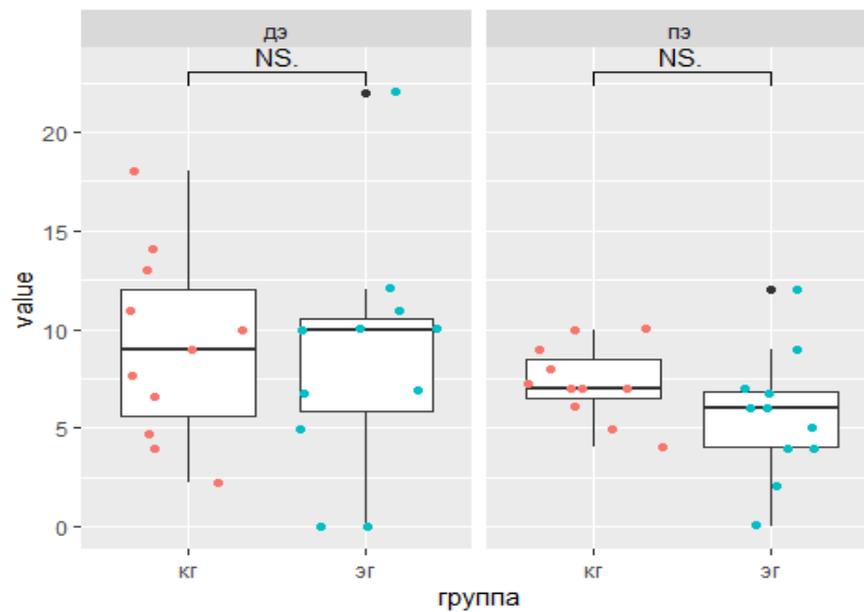


Рисунок 12 – Изменения в положении лыж в фазе полета лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

Определена тенденция к уменьшению остальных угловых показателей положения тела и лыж в экспериментальной группе (Рисунки 14, 15) и отмечается статистически достоверное ($p < 0,05$) снижение количества ошибок по данным экспертной оценки симметрии тела в полете, поэтому можно

утверждать, что применение экспериментальной методики тренировки позволило повысить результативность юных двоеборцев.

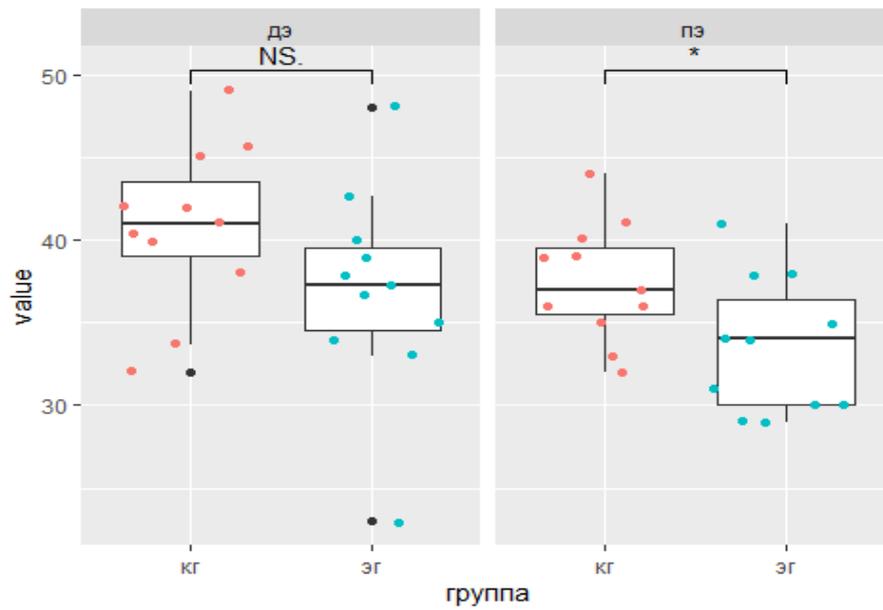


Рисунок 13 – Изменения наклона ног в фазе полета лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

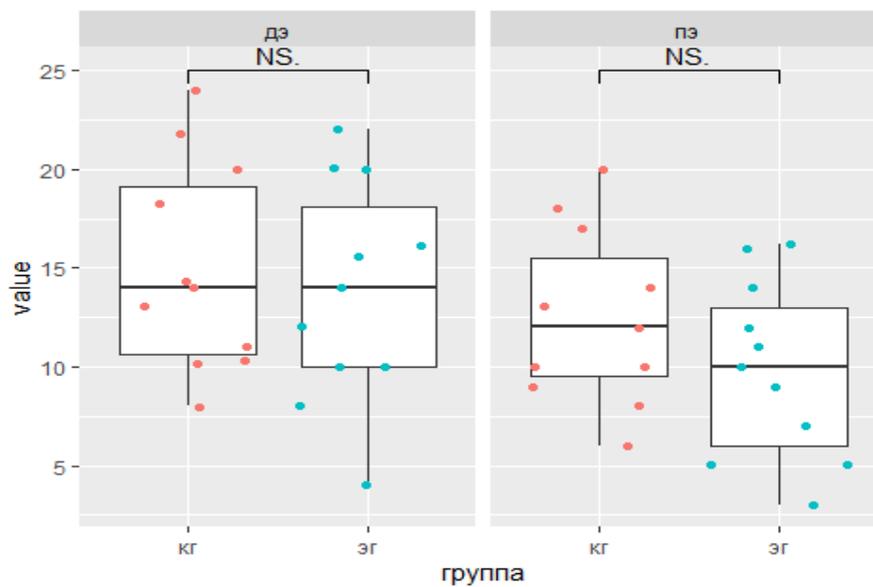


Рисунок 14 – Изменения положения туловища в фазе полета лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

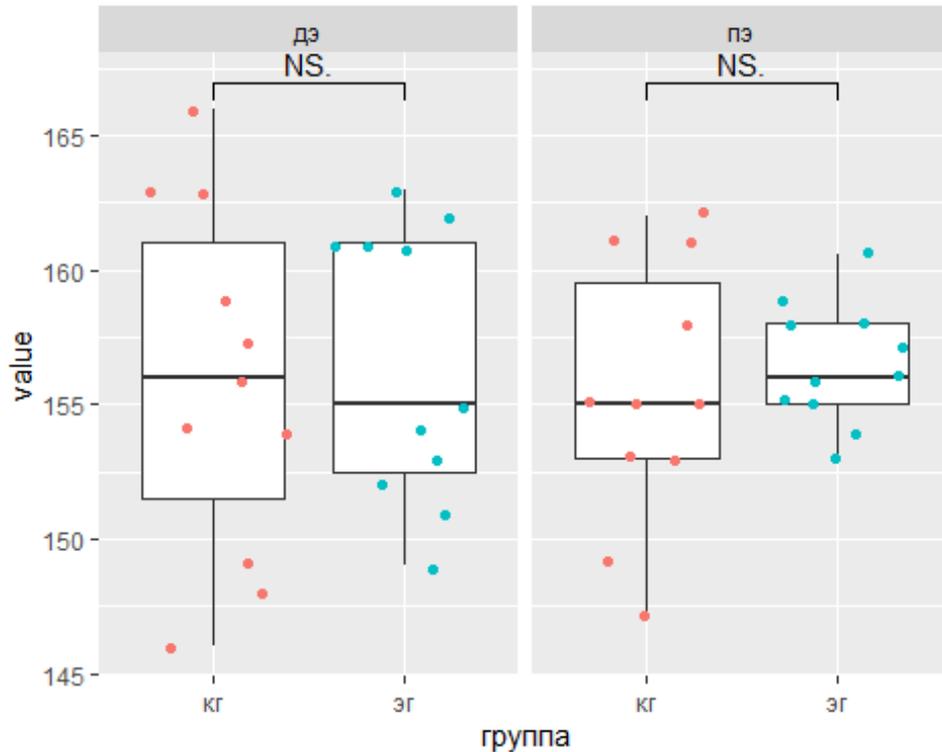


Рисунок 15 – Изменения величины угла в тазобедренном суставе в фазе полета лыжников-двоеборцев после проведенного эксперимента

Необходимо учитывать, что полет на лыжах с трамплина протекает в безопорном положении на большой скорости, зачастую на грани риска, и внести существенные коррективы в технику его исполнения за короткий срок эксперимента не представлялось возможным.

За время проведения эксперимента количество спортсменов, продемонстрировавших соответствие модельным показателям в положении лыж в контрольной группе сократилось с 3 до 2, а в экспериментальной группе – увеличилось с 4 до 5.

Величины угла наклона ног всех спортсменов экспериментальной группы до эксперимента превышали модельные значения, а после применения методики технической подготовки эти показатели стали соответствовать модельным у четырех юных лыжников-двоеборцев.

Положительные изменения в параметрах положения туловища и угла в

тазобедренном суставе произошли у спортсменов контрольной и экспериментальной групп. На протяжении эксперимента количество соответствий модельным показателям в контрольной группе увеличилось с 3 до 5 и с 6 до 7, а в экспериментальной – с 4 до 6 и с 6 до 9, соответственно (Рисунки 14, 15).

Статистически достоверных различий между спортсменами контрольной и экспериментальной групп до и после эксперимента не выявлено ($p > 0,05$), однако установлено статистически достоверное ($p < 0,05$) снижение количества технических ошибок у спортсменов, тренировавшихся по разработанной методике.

Выполнение технического элемента приземления до и после эксперимента оценивалось группой экспертов (судьями по технике) в соответствии с правилами судейства техники прыжка на лыжах с трамплина, утвержденными FIS. Основным критерием исполнения правильного приземления являлась демонстрация спортсменами позы разножки (телемарк) с характерными для нее выпадом вперед одной ногой, распрямленным вверх туловищем и разведенными в стороны руками на протяжении первых 10-12 метров после первого контакта лыж с горой приземления. Максимальный вычет судейских баллов за разножку может варьироваться от 1,5 до 0 в зависимости от ее качества, что является модельным ориентиром. Приземление без попытки выполнения разножки с различными другими техническими помарками отмечается каждым из 5 судей по технике вычетом от 2,5 до 5 баллов.

Анализ среднего показателя экспертных оценок технического элемента приземления в контрольной группе до и после эксперимента (Таблица 29) показал, что юные лыжники-двоеборцы в своем большинстве не выполняли разножку и допускали при этом грубые ошибки с вычетом 3 и более баллов (Рисунок 16). Спортсмены из экспериментальной группы за время проведения эксперимента имели статистически достоверные ($p < 0,05$) изменения в сторону улучшения качества фазы приземления (Рисунок 16).

Таблица 29 – Результаты экспертной оценки выполнения приземления лыжниками-двоеборцами контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп в начале и конце эксперимента ($X \pm \sigma$), средний экспертный балл (n=7)

Технический элемент	Группы	До эксперимента	После эксперимента
Согласно правилам FIS			
Приземление	*Контрольная	2,7±0,3	2,5±0,3
	**Экспериментальная	2,1±0,1	1,9±0,3
	U-Манна-Уитни	p>0,05	p<0,05

Примечание: * – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в контрольной группе (критерий Т-Уилкоксона p<0,05);
 ** – статистически достоверные различия в показателях до и после эксперимента в экспериментальной группе (критерий Т-Уилкоксона p<0,05)

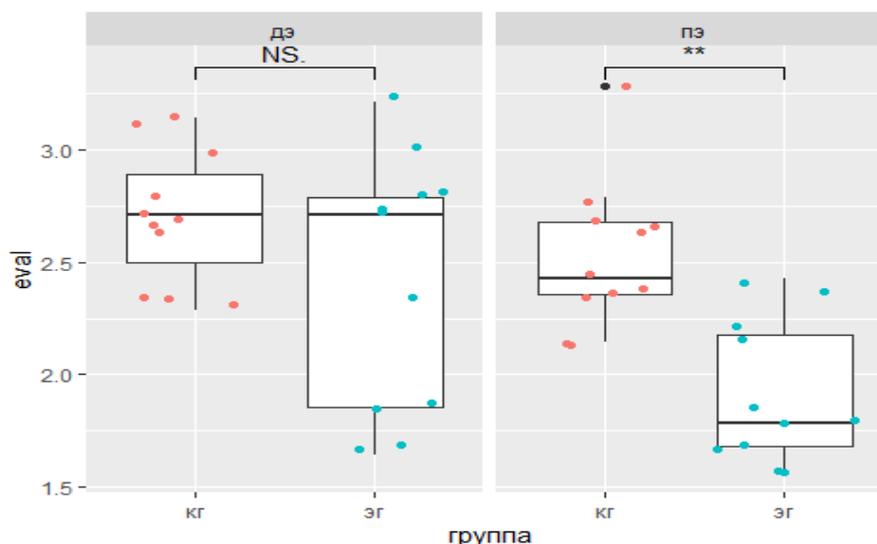


Рисунок 16 – Изменения оценок экспертов за выполнение приземления лыжниками-двоеборцами после проведенного эксперимента

Среднее значение экспертной оценки до эксперимента демонстрирует отсутствие позиции разножки в целом по экспериментальной группе со значительной неоднородностью результатов в данной выборке. После эксперимента средняя техническая оценка экспертов соответствовала попытке выполнения разножки с незначительными погрешностями, а однородность результатов в группе повысилась.

5.2 Оценка специальной физической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет до и после эксперимента

Во время педагогического эксперимента проводилось тестирование специальной физической подготовленности, контрольные срезы которого представлены в Таблице 30 и Приложении Д, Таблицы Д.1–Д.4.

Таблица 30 – Сравнительный анализ специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья лыжников-двоеборцев контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп в начале и конце эксперимента ($X \pm \sigma$)

Наименование теста	Оцениваемое физическое качество	Группы	До эксперимента	После эксперимента	Статистическая значимость различий (Т-Уилкоксона)
1	2	3	4	5	6
Прыжок по Абалакову, см	Сила	КГ	72,8±11,0	74,5±10,2	p<0,05
		ЭГ	73,3±10,1	80,2±12,0	p<0,05
Тройной прыжок с места «с двух ног на две», см	Скоростно-силовые способности	КГ	655,7±72,5	657,7±72,7	p>0,05
		ЭГ	654,2±77,9	657,7±80,6	p>0,05
Прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», с	Прыгучесть и взрывная сила	КГ	7,1±0,6	7,1±0,9	p>0,05
		ЭГ	7,1±0,6	6,1±0,2	p<0,05
«Восьмерка», с	Координационные способности	КГ	18,1±1,8	18,0±1,5	p>0,05
		ЭГ	19,9±2,3	16,3±1,4	p<0,05
«Удержание сагиттального баланса», с	Координационные способности	КГ	7,3±5,5	7,4±5,3	p>0,05
		ЭГ	7,2±5,7	11,4±6,2	p<0,05
«Удержание фронтального баланса», с	Координационные способности	КГ	7,4±5,4	7,8±5,1	p>0,05
		ЭГ	7,3±5,7	10,7±5,9	p<0,05
Гибкость голеностопного сустава, град.	Подвижность в голеностопном суставе/с	КГ	42,6±5,7	42,2±6,4	p>0,05
		ЭГ	43,5±4,9	38,0±4,1	p<0,05

Сравнительный анализ СФП в прыжковом компоненте лыжного двоеборья до начала педагогического эксперимента показал, что обе группы

показывали примерно равный ($p < 0,05$) уровень силовой, скоростно-силовой, координационной подготовленности и гибкости. После педагогического эксперимента результаты лыжников-двоеборцев стали статистически достоверно ($p < 0,05$) различаться в тестах – прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», удержание сагиттального баланса, удержание фронтального баланса, гибкость голеностопного сустава. Лыжники-двоеборцы экспериментальной группы продемонстрировали улучшения в данных показателях, что позволило повысить результативность в прыжке с трамплина. Благодаря улучшению гибкости спортсмены стали принимать более активную и глубокую позицию разгона. Возросшие координационные способности привели к тому, что спортсмены стали наиболее точно воспроизводить движения, своевременно начинать отталкивание, контролировать свои действия во время прыжка на лыжах с трамплина.

Спортсмены контрольной и экспериментальной групп после эксперимента улучшили показатели физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья по сравнению с результатами 2020 года. При этом, согласно критериям Манна-Уитни и Уилкоксона, наиболее значимые сдвиги ($p < 0,05$) в координационных способностях и показателях гибкости отмечаются у спортсменов занимающихся по экспериментальной методике, что говорит о том, что данная методика благоприятно воздействует на сопряженное развитие технической подготовленности и специальных физических качеств лыжников-двоеборцев.

5.3 Анализ результативности лыжников-двоеборцев 13-16 лет

Об эффективности методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев юношей 13-16 лет можно судить по показателям соревновательной деятельности, отраженных в Таблице 31. Для оценки действенности разработанной методики был проведен сравнительный

анализ официальных протоколов соревнований по лыжному двоеборью (прыжковой программы) до и после эксперимента.

Таблица 31 – Динамика результативности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья спортсменов контрольной (n=11) и экспериментальной (n=11) групп на соревнованиях до и после эксперимента ($X \pm \sigma$)

Показатель	Группы	До эксперимента	После эксперимента	Δ	$\Delta, \%$	Статистическая значимость различий (Т-Уилкоксона)
Место в прыжке	КГ	18,5±7,2	18,0±11,7	2,55	13,82	p>0,05
	ЭГ	16,6±6,4	12,9±10,8*	-3,73	-22,42	p<0,05
Длина прыжка, м	КГ	65,7±10,7	59,4±10,5	-6,37	-9,69	p<0,05
	ЭГ	66,8±14,9	72,0±2,0*	5,18	7,75	p<0,05
Скорость разгона, км/ч	КГ	86,6±0,7	83,9±0,7	-2,76	-3,19	p<0,05
	ЭГ	87,3±0,5	85,0±0,7	-2,3	-2,64	p<0,05
Очки за технику, балл	КГ	42,6±3,1	42,3±2,7	-0,37	-0,87	p>0,05
	ЭГ	44,6±2,3	48,2±2,1*	3,59	8,04	p<0,05
Общий балл	КГ	54,6±25,9	58,0±25,2	3,31	6,06	p>0,05
	ЭГ	71,3±21,7	84,5±24,0*	13,24	18,57	p<0,05

Примечание: * – статистически достоверные различия в показателях двух групп по критерию U-Манна-Уитни p<0,05

Ввиду широкого возрастного диапазона спортсменов, участвующих в педагогическом эксперименте, не представлялось возможным рассмотреть динамику результативности на одних и тех же соревнованиях одновременно у всей группы спортсменов, так как они выступали на трамплинах разных мощностей. Исходя из этого сравнительный анализ для 18 спортсменов в 2020 году проводился на X зимней Спартакиаде учащихся России, а в 2021 году – на Первенстве России по лыжному двоеборью (юноши 15-17 лет), трамплины К-95 и К-90. Для 13-летних спортсменов, которые ввиду возраста и квалификации выступают на трамплине К-50, результаты учитывались по итогам контрольных тренировок, проводимых в спортивных школах.

Сравнительный анализ, представленный в Таблице 31, показал, что до

начала педагогического эксперимента контрольная и экспериментальная группы статистически достоверно не различались по всем показателям. Таким образом, можно утверждать, что на момент начала занятий по разработанной методике спортсмены находились на примерно равном уровне подготовленности. После педагогического эксперимента результаты спортсменов контрольной и экспериментальной групп стали статистически достоверно ($p < 0,05$) различаться по показателям – место, занятое после прыжка, длина прыжка, скорость разгона и оценки судей за технику.

Определены статистически достоверные изменения в дальности прыжка, оценках за технику и общем балле за прыжок у спортсменов экспериментальной группы ($p > 0,05$). На снижение показателей скорости разгона повлияли изменения в регламенте соревнований, так, в 2020 году спортсмены совершали прыжки с 24 стартовых ворот, а в 2021 году – с 15. К этим изменениям своевременно адаптировали технику спортсмены экспериментальной группы, у которых в 2021 году наблюдается положительная динамика длины прыжка. У спортсменов контрольной группы, напротив, отмечается её значимое ($p < 0,05$) снижение по сравнению с 2020 годом.

Анализ средних показателей динамики результативности свидетельствует о том, что применение экспериментальной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина способствовало улучшению не только технической подготовленности, но и адаптации спортсменов экспериментальной группы к изменившимся условиям соревновательной деятельности, что закономерно стало итогом более результативных выступлений лыжников-двоеборцев, занимавшихся по данной методике.

Индивидуальные показатели результативности также свидетельствуют об эффективности предложенной методики. Трое спортсменов, тренировавшихся по экспериментальной методике, заняли призовые места на Первенстве России и прошли отбор на Первенство мира среди юниоров.

Заключение по пятой главе

1. Сравнительный анализ результатов тестирования спортсменов, участвовавших в педагогическом эксперименте, показал, что применение разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению и осуществление контроля техники выполнения имитационных упражнений позволило статистически достоверно повысить уровень технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина.

В фазе разгона у лыжников-двоеборцев экспериментальной группы в конце эксперимента стало статистически достоверно ($p < 0,05$) меньше технических ошибок, связанных с асимметрией тела и ведением лыж (до $1,6 \pm 0,8$, после $1,3 \pm 0,3$). Техника большинства спортсменов ЭГ стала соответствовать актуальным модельным значениям в фазе разгона: в показателях угла наклона туловища – 10 против 8 до эксперимента; наклона голени – 7 против 5 до эксперимента; угла в коленном суставе – 9 против 6 до эксперимента.

В фазе отталкивания от стола отрыва произошло значимое ($p < 0,05$) уменьшение средней величины угла отталкивания (с $94,5^\circ \pm 4,9$ до $88,5^\circ \pm 2,5$) и увеличение средней величины угла в коленном суставе (с $121,6^\circ \pm 9,7$ до $127^\circ \pm 3,1$). Также, согласно экспертным оценкам, в экспериментальной группе отмечена более существенная динамика снижения количества ошибок при отталкивании (в ЭГ до эксперимента $1,7 \pm 0,6$, после – $1,2 \pm 0,4$; в контрольной группе до эксперимента $1,7 \pm 0,5$, после – $1,5 \pm 0,5$). Модельным параметрам техники отталкивания стала соответствовать техника большего числа спортсменов ЭГ по сравнению с началом занятий по разработанной методике. В показателях угла наклона туловища модельным параметрам соответствовали величины суставных углов 5 и 8 спортсменов, наклона голени – 7 и 10 спортсменов, угла в коленном суставе – 4 и 7 спортсменов и угла отталкивания – 2 и 4 спортсменов до и после эксперимента, соответственно.

В фазе полета статистически достоверные ($p < 0,05$) изменения определены в уменьшении угла наклона туловища (до эксперимента $13,8^\circ \pm 5,6$, после – $9,8^\circ \pm 4,5$) и угле наклона ног по отношению к горизонту (до $38,3^\circ \pm 4,4$ и после $33,5^\circ \pm 4,1$), а также снижении величины аэродинамического коэффициента (до $0,5 \pm 0,1$ после $0,4 \pm 0,0$). Статистически достоверно ($p < 0,05$) сократилось количество технических ошибок в данной фазе (до $1,6 \pm 0,5$ и после $1,1 \pm 0,4$).

В фазе приземления лыжники-двоеборцы статистически достоверно ($p < 0,05$) улучшили технику выполнения разножки (телемарк), продемонстрировав меньшее количество технических ошибок в сравнении с началом эксперимента (до $2,1 \pm 0,1$ после $1,9 \pm 0,3$).

2. Сравнительный анализ специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья свидетельствует о возросшем уровне физической подготовленности спортсменов контрольной и экспериментальной групп после эксперимента. Статистически достоверный прирост определен в показателях специальной силы, взрывной силы, координационных способностей и гибкости спортсменов экспериментальной группы ($p < 0,05$). Спортсмены контрольной группы продемонстрировали увеличение силовых и координационных способностей ($p < 0,05$), однако наиболее значимые сдвиги в координационных способностях и показателях гибкости ($p < 0,05$) определены у спортсменов занимавшихся по экспериментальной методике.

3. Применение разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина позволило повысить результативность спортсменов в прыжковом компоненте лыжного двоеборья. После педагогического эксперимента результаты спортсменов контрольной и экспериментальной групп стали статистически достоверно ($p < 0,05$) различаться по показателям – место, занятое после прыжка, скорость разгона и оценки судей за технику. Судейская оценка до эксперимента составляла $71,30 \pm 21,71$ баллов, после – $78,22 \pm 25,29$ баллов ($p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Особенности современной техники прыжка на лыжах с трамплина обусловлены изменениями в правилах судейства и модернизацией спортивного инвентаря и экипировки. Наиболее значимыми факторами, определяющими направления совершенствования технической подготовки лыжников-двоеборцев, являются: регуляция длины разгона, введение ветровой компенсации, ограничение и контроль параметров прыжкового инвентаря; снижение лобового воздушного сопротивления спортсмена на разгоне за счет уменьшения углов наклона туловища и голени; преимущественное ведение лыж по центру лыжни для снижения их трения о бортики; большее смещение ОЦТ вперед к моменту окончания контактного отталкивания с целью быстрого принятия аэродинамически выгодного положения в начале полета; достижение аэродинамически благоприятного положения системы лыжник-лыжи на всех этапах полета; увеличение площади опоры на воздух за счет применения модифицированных прыжковых креплений.

2. Модельные показатели угловых характеристик техники стойки разгона, отталкивания от стола отрыва и полета в прыжке на лыжах с трамплина, в диапазоне которых действия спортсменов наиболее эффективны:

- угловые показатели в стойке разгона: наклон голени – 50-55°, коленный сустав – 70-75°, наклон туловища к плоскости горы разгона – 10-15°;

- угловые показатели в фазе отталкивания от стола отрыва: наклон туловища к плоскости стола отрыва – 30-35°, наклон голени – 60-65°, коленный сустав – 130° и более, «угол отталкивания» – 83-88°;

- угловые скорости в фазе отталкивания от стола отрыва: в голеностопном суставе – 0,5-0,85 рад/с, в коленном – 4,5 рад/с и более, в тазобедренном суставе – 4,6-5,3 рад/с;

- угловые показатели (по отношению к линии горизонта) при формировании полета: угол наклона туловища – $20-25^\circ$, наклон ног – $40-50^\circ$, лыж – $2-12^\circ$, угол между линией ног и лыжами – $\leq 37^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 42^\circ$, угол в тазобедренном суставе – $150-160^\circ$, величина АК – 0,55 и менее;

- угловые показатели на 60 метрах полета (по отношению к линии горизонта): угол наклона туловища – $0-10^\circ$, угол наклона ног – $20-30^\circ$, угол наклона лыж – $0-5^\circ$, угол между линией ног и лыжами – $\leq 26^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 19^\circ$, угол в тазобедренном суставе – $155-162^\circ$, величина АК $\leq 0,3$.

Разработанные модельные показатели угловых характеристик стойки разгона, отталкивания от стола отрыва и основной части полета уточняют данные предыдущих исследований, а модельные показатели формирования полета, аэродинамического коэффициента и угловых скоростей движения звеньев тела лыжников-двоеборцев в фазе отталкивания определены впервые. Результаты выполненных исследований целесообразно использовать для контроля и коррекции техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев.

3. Технические ошибки и недочеты, проявленные юными двоеборцами в соревновательных условиях, являются прямым следствием ошибок в выполнении имитационных упражнений, недостаточной их вариативности, несоответствия упражнений требованиям соревновательной деятельности.

Значительная доля средств технической подготовки выполняется в облегченных условиях, с низкой вариативностью условий выполнения и недостаточным контролем техники, что приводит к биомеханическому несоответствию угловых характеристик специальных средств прыжковой подготовки спортсменов модельным показателям и появлению асимметрии движений. Наибольшие отклонения от модельных величин выявлены при выполнении имитации отталкивания от неподвижной опоры (угол наклона

туловища – $17,1 \pm 9,3^\circ$; угол наклона голени – $51,3 \pm 3,8^\circ$) и имитации полета на неподвижной опоре (угол наклона ног к линии горизонта – $41,7 \pm 7,9^\circ$; угол в тазобедренном суставе – $137,8 \pm 13,5^\circ$).

4. В наибольшей степени биомеханической структуре соревновательного упражнения соответствуют упражнения для совершенствования стойки разгона и отталкивания на движущейся опоре в экипировке для прыжков с трамплина; упражнения для совершенствования фазы полета на неустойчивой опоре и в водной среде; упражнения для совершенствования приземления и выката в движении.

Эффективность технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина в лыжном двоеборье обеспечивается соблюдением требований:

- соответствие угловых характеристик имитационных упражнений в позициях стойки разгона, отталкивания и полета модельным параметрам соревновательного упражнения, а приземления в разножку – правилам судейства техники прыжка;

- выполнение имитационных упражнений в различных режимах, моделирующих условия реального прыжка, – на движущейся опоре, на неустойчивой опоре, в безопорном положении и в меньшем объеме на неподвижной опоре;

- выполнение имитационных упражнений в прыжковой экипировке и без нее;

- строгий контроль соблюдения правильного и точного положения во всех фазах тренируемого движения в двух проекциях;

- сопряженное развитие координационных способностей, в частности – функции равновесия, точности и своевременности движений, и совершенствование технической подготовленности.

5. Разработанная методика технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет включает комплексы специально-подготовительных технических упражнений для сопряженного развития

специальных физических способностей и совершенствования двигательных навыков во всех фазах прыжка с трамплина, варианты выполнения упражнений и усложнения тренировочных условий, описание необходимого оборудования, объемы тренировочных средств и их распределение в циклах подготовки, методические указания по контролю техники выполнения упражнений. Разработан алгоритм реализации методики, определены соотношения вариантов выполнения специальных имитационных упражнений лыжника-прыгуна в соответствии с возрастом лыжников-двоеборцев, описано распределение предлагаемых средств в годичном цикле подготовки.

6. Применение разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 13-16 лет обеспечило статистически достоверное улучшение показателей технической подготовленности ($p < 0,05$):

- в фазе разгона уменьшилось количество технических ошибок, связанных с асимметрией тела и ведением лыж;

- в фазе отталкивания от стола отрыва произошло уменьшение средней величины угла отталкивания на 6,35% и увеличение средней величины угла в коленном суставе на 5,18%, отмечена существенная динамика снижения количества ошибок при отталкивании;

- в фазе полета уменьшилась величина угла наклона туловища на 29,0%, угла наклона ног по отношению к горизонту на 12,5%, а также снизилась величина аэродинамического коэффициента на 6,7%. Сократилось количество технических ошибок в данной фазе с $1,6 \pm 0,5$ до $1,1 \pm 0,4$.

- в фазе приземления лыжники-двоеборцы улучшили технику выполнения разножки, продемонстрировав меньшее количество технических ошибок в сравнении с началом эксперимента (с $2,1 \pm 0,1$ до $1,9 \pm 0,3$).

Спортсмены экспериментальной группы статистически достоверно ($p < 0,05$) улучшили результативность на всероссийских соревнованиях в показателях – дальность прыжка, оценки судей за технику, общий балл.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результативность и конкурентоспособность лыжников-двоеборцев на мировой арене должны обеспечиваться построением системы многолетней подготовки, учитывающей современные и перспективные тенденции развития прыжков на лыжах с трамплина, особенности возрастного развития спортсменов и закономерности развития физических способностей и двигательных навыков.

Для обеспечения технически правильных и дальних прыжков во взрослом возрасте необходимо на ранних этапах многолетней подготовки уделять особое внимание развитию координационных способностей и использовать научно обоснованную методику технической подготовки. В возрасте 13-16 лет точность подбора средств и методов технической подготовки имеет особо важное значение, так как в связи со значительными перестройками в организме, связанными с «пубертатным скачком», происходит нарушение сложившихся ранее координационных связей, лежащих в основе двигательных навыков. Разносторонняя имитационная прыжковая подготовка позволяет восстановить их уже в новом качестве и продолжить дальнейшее совершенствование.

Результаты представленного диссертационного исследования могут использоваться в практической работе тренеров по лыжному двоеборью для целенаправленного совершенствования технической прыжковой подготовленности и сопряженного развития координационных способностей.

Во время выполнения прыжков с трамплина в тренировочных и соревновательных условиях необходимо контролировать исполнение технических элементов прыжка при помощи видеосъемки с последующим определением основных угловых показателей. В дополнение к этому обязательным является контроль взаимной симметричности частей тела при разгоне, отталкивании и полете, что становится возможным при фронтальной видеосъемке прыжка.

При оценке техники прыжков можно опираться на следующие модельные

показатели:

- в стойке разгона – угол наклона голени ($50-55^\circ$) и туловища ($10-15^\circ$) по отношению к плоскости горы разгона; угол в коленном суставе ($70-75^\circ$);

- в момент окончания отталкивания от стола отрыва – углы наклона голени ($60-65^\circ$) и туловища ($30-35^\circ$), угол отталкивания ($83-88^\circ$) по отношению к плоскости стола отрыва, угол в коленном суставе $\geq 130^\circ$.

- в начальной части полета наиболее информативными являются угол наклона туловища ($20-25^\circ$), ног ($40-50^\circ$) и лыж ($2-12^\circ$) по отношению к линии горизонта, а также угол разгибания в тазобедренном суставе ($150-160^\circ$), угол между линией ног и лыжами - $\leq 37^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта - $\leq 42^\circ$, величина АК – 0,55 и менее;

- в средней части полета – угол наклона туловища ($0-10^\circ$), ног ($20-30^\circ$), лыж ($0-5^\circ$) к линии горизонта, угол в тазобедренном суставе ($155-162^\circ$), угол между линией ног и лыжами – $\leq 26^\circ$, угол между общей линией тела и линией горизонта – $\leq 19^\circ$, величина АК – 0,3 и менее.

Контроль качества выполнения приземления в разножку осуществляется путем просмотра видеозаписей в замедленном режиме или посредством стоп-кадров и сопоставлением увиденного с требованиями правил судейства техники прыжка в данной фазе.

В ходе проведенной аналитической и исследовательской работы было установлено, что современные средства технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина юных лыжников-двоеборцев 13-16 лет должны отвечать следующим требованиям:

- соответствие угловых характеристик имитационных упражнений в позициях стойки разгона, отталкивания и полета модельным параметрам соревновательного упражнения, а приземления в разножку – правилам судейства техники прыжка;

- выполнение имитационных упражнений в различных режимах, моделирующих условия реального прыжка – на неподвижной опоре, на

движущейся опоре, на неустойчивой опоре, в безопорном положении;

- выполнение имитационных упражнений в прыжковой экипировке и без нее;

- строгий контроль соблюдения правильного и точного положения во всех фазах тренируемого движения в двух проекциях;

- уделять приблизительно равное время проработке всех технических элементов прыжка;

- сопряженное развитие координационных способностей, в частности функции равновесия и точности движений, и совершенствование технической подготовленности.

Применяемые средства и методы технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина должны выбираться в соответствии с возрастом и квалификацией лыжников-двоеборцев и корректироваться в зависимости от индивидуальных особенностей техники.

С методической точки зрения имитационная прыжковая тренировка должна проводиться в первой половине основной части тренировочного занятия, когда юный спортсмен подготовлен к выполнению сложно-координационных прыжковых технических упражнений и еще не утомлен. По мере освоения юными лыжниками-двоеборцами выполняемых упражнений программа такой тренировки должна постепенно усложняться. Этот принцип лежит в основе дальнейшего развития их технического потенциала и приближения его к эталонному.

Реализация разработанной методики технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина непосредственно на трамплине должна подразумевать подбор и регулировку прыжкового инвентаря под конкретного спортсмена, качественную подготовку спортивного сооружения, перенос или сокращение продолжительности тренировки в случае перегруженности трамплина другими занимающимися и при неблагоприятных погодных условиях.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ОЦТ	- общий центр тяжести
R1	- радиальная кривая горы разгона
R2	- нижняя радиальная кривая горы приземления
ЭМГ	- электромиография
$\vec{m}g$	- сила тяжести
К-35, К-65, К-90	- мощность трамплина в критической точке, в метрах
рад/с	- радианы в секунду
м/с	- метры в секунду
мс	- миллисекунда
CL	- коэффициент подъемных сил воздуха
CD	- коэффициент лобового сопротивления
V-стиль	- стиль полета лыжника-прыгуна с V положением лыж (носки лыж симметрично разведены в стороны, пятки лыж сведены)
r	- коэффициент корреляции
TV	- объясненная общая дисперсия
угол К	- угол поворота лыжи относительно своей продольной оси
α	- угол наклона лыж по отношению к встречному воздушному потоку
V-угол	- угол разведения лыж в полете
HS	- мощность (размер) трамплина
Н	- ньютон
FIS	- международная лыжная федерация
$\alpha\gamma$	- угол наклона голени
$\beta\kappa$	- угол в коленном суставе
$\phi\tau$	- угол наклона туловища

ω	- угол отталкивания
α_h	- угол атаки лыж в полете по отношению к линии горизонта
ϕ_h	- угол наклона туловища в полете по отношению к линии горизонта
λ_h	- угол наклона ног в полете по отношению к линии горизонта
γ	- угол в тазобедренном суставе
β	- угол наклона туловища по отношению к лыжам
Θ	- угол, образованный пересечением линий, проходящих через тазобедренный и голеностопный суставы, и линией лыж
V_h	- угол, образованный пересечением линий, проходящих через плечевой и голеностопный суставы, и линией горизонта
AK	- аэродинамический коэффициент
ΔX	- длина системы «лыжник-лыжи» по горизонтали
ΔY	- высота системы лыжник-лыжи по вертикали
W	- коэффициент конкордации Кендалла
X	- среднее арифметическое значение
σ	- стандартное отклонение
V	- коэффициент вариации
КГ	- контрольная группа
ЭГ	- экспериментальная группа
МЗ	- модельные значения
СФП	- специальная физическая подготовленность
U	- непараметрический статистический критерий Манна-Уитни
T	- непараметрический статистический Уилкоксона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аганянц, Е. К. Физиологические особенности развития детей, подростков и юношей : учебное пособие / Е. К. Аганянц, Е. М. Бердичевская, Е. В. Демидова. – Краснодар : Кубанская ГАФК, 1999. – 72 с.
2. Арефьев, А. Н. Методические разработки по технике и методике прыжков на лыжах с трамплина : методическое пособие / А. Н. Арефьев, С. А. Зубков. – Москва : Физическая культура и спорт, 2012. – 112 с.
3. Бальсевич, В. К. Эволюционная биомеханика: теория и практические приложения // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 11. – С. 15–19.
4. Безруких, М. М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) : учебное пособие / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – Москва : Academia, 2003. – 416 с.
5. Белёва, А. Н. Анализ уровня технической подготовленности лыжников-двоеборцев по данным видеонаблюдения / А. Н. Белева, А. И. Попова, А. Е. Ардашев // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2020. – Т. 5, № 2. – С. 20–28.
6. Белёва, А. Н. Основы технической подготовки лыжников-двоеборцев на тренировочном этапе / А. Н. Белева, А. Е. Ардашев, А. И. Попова // Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12-14.04.2018, Чайковский). – Чайковский : ЧГИФК, 2018. – С. 39–45.
7. Бернштейн, Н. А. Избранные труды по биомеханике и кибернетике / Н. А. Бернштейн. – Москва : СпортАкадемПресс, 2001. – 296 с.
8. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / под редакцией О. Г. Газенко. — Москва : Наука, 1990. — 495 с.
9. Бойко, В. В. Целенаправленное развитие двигательных способностей человека / В. В. Бойко. – Москва : Физкультура и спорт, 1987. – 144 с.
10. Булкин, В. А. Педагогическая диагностика как фактор управления

двигательной деятельностью спортсменов : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Булкин Валентин Алексеевич. — Москва, 1987. — 44 с.

11. Васильев, А. В. Применение комбинированной формы подготовки юных лыжников-двоеборцев // Теория и практика современной науки. — 2018. — № 10 (40). — С. 69–73.

12. Верхошанский, Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю. В. Верхошанский. — Москва : Физкультура и спорт, 1985. — 176 с.

13. Ветров, В. А. Своевременность отталкивания от стола отрыва в конце разгона при прыжках на лыжах с трамплина как показатель спортивного мастерства лыжника-прыгуна / В.А. Ветров // Традиции и инновации в системе подготовки спортсменов и спортивных кадров : материалы докладов участников I Всероссийской отраслевой научной интернет-конференции преподавателей спортивных вузов в режиме on-line (16–18.10.2013, Москва). — Москва ФГБОУ ВО «ГРУФКСМиТ (ГЦОЛИФК)», 2013. — С. 28–31.

14. Ветров, В. А. Тензограммы усилий при выполнении имитации прыжки на лыжах с трамплина // Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12-14.04.2018, Чайковский). — Чайковский : ЧГИФК, 2018. — С. 71–75.

15. Годик, М.А. Педагогические основы нормирования и контроля соревновательных и тренировочных нагрузок : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Годик Марк Александрович. — Москва, 1982. — 48 с.

16. Грозин, Е. А. Обоснование современной методики подготовки и

технического совершенствования в прыжках на лыжах и лыжном двоеборье / Е. А. Грозин. – Ленинград, 1977. – 118 с.

17. Грозин, Е. А. Педагогический контроль – основа управления процессом подготовки в прыжках на лыжах с трамплина / Е. А. Грозин, В. С. Селезнев, А. А. Злыднев // Педагогический контроль в системе подготовки спортсменов: Сборник материалов научно-практической конференции. – Ленинград : ЛНИИФК, 1985. – С. 52–61.

18. Грозин, Е. А. Прыжки с трамплина / Е. А. Грозин. – Москва : Физкультура и спорт, 1971. – 88 с.

19. Гужаловский, А. А. Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Гужаловский Александр Александрович. – Москва, 1979. – 27 с.

20. Гюртлер, Р. Специальная методика тренировки в прыжках на лыжах с трамплина // Сборник статей о методиках тренировок в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье. – Нижний Новгород, 2004. – С. 17–48.

21. Данилов, О. И. Оценка уровня подготовленности резерва в прыжках на лыжах с трамплина // Актуальные проблемы спортивного совершенствования : сборник научных трудов Межвузовской научно-методической конференции по физическому воспитанию студентов. – Ленинград : ЛНИИФК, 1981. – С. 48–52.

22. Денисов, В. С. Подготовка юных лыжников-прыгунов в условиях общеобразовательной школы с продленным днем обучения : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Денисов Владимир Сергеевич. – Ленинград, 1991. – 25 с.

23. Донской, Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д. Д. Донской. – Москва : Физическая культура и спорт, 1971. – 287 с.

24. Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ «бесконтактной фазы отталкивания» и начала полета в современной технике прыжков на лыжах с трамплина / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев, Г. А. Сергеев // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2016. – № 8 (138). – С. 61–66.

25. Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ аэродинамического качества положения полета в прыжках на лыжах с трамплина на примере женских соревнований / Г. Г. Захаров, Н. Б. Котелевская, Н. Б. Новикова // Спорт и спортивная медицина : материалы II Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (11–13.04.2019, Чайковский). – Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2019. – С. 80–88.

26. Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ выполнения современного прыжка на лыжах с трамплина у женщин / Г. Г. Захаров, К. Ю. Лебедев // Инновационные технологии в системе спортивной подготовки, массовой физической культуры и спорта : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (17–18.10.2019, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2019. – С. 240–246.

27. Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ контактной фазы отталкивания от стола отрыва у сильнейших лыжников-прыгунов на пятом этапе кубка мира зимнего сезона 2017-2018 года / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев, А. Б. Брунстрем // Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ФГБУ СПбНИИФК (27–28.09.2018, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2018. – С. 111–117.

28. Захаров, Г. Г. Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва у сильнейших лыжниц-прыгунов и российских спортсменок на международных соревнованиях 2017 года / Г. Г. Захаров, А. А. Злыднев //

Инновационные технологии в системе спортивной подготовки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (11-12.10.2017, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2017. – С. 68–77.

29. Захаров, Г. Г. Оценка эффективности взрывной силы у спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье / Г. Г. Захаров, Ю. Н. Сивкова, Г. А. Сергеев // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 9 (163). – С. 110–116.

30. Захаров, Г. Г. Перспективы развития техники прыжка на лыжах с трамплина // Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12–14.04.2018, Чайковский). – Чайковский : Чайковский гос. ин-т физ. культуры, 2018. – С. 93–96.

31. Захаров, Г. Г. Сравнительный анализ техники полета сильнейших спортсменов и российских прыгунов на лыжах с трамплина на международных соревнованиях / Г. Г. Захаров, К. Ю. Лебедев // Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ФГБУ СПбНИИФК (27-28.09.2018, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2018. – С. 117–121.

32. Зациорский, В. М. Биомеханика двигательного аппарата / В. М. Зациорский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов. – Москва : Физическая культура и спорт, 1981. – 143 с.

33. Зациорский, В. М. Вопросы теории и практики педагогического контроля в современном спорте / В. М. Зациорский, В. А. Запорожанов, И. А. Тер-Ованесян // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 4. – С. 59–63.

34. Зебзеев, В. В. Биомеханические и аэродинамические особенности техники прыжка на лыжах с трамплина // Ученые записки университета имени

П.Ф.Лесгафта. – 2016. – № 4 (134). – С. 93–98.

35. Зебзеев, В. В. Коррекция подготовки юных прыгунов на лыжах с трамплина на основе кинематических показателей техники прыжка // Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12–14.04.2018, Чайковский). – Чайковский : Чайковский гос. ин-т физ. культуры, 2018. – С. 96–103.

36. Зебзеев, В. В. Методика технической подготовки юных прыгунов на лыжах с трамплина : монография / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович, В. В. Зебзеев. – Пермь : ОТ и ДО, 2016. – 86 с.

37. Зебзеев, В. В. Особенности педагогического контроля в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович, В. В. Зебзеев [и др.] // Стратегия формирования здорового образа жизни населения средствами физической культуры и спорта: тенденции, традиции и инновации : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора В. Н. Зуева (17–18.10.2019, Тюмень). – Тюмень : Вектор Бук, 2019. – С. 176–179.

38. Зебзеев, В. В. Педагогический контроль морфологических показателей лыжников-двоеборцев различных этапов многолетней спортивной подготовки / В. В. Зебзеев, О. С. Зданович // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – № 2 (19). – С. 51–57.

39. Зебзеев, В. В. Принципы педагогического контроля в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье / В. В. Зебзеев, М. В. Баринов // Спорт и спортивная медицина : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию со дня основания Чайковского государственного института физической культуры (09–11.04.2020, Чайковский). – Чайковский : Чайковский государственный институт физической культуры, 2020. – С. 157–161.

40. Зебзеев, В. В. Система педагогического контроля в лыжном двоеборье : монография / В. В. Зебзеев. – Пермь : От и До, 2020. – 182 с.

41. Зебзеев, В. В. Современные подходы в оценке техники прыжка прыгунов на лыжах с трамплина и лыжников-двоеборцев / В. В. Зебзеев, М. В. Баринов // Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (22–23.03.2019, Нижневартовск). – Нижневартовск : Нижневартовский государственный университет, 2019. – С. 133–136.

42. Зебзеев, В. В. Средства и методы, направленные на повышение технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина // Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (19–21.05.2016, Пермь). – Пермь : ФГБОУ ВПО ПГПУ, 2016. – С. 165–169.

43. Зебзеев, В. В. Технология формирования техники прыжка у прыгунов на лыжах с трамплина на этапе начальной подготовки : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Зебзеев Виктор Викторович. – Санкт-Петербург, 2020. – 25 с.

44. Зебзеев, В. В. Факторная структура функциональной и технической подготовленности лыжников-двоеборцев на этапах многолетней спортивной подготовки / В. В. Зебзеев, Ф. Х. Зекрин, О. С. Зданович // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т.19, № S1. – С. 106–113.

45. Злыднев, А. А. Биомеханические показатели спортивно-технической подготовленности высококвалифицированных лыжников-прыгунов с трамплина / А. А.Злыднев, Г. Г.Захаров, А. А.Яковлев // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2014. – № 6 (112). – С. 70–75.

46. Злыднев, А. А. Модельные характеристики подготовленности юных лыжников-прыгунов для коррекции тренировочного процесса : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Злыднев Александр Алексеевич. – Малаховка, 1985. – 20 с.

47. Злыднев, А. А. Средства тренировки общей и специальной направленности в подготовке квалифицированных лыжников-двоеборцев / А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров // Паралимпийское движение в России на пути к Сочи-2014 : проблемы и решения : сборник материалов научно-практической конференции (03–04.10.2013, Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ФГУ СПбНИИФК, 2013. – С. 40–44.

48. Злыднев, А. А. Техника отталкивания на столе отрыва трамплина квалифицированными лыжниками-двоеборцами в подготовительном периоде / А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров, А. В. Артошин // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Южки 100-лет. Вчера, сегодня, завтра». – Санкт-Петербург : ФГУ СПбНИИФК, 2011. – С. 17–23.

49. Зубарев, Ю. М. Исследование кинематических и динамических характеристик выполнения отталкивания в прыжках на лыжах : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Зубарев Юрий Михайлович. – Тарту, 1974. – 24 с.

50. Иссурин, В. Б. Координационные способности спортсменов / В. Б. Иссурин, В. И. Лях. – Москва : Спорт, 2019. – 208 с.

51. Иссурин, В. Б. Спортивный талант: прогноз и реализация / В. Б. Иссурин. – Москва : Спорт, 2017. – 240 с.

52. Квашук, П. В. Примерная программа спортивной подготовки по лыжному двоеборью для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва и школ высшего спортивного мастерства / П. В. Квашук, А. А. Жилияков. – Москва : ВНИИФК, 2012. – 88 с.

53. Коренберг, В. Б. Основы качественного биомеханического анализа /

В. Б. Коренберг. – Москва : Физическая культура и спорт, 1979. – 209 с.

54. Кузнецов, В. А. Специальная физическая подготовка прыгунов на лыжах с трамплина / В. А. Кузнецов. – Чусовой : Чусовская типография, 2009. – 42 с.

55. Курамшин, Ю. Ф. Спортивная рекордология: теория, методология, практика : монография / Ю. Ф. Курамшин. — Москва : Советский спорт, 2005. — 408 с. — ISBN 5-9718-0032-9.

56. Курамшин, Ю. Ф. Теория и методика физической культуры : учебник для студентов высших учебных заведений, осуществляющих образовательную деятельность по направлению 521900 "Физическая культура" и специальности 022300 - "Физическая культура и спорт" / под редакцией Ю. Ф. Курамшина. — 4-е изд., стер. — Москва : Советский спорт, 2010. — 463 с. — ISBN 978-5-9718-0431-4.

57. Лавров, В. Н. Экспериментальное обоснование методики подготовки юных лыжников-прыгунов 13-16 лет в зимнем периоде : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / В. Н. Лавров. – Тарту, 1975. – 19 с.

58. Лебедев, Г. К. Оценка уровня технической подготовленности прыгунов на лыжах с трамплина на базовых этапах подготовки // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 1 (155). – С. 142–147.

59. Лекция профессора Б. Йоста. – Ч.1. : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 10.08.2020).

60. Матвеев, Л. П. Основы спортивной тренировки : учебное пособие для институтов физической культуры / Л. П. Матвеев. – Москва : Физкультура и спорт, 1977. – 290 с.

61. Мельникова, Л. В. Особенности физической подготовки лыжников-

двоеборцев на начальном этапе / Л. В. Мельникова, П. А. Васильев // Спорт и спортивная медицина : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (12-14.04.2018, Чайковский). – Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2018. – С. 164–172.

62. Методика разработки комплексных целевых программ подготовки региональных сборных команд квалифицированных спортсменов на четырехлетний цикл подготовки (на примере лыжников-двоеборцев РФ) : учебное пособие для образовательных учреждений высшего профессионального образования, осуществляющих образовательную деятельность по направлению 034300(68) - "Физическая культура" / Г.А. Сергеев, А.А. Злыднев, А.А. Яковлев [и др.] ; Министерство спорта Российской Федерации ; Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. — СПб. : [б. и.], 2013. — 132 с.

63. Методические разработки по технике и методике прыжков на лыжах с трамплина (на основании анализа опыта совместной работы в национальной сборной команде) : материалы в помощь тренерам по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью / составители : А. Н. Арефьев, С. А. Зубков, Ю. В. Калинин [и др.]. – Москва : Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России, 2012. – С. 110–122.

64. Модель оптимизации техники отталкивания высококвалифицированных спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина на основе биомеханического анализа / М.В. Баринов, В.А. Ветров, О.С. Зданович, В.В. Зебзеев ; Чайковская государственная академия физической культуры и спорта // Теория и практика физической культуры. — 2021. — № 10. – С. 25–26.

65. Набатникова, М. Я. Основы управления подготовкой юных спортсменов / М. Я. Набатникова. – Москва : Физкультура и спорт, 1982. – 265 с.

66. Никитушкин, В. Г. Многолетняя подготовка юных спортсменов: монография / В. Г. Никитушкин. – Москва : Физическая культура, 2010. – 240 с.

67. Новиков, А. Д. Теория физического воспитания / А. Д. Новиков. – Москва : Физкультура и спорт, 1959. – 287 с.

68. Пальчевский, В. Н. Экспериментальные исследования особенностей методики тренировки на завершающих этапах подготовки к соревнованиям в прыжках на лыжах с трамплина и лыжном двоеборье : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Пальчевский Владимир Николаевич. – Тарту, 1973. – 22 с.

69. Платонов, В. Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В. Н. Платонов. – Москва : Спорт, 2019. – 656 с.

70. Платонов, В. Н. Теория и методика спортивной тренировки / В. Н. Платонов. – Киев : Высшая школа, 1984. – 352 с.

71. Правила проведения международных соревнований по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью ФИС (2011) / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/_/47/2011_mezhdunarodnye_pravila_SJ.pdf (дата обращения 15.05.2019).

72. Сахарнов, С. А. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина // Методические материалы для тренеров / Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/posobie_dlya_trenerov.pdf (дата обращения: 15.05.2019).

73. Современные тенденции техники фазы отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина / Г. Г. Захаров, Н. Б. Новикова, Н. Б. Котелевская, А. Е. Ардашев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 7 (173). – С. 67–73.

74. Соотношение средств и методов общей и специальной подготовки лыжников-двоеборцев на заключительном этапе четырехлетнего цикла:

методические рекомендации / Н. Б. Новикова, А. А. Злыднев, Г. Г. Захаров [и др.]. – Санкт-Петербург : ФГБУ СПбНИИФК, 2015. – 33 с.

75. Сорокин, В. А. Взаимосвязь физической и технической подготовки в совершенствовании спортивного мастерства лыжников-прыгунов : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Сорокин Владимир Андреевич. – Алматы, 1996. – 26 с.

76. Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года (Утвержд. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2020 г. № 3081-р) : [сайт]. – URL: <https://minsport.gov.ru/2020/docs/new%20files> (дата обращения 11.12.2020).

77. Строфилов, В. В. Соотношение и чередование видов специальной подготовки у лыжников-двоеборцев на этапах соревновательного периода : специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Строфилов Владимир Васильевич. – Ленинград, 1981. – 18 с.

78. Теория и практика прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья : учебник / В. В. Зебзеев, Н. Б. Новикова, О. С. Зданович [и др.] – Чайковский : Чайковский гос. ин-т физ. культуры, 2020. – 479 с.

79. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» : [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012?index=0&rangeSize=1> (дата обращения: 11.12.2020).

80. Фарбей, В. В. Системно-целевое управление спортивной подготовкой спортсменов в лыжных многоборьях : специальность 13.00.04 «Теория и

методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» : диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук : 13.00.04 / Фарбей Вадим Валерьевич. – Санкт-Петербург, 2014. – 353 с.

81. Филин, В. П. Теория и методика юношеского спорта / В. П. Филин. – Москва : Физкультура и спорт, 1987. – 257 с.

82. Холодов, Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта : учебное пособие для студентов высших учебных заведений физической культуры / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – 2-е изд. – Москва : Академия, 2003. – 479 с. – ISBN 5-7695-0853-1.

83. Чумаков, В. Н. Совершенствование учебно-тренировочного процесса квалифицированных лыжников-двоеборцев / В. Н. Чумаков, С. М. Погудин, Д. В. Фонарёв // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 4. – С. 74–77.

84. A comparison of the take-off measured under laboratory and jumping hill conditions / F. Vaverka, M. Janura, J. Salinger [et al.] // Journal of Biomechanics. – 1994. – № 27 (6). – P. 1406–1407.

85. A system to measure the kinematics during the entire ski jump sequence using inertial sensors / J. Chardonens, J. Favre, F. Cuendet [et al.] // Journal of Biomechanics. – 2012. – 46 (1). – P. 56–62.

86. Aerodynamic study for the ground effect of ski jumping / K. Seo, T. Watanabe, M. Igarashi [et al.] // Proceedings of the 19th international symposia on biomechanics in sports : [сайт]. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/AERODYNAMIC-STUDY-FOR-THE-GROUND-EFFECT-OF-SKI-Seo-Watanabe/345442fee68e9cabe4ed0f2ed1fa9cfc4fbdd15f> (дата обращения: 17.06.2019).

87. Aerodynamics of ski jumping: experiments and CFD simulations / W. Meile, E. Reisenberger, M. Mayer [et al.] // Experiments in Fluids. – 2006. – 41 (6). – P. 949–964.

88. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Müller, S. Kreibich, M. Kürschner

[et al.] // Olympianalyse Pyeongchang 2018. – January 2019 : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053050> (дата обращения: 15.01.2020).

89. Analyse zeitlichräumlicher Geschwindigkeitsunterschiede im Skispringen und in der Nordischen Kombination / S. Kreibich, S. Müller, M. Kürschner [et al.] : [сайт]. – URL: https://leistungssport.net/fileadmin/user_upload/lsp17_01_Kreibich_Lit.pdf (дата обращения: 23.06.2019).

90. Analysen des nationalen und internationalen Leistungsniveaus der Skispringer im Olympiazklus 2002-2006 / S. Müller, S. Kreibich, R. Mahnke [et al.] // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. – 2006. – № 13 (1). – P. 137–153.

91. Analysis of landing in ski jumping by means of inertial sensors and force insoles / V. Bessone, J. Petrat, W. Seiberl [et al.] // Proceedings. – 2018. – № 2 (6). – P. 311 : [сайт]. – URL: <http://www.mdpi.com/journal/proceedings> (дата обращения: 17.06.2019).

92. Analysis of stable flight in ski jumping based on parameters measured with a wearable system / J. Chardonens, J. Favre, F. Cuendet, [et al.] : [сайт]. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/ANALYSIS-OF-STABLE-FLIGHT-IN-SKI-JUMPING-BASED-ON-A-Chardonens-Favre/0b6192c95fc663c7c8231e7f88df1dc271169ff6> (дата обращения: 25.02.2019).

93. Balyi, I. Long-term athlete development / I. Balyi, R. Way, C. Higgs. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2013. – 286 p.

94. Baumann, W. The Biomechanical Study of Ski jumping // Proceedings of International Symposium of Science in Skiing. – Zao : Japan, 1979. – P. 70–95.

95. Bessone, V. Ground reaction forces and kinematics of ski jump landing measured with wearable sensors / V. Bessone, J. Petrat, A. Schwirtz // Sensors. – 2019. – № 19 (9) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.3390/s1909201> (дата обращения: 10.02.2019).

96. Bessone, V. Landing in Ski Jumping: A Review About its Biomechanics and the Connected Injuries / V. Bessone, A. Schwirtz // *Journal of Science in Sport and Exercise*. – 2021. – № 3 (6). – P. 238–248.

97. Buchner, S. Nordische Kombination Rahmentrainingsplan : [сайт]. – URL: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/ta/Record/3042904#> (дата обращения: 04.06.2020).

98. Buchner, S. Technikleitfaden Skispringen // DSV Trainerschule. – Planegg. – 2015. – 44 p.

99. Characteristics of the early flight phase in the Olympic ski jumping competition / M. Virmavirta, J. Isolehto, P. Komi [et al.] // *Journal of Biomechanics*. – 2005. – № 38. – P. 2157–2163.

100. Child neurodevelopment and sport participation / D. P. Patel, H. D. Pratt, D. E. Greydanus [et al.] // *Sports Medicine McGraw, Hill Companies*. – 2009. – № 1. – P. 2–45.

101. Chowdhury, H. Aerodynamic Performance Evaluation of Sports Textile / H. Chowdhury, F. Alam, A. Subic // *Procedia Engineering*. – 2010. – № 2 (2). – P. 2517–2522.

102. Chowdhury, H. Aerodynamic study of ski jumping suits / H. Chowdhury, F. Alam, D. Mainwaring // *Procedia Engineering*. – 2011. – № 13. – P. 376–381.

103. Comparison of the take-off measured under laboratory and jumping hill conditions / F. Vaverka, M. Janura, J. Salinger [et al.] // *Journal of Biomechanics*, 1994. – № 27 (6). – P. – 1406–1407.

104. Computational fluid dynamics analysis of cyclist aerodynamics: performance of different turbulence modelling and boundary-layer modeling approaches / T. Defraeye, B. Blocken, E. Koninckx [et al.] // *Journal of Biomechanics*. – 2010. – № 43 (12). – P. 2281–2287.

105. Conditioning exercises in ski jumping: biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps / S. Lorenzetti, F. Ammann, S. Windmüller [et al.] // *Sports Biomechanics*. – 2017. – № 18 (1). – P. 1–12.

106. Coordination and balance / K. Tittel, A. Dirix, H. G. Knuttgen [et al.] // The Olympic Book of Sports Medicine, Oxford: Blackwell Scientific. – 1991. – № 1. – P. 194–211.
107. Dick, F. W. Sports training principles // London: A. & C. Black. – 2007. – № 5. – 400 p.
108. Dickwach, H. Neue Möglichkeiten der Analyse und Technikkorrektur im Skispringen durch die Kopplung visueller Informationen mit Kraftverläufen / H. Dickwach, K. Wagner // Leistungssport. – 2004. – № 34 (1). – P. 12–17.
109. Effect of kinaesthetic differentiation of the in-run position on the jump length in Polish national ski jumpers article details / M. Wilk, Ł. Gębala, M. Gepfert [et al.] // Baltic Journal of Health and Physical Activity. – 2018. – № 10 (4). – P. 182–188.
110. Effect of posture on the aerodynamic characteristics during take-off in ski jumping / K. Yamamoto, M. Tsubokura, J. Ikeda [et al.] // Journal of Biomechanics. – 2016. – № 49. – P. 3688–3696.
111. Elfmark, O. Aerodynamic investigation of the in-run position in Ski jumping / O. Elfmark, G. Ettema // Sports Biomechanics. – February 2021 : [сайт]. – URL: <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1871503> (дата обращения: 21.03.2021).
112. Ettema, G. J. C. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study / G. J. C. Ettema, S. Bråten, M. F. Bobbert // Journal of Applied Biomechanics. – 2005. – № 21 (3). – P. 247–259.
113. Force measuring system for the take-off in ski jumping / A. Sägesser, P. Neukomm, B. Nigg [et al.] // Biomechanics VII-B. – Baltimore, 1981. – P. 478–482.
114. Gollhofer, A. Trainings- und Forschungsbegleitende Maßnahmen im Skisprung / A. Gollhofer, F. Rott, O. Kurz // BISp-Jahrbuch. – 2005. – № 06. – P. 107–110.
115. Greimel, F. Kinematic analysis of the landing phase in ski jumping / F. Greimel, M. Virnavirta, H. Schwameder // Science and Skiing. – 2009. – P. 721–727.
116. Ground-reaction forces in alpine skiing, cross-country skiing and ski

jumping / S. Babel, U. Hartmann, P. Spitzenpfeil [et al.] // *Science and Skiing*. – London : Taylor & Francis, 2003. – P. 200–207.

117. High-speed video image analysis of ski jumping flight posture / M. Murakami, M. Iwase, K. Seo [et al.] // *Sports Engineering*. – 2014. – № 17 (4). – P. 214–225.

118. Hochmuth, G. Telemark Landing // *FIS Bull.* – 1999. – № 137. – P. 29–43.

119. How do elite ski jumpers handle the dynamic conditions in imitation jumps? / G. Ettema, J. Hooiveld, S. Braaten [et al.] // *Journal of Sports Sciences*. – 2016. – №34. – P. 1081–1087.

120. Imitation jumps in ski jumping: Technical execution and relationship to performance level / G. Ettema, S. Braaten, J. Danielsen [et al.] // *Journal of Sports Sciences*. – 2020. – № 38 (2). – P. 1–6.

121. Injuries in elite women's ski jumping: surveillance through the 2017–18 FIS World Cup season / O. M. Stenseth, S. F. Barli, R. K. Martin [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. – 2019. – № 54 (1). – P. 44–48.

122. Israel, S. Age-related changes in strength in special groups // *Strength and power in sport*, Oxford: Blackwell Sci. – 1992. – № 1. – P. 319–328.

123. Ito, S. An experimental study on ski jumping styles / S. Ito, K. Seo, T. Asai // *The engineering of sport*. – 2009. – № 7 (2). – P. 9–17.

124. Jeffreys, I. A task based approach to developing reactive agility // *Strenght and Conditioning Journal*. – 2011. – № 33. – P. 52–59.

125. Jošt, B. Teorija in metodika smučarskih skokov: (izbranapoglavja) / B. Jošt. – Ljubjana: Fukulteta za šport, 2009. – 374 p.

126. Jung, A. Flight style optimization in ski jumping on normal, large and ski flying hills / A. Jung, M. Staat, W. Muller // *Journal of biomechanics*. – 2014. – № 47 (3). – P. 716–722.

127. Jung, A. Optimization of the flight style in ski jumping / A. Jung, M. Staat, W. Müller // *1th World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI)*, 5th

European Conference on Computational Mechanics (ECCM V), 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI) (20-25.07.2014, Barcelona). – Spain, 2014. – P. 779–809.

128. Kaps P. Computation of ground reaction forces during takeoff in ski jumping by inverse dynamics / P. Kaps, H. Schwameder, C. Engstler // *Science and Skiing*. – 1997. – № 1. – P. 72–87.

129. Kinematic Chains in Ski Jumping In-run Posture / E. Janurová, M. Janura, L. Cabell [et al.] // *Journal of Human Kinetics*. – 2013. – № 39 (1). – P. 67–72.

130. Kinematic characteristics of the early flight phase in ski-jumping / H. Schwameder, E. Müller, E. Lindenhofer [et al.] // *Science and skiing III*. – Oxford: Meyer & Meyer Sport, 2005. – P. 381–391.

131. Kinematic Characteristics of the Ski Jump In-run: A 10-Year Longitudinal Study / M. Janura, L. Cabell, M. Elfmark [et al.] // *Journal of Applied Biomechanics*. – 2010. – № 26 (2). – P. 196–204.

132. Kinematics and kinetics of squats, drop jumps and imitation jumps of ski jumpers / C. Pauli, M. Keller, F. Amman [et al.] // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2015. – № 30 (3). – P. 643–652.

133. König, H. Theorie des Skispringens angewandt auf die Flugschanze in Oberstdorf // *Uhrentechnische Forschung*. – Stuttgart: Steinkopf Verlag, 1952. – S. 235–253.

134. Kreibich, S. Präzisierung der Technikorientierung für die V-Skihaltung im Skispringen auf der Basis von Windkanaluntersuchungen. – Aachen : Meyer & Meyer Verlag, 2018. – 148 p.

135. Kreibich, S. Untersuchungen zur Optimierung der Bindungseinstellung und Materialanpassung im Skispringen // *Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge*. – 2003. – № 44 (2). – P. 111–126.

136. Liloyd, R.S. Strength and conditioning for young athletes: science and application / R. S. Liloyd, J. L. Oliver. – London-New York: Routledge, 2014. – 414 p.

137. Marques, P. Mechanics of flight in ski jumping: Aerodynamic stability in

pitch / P. Marques, P. Grimshaw // *Sports Technology*. – 2009. – № 2 (1-2). – P. 24–31.

138. Marqués-Bruna, P. Mechanics of flight in ski jumping: aerodynamic stability in roll and yaw / P. Marqués-Bruna, P. Grimshaw // *Sports Technology*. – 2009. – № 2 (34). – P. 111–120.

139. *Mathematical Theory of Optimal Process* / L. S. Pontryagin, V. G. Boltyanskii, R. V. Gamkrelidze, E. F. Mishchenko – New York-London: Interscience Publishers John Wiley & Sons, 1962. – 360 p.

140. Measurement of the dynamics in ski jumping using a wearable inertial sensor-based system / J. Chardonens, J. Favre, Cuendet F. [et al.] // *Journal of Sports Sciences*. – 2014. – № 32 (6). – P. 591–600.

141. Micheli, L. J. The young athlete / L. J. Micheli, M. Mountjoy. // *Olympic textbook of science in sports*. – International Olympic Committee, 2009. – P. 363–381.

142. Minhyoung, R. Aerodynamic Analysis on Postures of Ski Jumpers during Flight using Computational Fluid Dynamics / R. Minhyoung, C. Leesang // *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*. – 2015. – № 58 (4). – P. 204–212.

143. Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. – 2014. – № 21 (2). – P. 97–111.

144. Müller, W. Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping / W. Müller, H. Schwameder // *Journal of Sports Sciences*. – 2003. – № 21. – P. 679–692.

145. Müller, W. *Biomechanics of ski-jumping: scientific jumping hill design – Science and skiing*. London: Chapman & Hall, 1997. – P. 36–48.

146. Müller, W. Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness // *Sports Medicine*. – 2010. – № 39 (2). – P. 85–106.

147. Müller, W. Dynamics of human flight on skis: improvements on safety and fairness in ski jumping / W. Müller, D. Platzer, B. Schmolzer // *Journal of*

Biomechanics. – 1996. – № 29 (8). – P. 1061–1068.

148. Müller, W. Performance factors in ski jumping, in Sport Aerodynamics // CISM International Centre for Mechanical Sciences. – 2008. – № 506. – P. 139–160.

149. Müller, W. Scientific approach to ski safety / W. Müller, D. Platzer, B. Schmölzer // Nature. – June 1995 : [сайт]. – URL: <https://www.nature.com/articles/375455a0.pdf> (дата обращения: 25.02.2019).

150. Müller, W. The new jumping hill in Innsbruck: designed by means of flight path simulations / W. Müller, B. Schmölzer // Proceedings of the IVth World Congress of Biomechanics. – Calgary: University of Calgary, Faculty of Kinesiology, 2001. – P. 4–9.

151. Numerical investigation of the early flight phase in ski-jumping / N. Gardan, A. Schneider, G. Polidor, [et al.] // Journal of Biomechanics. – 2007. – № 59. – P. 29–34.

152. Petrat, J. Biomechanische Technikanalyse zum Skiaufkantwinkel im Skisprung / J. Petrat, V. Bessone, A. Schwirtz // BISp-Jahrbuch Forschungsförderung. – 2016. – № 17. – P. 263–268.

153. Petrat, J. Improving performance in juvenile ski jumping: optimization of ski angles in the flight phase / J. Petrat, V. Bessone // 35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports. – 2017. – № 35. – P. 14–18

154. Plisk, S.S. Speed, Agility, and Speed-Endurance Development / S. S. Plisk, T. R. Baechle, R. W. Earle / Essentials of straight training and conditioning. Champaign, IL // Human Kinetics. – 2008. – № 3. – P. 457–485.

155. Remizov, L.P. Biomechanics of optimal flight in ski-jumping / L. P. Remizov // Journal of biomechanics. – 1984. – № 17 (3). – P. 167–171.

156. Salamon, J. A comparative analysis of men's team and individual large hill (K-125) ski jumping competitions at the 2014 Winter Olympic Games in Sochi // Trends in Sport Sciences. – 2014. – № 4 (21). – P. 229–232.

157. Schmölzer, B. Individual flight styles in ski jumping: Results obtained during Olympic Games competitions / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of

Biomechanics. – 2005. – № 38 (5). – P. 1055–1065.

158. Schmölzer, B. The importance of being light: Aerodynamic forces and weight in ski jumping / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of Biomechanics. – 2002. – № 35. – P. 1059–1069.

159. Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 // Sports Biomechanics. – 2008. – № 7 (1). – P. 114–136.

160. Schwameder, H. Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Ski springen. – Salzburg: University of Salzburg, 1994. – 256 p.

161. Schwameder, H. Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen / H. Schwameder, E. Müller // Spectrum der Sportwissenschaften. – 1995. – № 71. – P. 5–36.

162. Schwameder, H. Biomechanische Forschung im Skisprung – ein Überblick // Spectrum der Sportwissenschaften. – 2009. – № 21 (1). – P. 68–95.

163. Schwameder, H. Concepts in ski jumping biomechanics and potential transfer to other sports. – September 2014 : [сайт]. – URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cspa/article/view/5907> (дата обращения: 12.02.2020).

164. Seo, K. Aerodynamic force data for a V-style ski jumping flight / K. Seo, I. Watanabe, M. Murakami // Sports Engineering. – 2004. – № 7 (1). – P.31–39.

165. Seo, K. Optimal flight technique for V-style ski jumping / K. Seo, M. Murakami, K. Yoshida // Sports Engineering. – 2004. – № 7 (2). – P. 97–104.

166. Shephard, R. Endurance in Sports. The encyclopedia of sports med / R. Shephard, P. O. Astrand. – Oxford: Blackwell sci. publ., 1992. – 637 p.

167. Ski jumping flight skill analysis based on high-speed video image / M. Murakami, M. Iwase, K. Seo [et al.] // Procedia Engineering. – 2010. – № 2 (2). – P. 2381–2386.

168. Sobotka, R. Registrierung des Kraftimpulses beim Skiabsprung / R. Sobotka, J. Kastner // Biomechanik des Schilaufts. – Innsbruck, 1977 – P. 90–97.

169. Sports injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players / A. Van der Sluis, M. T. Elferink-Gemser, M. J. Coelxo-e-Silva [et al.] //

International Journal Sports Medicine. – 2014. – № 35. – P. 351–355.

170. Straumann, R. Der modern Ski sprung // Sport. – 1957. – № 152. – P. 21–24.

171. Straumann, R. Vom Skisprung zum Ski flug // Sport. – 1955. – № 63. – P. 7–8.

172. Straumann, R. Vom Skiweitsprung und seiner Mechanik // Jahrbuch des Schweizerischen Ski Verbandes. – Bern: Selbstverlag des SSV, 1927. – P. 34–64.

173. Take-off analysis of the Olympic ski jumping competition (HS-106m) / M. Virmavirta, J. Isolehto, P. Komi [et al.] // Journal of Biomechanics. – 2009. – № 42 (8). – P. 1095–1101.

174. Tani, I. Flight mechanical investigation of ski jumping / I. Tani, M. Iuchi // Scientific Study of Skiing in Japan. – Tokyo: Hitachi, 1971. – P. 35–52.

175. Technikbewertung für das Nachwuchstraining im Skispringen und der Nordischen Kombination sowie weiteren Sportarten / E. Schulze, S. Buchner, C. Käding [et al.] // Schriftenreihe Angew. Trainingswissenschaft. – 2017. – № 10. – P. 34–43.

176. Techniques used by Olympic ski jumpers in the transition from take-off to early flight / A. Arndt, G. P. Bruggemann, M. Virmavirta [et al.] // Journal of Applied Biomechanics. – 1995. – № 11. – P. 224–237.

177. Uhlář, R. Pontryagin's maximum principle and optimization of the flight phase in ski jumping / R. Uhlář, M. Janura // Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica. – 2009. – № 39. – P. 61–68.

178. Vaverka, F. Ski-jumper's approach body position biomechanical aspect / F. Vaverka, J. Zhanel // Acta University Palackianae. – Praha: Stat. ped. nakl. – 1994. – P. 177–204.

179. Virmavirta, M. Aerodynamics of an isolated ski jumping ski / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Sports Engineering. – 2019. – № 22. – P. 1–6.

180. Virmavirta, M. Aerodynamics of ski jumping // The engineering approach to winter sports. – 2016. – № 6. – P. 153–181.

181. Virmavirta, M. Effective use of a wind tunnel for ski jumping suit research / M. Virmavirta, J. Kivekäs // Proceedings of the XXIIth ISB Congress. – Cape Town, 2009 : [сайт]. – URL: <http://isbweb.org/images/conf/2009/data/pdf/355.pdf> (дата обращения: 16.04.2019).

182. Virmavirta, M. Kinetics and muscular function in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Neuromuscular Aspects of Sport Performance. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. – P. 91–102.

183. Virmavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 1993. – № 3. – P. 229–236.

184. Virmavirta, M. Measurement of take-off forces in ski jumping. Part II. / M. Virmavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 1993. – № 3. – P. 237–243.

185. Virmavirta, M. Plantar pressure and EMG activity of simulated and actual ski jumping take-off / M. Virmavirta, P. V. Komi // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. – 2001. – №11 (5). – P. 310–314.

186. Virmavirta, M. Plantar pressures during ski jumping take-off / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Applied Biomechanics. – 2000. – № 16 (3). – P. 320–326.

187. Virmavirta, M. Simulated and actual ski jumping take-offs differ in plantar pressure and muscle activation patterns / M. Virmavirta, P. V. Komi, J. Perttunen // Proceedings of the XVIth Congress of the ISB. –Tokyo: Japan, 1997. – 260 p.

188. Virmavirta, M. Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping / M. Virmavirta, P. V. Komi // Journal of Sports Sciences. – 2001. – № 19 (12) : [сайт]. – URL: <https://DOI:10.1080/026404101317108462> (дата обращения: 10.02.2019).

189. Virmavirta, M. Ski jumping take-off in a wind tunnel with skis / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // Journal of Applied Biomechanics. – 2011. – № 27 (4). – P. 375–379.

190. Virmavirta, M. Take off analysis of a champion ski jumper / M. Virmavirta,

P. V. Komi // *Coaching and Science Journal*. – 1994. – № 1 (1). – P. 23–27.

191. Virmavirta, M. Take-off aerodynamics in ski jumping / M. Virmavirta, J. Kivekäs, P. V. Komi // *Journal of Biomechanics*. – 2001. – № 34 (4). – P. 465–470.

192. Virmavirta, M. The effect of wind on jumping distance in ski jumping – fairness assessed / M. Virmavirta, J. Kivekäs // *Sports Biomechanics*. – 2012. – № 11 (3). – P. 358–369.

193. Virmavirta, M. The take-off forces in ski jumping / M. Virmavirta, P. Komi. – 1989. – № 5. – P. 248–257.

194. Vodicar, J. Kinematic Structure at the Early Flight Position in Ski Jumping / J. Vodicar, M. Čoh, B. Jošt // *Journal of Human Kinetics*. – 2012. – № 35 (1). – P. 35–45.

195. Vodicar, J. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. (Техника прыжков на лыжах с трамплина) / J. Vodicar, B. Jošt : [сайт]. – URL: http://www.skijumpingrus.ru/data/files/16/Prezentaciya_Boyan_Yost_ch.1.pdf (дата обращения: 16.02.2019).

196. Vodicar, J. The relationship between selected kinematic parameters and length of jumps of the ski-flying competition / J. Vodicar, B. Jošt // *Kinesiology*. – 2011. – № 43 (1). – P. 74–81.

197. Ward-Smith, A.J. Experimental determination of the aerodynamic characteristics of ski-jumpers / A. J. Ward-Smith, D. Clements // *The Aeronautical Journal*. – 1982. – № 86. – P. 384–391.

198. Wick, J. Olympianalyse Pyeongchang 2018: Olympiazzyklusanalyse und Auswertungen der Olympischen Winterspiele 2018 in ausgewählten Sportarten / J. Wick, F. Lehmann. – Aachen: Meyer & Meyer, 2019. – 156 p.

199. Zanevskiy, I. Dependence of ski jump length on the skier's body pose at the beginning of take-off / I. Zanevskiy, V. Banakh // *Acta of bioengineering and biomechanics / Wroclaw University of Technology*. – 2010. – № 12 (4). – P. 79–87.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Оценка уровня технической подготовленности лыжников-двоеборцев 13-16 лет
в прыжках на лыжах с трамплина

Таблица А.1 – Биомеханический анализ техники стойки разгона лыжников-двоеборцев контрольной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов		
	φт	αг	βк
1	10	51	69
2	17	56	78
3	13	57	74
4	11	49	66
5	5	54	79
6	9	56	81
7	15	60	73
8	18	52	75
9	7	58	84
10	8	53	78
11	16	58	66
Модельные значения, 2019	10-15	50-55	70-75

Таблица А.2 – Биомеханический анализ техники стойки разгона лыжников-двоеборцев экспериментальной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов		
	φт	αг	βк
1	20	52	77
2	23	56	73
3	15	57	75
4	10	54	71
5	7	56	83
6	17	59	78
7	14	53	75
8	8	53	70
9	8	51	72
10	10	62	89
11	8	51	78
Модельные значения, 2019	10-15	50-55	70-75

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.3 – Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев контрольной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов			
	φг	αг	βк	ω
1	28	65	119	94
2	40	63	128	89
3	35	61	116	93
4	20	62	112	98
5	49	62	133	88
6	33	82	150	96
7	36	67	129	91
8	40	64	120	94
9	28	64	121	92
10	36	66	127	91
11	29	62	102	100
Модельные значения, 2019	30-35	60-65	130 и больше	83-88

Таблица А.4 – Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев экспериментальной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов			
	φг	αг	βк	ω
1	45	65	133	88
2	50	64	134	85
3	39	63	124	95
4	30	65	113	97
5	28	73	133	96
6	39	61	117	92
7	34	59	108	93
8	12	67	110	103
9	29	68	116	99
10	30	65	120	95
11	25	68	130	96
Модельные значения, 2019	30-35	60-65	130 и больше	83-88

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.5 – Биомеханический анализ техники полета на 65 метрах у лыжников-двоеборцев контрольной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов				АК
	ϕ_h	λ_h	γ	α_h	
1	10,3	32,0	166,0	6,5	0,39
2	10,2	33,7	163,0	7,7	0,42
3	18,2	45,7	156,0	2,2	0,50
4	21,8	40,3	163,0	4,0	0,46
5	14,3	38,0	157,4	4,7	0,41
6	20,0	49,0	154,0	18,0	0,53
7	14,0	40,0	154,0	14,0	0,45
8	8,0	42,0	146,0	9,0	0,49
9	24,0	41,0	159,0	11,0	0,51
10	11,0	42,0	149,0	10,0	0,48
11	13,0	45,0	148,0	13,0	0,53
Среднее по группе	15,0	40,8	155,9	9,1	0,50
Модельные значения, 2019	0-10	20-30	155-162	0-5	$\leq 0,3$

Таблица А.6 – Биомеханический анализ техники полета на 65 метрах у лыжников-двоеборцев экспериментальной группы до эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов				АК
	ϕ_h	λ_h	γ	α_h	
1	4,0	36,7	149,0	0,0	0,41
2	15,6	37,3	161,0	0,0	0,41
3	12,0	42,6	151,0	10,0	0,50
4	16,2	37,8	160,6	6,7	0,47
5	10,0	34,0	152,0	10,0	0,42
6	14,0	33,0	163,0	12,0	0,45
7	10,0	35,0	155,0	5,0	0,41
8	8,0	40,0	161,0	11,0	0,51
9	20,0	34,0	154,0	5,0	0,50
10	20,0	39,0	162,0	7,0	0,48
11	22,0	48,0	153,0	22,0	0,71
Среднее по группе	13,8	38,3	156,5	8,1	0,50
Модельные значения, 2019	0-10	20-30	155-162	0-5	$\leq 0,3$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.7 – Экспертная оценка выполнения приземления лыжниками-двоеборцами контрольной группа до эксперимента (n = 11), экспертный балл

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,1
2	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0
3	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	2,8
4	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	3,0	2,5	2,6
5	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,6
6	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,7
7	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	2,0	2,5	2,4
8	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,3
9	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,4
10	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,1
11	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,5	2,5	3,1
X	2,6	2,7	2,7	2,6	2,9	2,7	2,6	2,7
σ	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3

Таблица А.8 Экспертная оценка выполнения приземления лыжниками-двоеборцами экспериментальной группа до эксперимента (n = 11), экспертный балл

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,3
2	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,2
3	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5	2,2
4	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	2,1
5	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,0
6	2,5	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	1,8
7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,1
8	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	2,1
9	2,5	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	2,1
10	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,1
11	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,1
X	2,4	2,4	2,3	2,5	2,5	2,4	2,4	2,1
σ	0,4	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,1

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.9 – Биомеханический анализ техники стойки разгона лыжников-двоеборцев контрольной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов		
	φт	αг	βк
1	9	52	67
2	15	59	78
3	13	56	71
4	11	50	68
5	5	52	76
6	8	55	79
7	12	60	71
8	15	51	73
9	9	59	80
10	8	56	79
11	14	57	69
Модельные значения, 2019	10-15	50-55	70-75

Таблица А.10 – Биомеханический анализ техники стойки разгона лыжников-двоеборцев экспериментальной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов		
	φт	αг	βк
1	15	54	69
2	17	55	71
3	12	55	70
4	9	56	68
5	11	54	87
6	12	57	74
7	14	53	71
8	9	55	68
9	10	53	70
10	12	60	81
11	8	54	71
Модельные значения, 2019	10-15	50-55	70-75

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.11 – Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев контрольной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов			
	φг	αг	βк	ω
1	32	65	124	90
2	36	65	130	87
3	32	63	122	91
4	22	63	116	96
5	41	62	130	87
6	30	77	129	94
7	31	66	124	89
8	40	67	125	93
9	25	65	123	92
10	33	68	118	93
11	34	61	108	96
Модельные значения, 2019	30-35	60-65	130 и больше	83-88

Таблица А.12 – Биомеханический анализ техники отталкивания от стола отрыва лыжников-двоеборцев экспериментальной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов			
	φг	αг	βк	ω
1	37	65	131	86
2	38	63	130	85
3	32	65	128	89
4	28	66	128	91
5	35	63	131	88
6	31	64	131	88
7	35	62	124	89
8	25	64	122	93
9	29	65	125	92
10	33	64	130	91
11	29	64	127	89
Модельные значения, 2019	30-35	60-65	130 и больше	83-88

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.13 – Биомеханический анализ техники полета на 60 метрах у лыжников-двоеборцев контрольной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов				АК
	ϕ_h	λ_h	γ	α_h	
1	10	33	161	7,3	0,37
2	6	32	158	6	0,40
3	14	39	155	5	0,46
4	18	36	162	7	0,47
5	12	37	155	4	0,43
6	17	44	153	10	0,50
7	9	36	155	10	0,44
8	8	35	147	7	0,47
9	20	39	161	8	0,49
10	13	40	153	7	0,45
11	10	41	149	9	0,50
Среднее по группе	12,5	37,5	155,4	7,3	0,5
Модельные значения, 2019	0-10	20-30	155-162	0-5	$\leq 0,3$

Таблица А.14 – Биомеханический анализ техники полета на 60 метрах у лыжников-двоеборцев экспериментальной группы после эксперимента (n = 11), град.

Спортсмен	Величины суставных углов				АК
	ϕ_h	λ_h	γ	α_h	
1	5,0	30,0	155,0	2,0	0,37
2	9,0	31,0	158,0	0,0	0,36
3	10,0	34,0	156,0	4,0	0,41
4	16,2	37,8	160,6	6,7	0,47
5	5,0	29,0	156,0	4,0	0,38
6	7,0	30,0	157,0	6,0	0,38
7	3,0	29,0	154,0	5,0	0,37
8	11,0	38,0	153,0	9,0	0,46
9	12,0	34,0	158,0	7,0	0,44
10	14,0	35,0	159,0	6,0	0,45
11	16,0	41,0	155,0	12,0	0,51
Среднее по группе	9,8	33,5	156,5	5,6	0,40
Модельные значения, 2019	0-10	20-30	155-162	0-5	$\leq 0,3$

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.15 – Экспертная оценка выполнения приземления лыжниками-двоеборцами контрольной группа после эксперимента (n = 11), экспертный балл

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	3,0	2,6
2	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,7
3	2,5	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	2,5	2,6
4	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,4
5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,4
6	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,8
7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,1
8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,1
9	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
10	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,3
11	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
X	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5
σ	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3

Таблица А.16 – Экспертная оценка выполнения приземления лыжниками-двоеборцами экспериментальной группа после эксперимента (n = 11), экспертный балл

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2,0	2,0	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,8
2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5	1,6
3	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6
4	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,7
5	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
6	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	1,8
7	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,0	2,2
8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,4
9	2,0	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,9
10	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	1,5	2,0	1,6
11	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,4
X	1,9	2,0	1,9	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9
σ	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.17 – Экспертная оценка выполнения фазы разгона (ведение лыж, симметрия тела). Контрольная группа до эксперимента (n = 11), количество ошибок

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	1	1	2	1	2	1	1,4
2	1	1	2	1	1	2	1	1,3
3	0	1	0	0	0	1	0	0,3
4	3	3	3	2	3	2	3	2,7
5	2	3	2	2	2	2	3	2,3
6	1	0	0	1	1	0	1	0,6
7	2	1	1	2	1	2	1	1,4
8	3	3	3	2	3	3	3	2,9
9	2	2	2	2	3	2	2	2,1
10	1	2	1	1	2	1	2	1,4
11	2	2	2	1	2	2	2	1,9
X	1,7	1,7	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7
σ	0,9	1,0	1,0	0,7	1,0	0,8	1,0	0,8

Таблица А.18 – Экспертная оценка выполнения фазы разгона (ведение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа до эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	2	1	1	1,1
2	3	4	3	3	3	3	3	3,1
3	2	1	2	1	1	1	2	1,4
4	1	1	1	2	1	1	2	1,3
5	2	1	2	2	2	1	1	1,6
6	1	1	1	2	2	1	1	1,3
7	3	2	3	3	2	3	3	2,7
8	1	0	0	1	1	0	0	0,4
9	1	1	1	2	1	2	1	1,3
10	2	1	1	2	2	2	1	1,6
11	2	3	2	2	3	2	2	2,3
X	1,7	1,5	1,5	1,9	1,8	1,5	1,5	1,6
σ	0,8	1,1	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.19 – Экспертная оценка выполнения фазы оттачивания (ведение лыж, симметрия тела). Контрольная группа до эксперимента (n = 11)

Спортсмен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	2	2	2	2	3	2,3
2	1	1	1	2	1	1	2	1,3
3	2	1	1	2	1	1	1	1,3
4	1	2	1	1	2	2	2	1,6
5	2	2	2	3	2	2	2	2,1
6	1	0	1	1	0	1	1	0,7
7	2	3	2	2	2	2	3	2,3
8	1	1	1	1	2	1	2	1,3
9	1	2	1	1	1	2	1	1,3
10	2	3	2	2	2	2	2	2,1
11	2	2	2	3	1	2	2	2,0
X	1,5	1,8	1,5	1,8	1,5	1,6	1,9	1,7
σ	0,5	1,0	0,5	0,8	0,7	0,5	0,7	0,5

Таблица А.20 – Экспертная оценка выполнения фазы оттачивания (ведение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа до эксперимента (n = 11)

Спортсмен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	2	1	1	1	1,1
2	2	2	2	3	2	2	2	2,1
3	1	2	1	1	1	1	2	1,3
4	2	1	1	1	2	1	1	1,3
5	1	2	1	1	2	1	2	1,4
6	1	1	2	1	1	1	2	1,3
7	3	3	2	3	2	3	3	2,7
8	1	1	1	1	1	2	1	1,1
9	3	2	2	2	3	2	2	2,3
10	2	2	2	3	2	2	2	2,1
11	2	1	2	2	2	3	2	2,0
X	1,7	1,6	1,5	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7
σ	0,8	0,7	0,5	0,9	0,6	0,8	0,6	0,6

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.21 – Экспертная оценка выполнения фазы полета (положение лыж, симметрия тела). Контрольная группа до эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	2	1	1	1	1	1	1,1
2	1	1	1	2	1	1	1	1,1
3	1	1	2	1	1	2	1	1,3
4	1	1	1	0	1	1	1	0,9
5	1	2	1	1	1	2	1	1,3
6	2	1	1	1	2	1	1	1,3
7	1	2	1	1	1	1	2	1,3
8	1	2	2	1	1	2	1	1,4
9	1	1	2	2	1	1	1	1,3
10	3	2	2	2	2	2	1	2,0
11	2	2	1	2	2	2	2	1,9
X	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,4
σ	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3

Таблица А.22 – Экспертная оценка выполнения фазы полета (положение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа до эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	2	1	2	1	1	2	1,4
2	3	3	2	3	3	3	2	2,7
3	1	1	1	2	1	1	2	1,3
4	2	1	1	1	1	2	1	1,3
5	1	2	1	1	1	1	2	1,3
6	2	2	1	1	1	2	1	1,4
7	2	2	3	2	2	2	3	2,3
8	1	1	1	1	2	1	1	1,1
9	1	2	1	1	2	1	2	1,4
10	2	2	3	2	2	3	2	2,3
11	2	1	2	1	1	1	1	1,3
X	1,6	1,7	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6
σ	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.23 – Экспертная оценка выполнения фазы разгона (ведение лыж, симметрия тела). Контрольная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	2	1	2	2	2	1	1,7
2	1	2	1	1	1	2	2	1,4
3	0	1	0	0	0	1	1	1,1
4	3	2	2	2	3	3	2	2,4
5	1	2	2	2	2	2	2	1,9
6	1	1	1	1	1	0	0	1,3
7	1	1	2	2	1	1	2	1,4
8	2	2	3	2	2	3	3	2,4
9	2	2	2	2	2	2	2	2,0
10	2	2	1	1	2	1	1	1,4
11	2	2	2	1	2	1	1	1,6
X	1,6	1,7	1,6	1,5	1,8	1,8	1,7	1,7
σ	0,7	0,5	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4

Таблица А.24 – Экспертная оценка выполнения фазы разгона (ведение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	2	1	1	1	2	1	1,1
2	2	2	2	3	2	2	2	3,1
3	1	1	1	1	2	1	2	1,4
4	1	0	1	1	1	1	1	1,3
5	1	1	1	1	1	2	1	1,6
6	1	2	1	1	2	1	1	1,3
7	2	1	1	1	2	1	2	2,7
8	1	1	0	1	0	0	1	0,4
9	1	1	1	2	1	2	1	1,3
10	2	1	1	2	2	2	1	1,6
11	2	2	2	2	2	2	2	2,3
X	1,7	1,5	1,5	1,9	1,8	1,5	1,5	1,6
σ	0,8	1,1	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.25 – Экспертная оценка выполнения фазы отталкивания (ведение лыж, симметрия тела). Контрольная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	2	2	2	2	2	2	1,9
2	1	2	1	1	1	1	2	1,3
3	1	2	1	2	1	1	2	1,4
4	2	1	1	1	2	2	1	1,4
5	1	2	2	2	2	2	2	1,9
6	1	1	1	1	0	0	1	1,0
7	2	3	3	3	2	2	2	2,4
8	1	1	1	1	1	2	1	1,1
9	1	1	2	2	1	2	2	1,6
10	2	2	2	2	2	2	2	2,6
11	2	2	1	2	1	2	2	1,7
X	1,5	1,8	1,5	1,7	1,5	1,7	1,8	1,7
σ	0,7	0,8	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5

Таблица А.26 – Экспертная оценка выполнения фазы отталкивания (ведение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	0	1	1	1	0	1	0,7
2	1	2	1	1	1	2	2	1,4
3	0	1	1	0	0	1	1	0,6
4	2	1	1	1	1	1	1	1,1
5	1	1	2	1	1	1	1	1,1
6	1	0	1	0	1	1	1	0,7
7	1	2	2	2	2	1	1	1,6
8	2	1	1	1	1	2	1	1,3
9	2	2	2	2	2	2	1	1,3
10	1	1	2	2	2	1	2	1,6
11	2	1	1	2	2	2	2	1,7
X	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2
σ	0,6	0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.27 – Экспертная оценка выполнения фазы полета (положение лыж, симметрия тела). Контрольная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	2	1	1	2	1,3
2	1	1	1	1	1	1	1	1,0
3	1	2	1	1	1	2	1	1,3
4	2	1	1	1	1	1	1	1,1
5	2	2	1	1	1	1	2	1,4
6	1	1	1	1	2	1	1	1,7
7	2	1	1	1	1	1	2	1,3
8	1	1	2	2	1	2	1	1,4
9	1	1	1	1	1	2	1	1,1
10	2	2	2	2	1	2	2	1,9
11	2	2	2	2	2	2	2	2,4
X	1,6	1,5	1,4	1,4	1,2	1,5	1,5	1,5
σ	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,7	0,5	0,4

Таблица А.28 – Экспертная оценка выполнения фазы полета (положение лыж, симметрия тела). Экспериментальная группа после эксперимента (n = 11)

Спорт-смен	Экспертный балл							Средний балл
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	2	1	1,1
2	2	2	2	1	2	2	1	1,7
3	1	0	1	1	1	0	1	0,4
4	1	2	1	1	1	1	1	1,1
5	1	1	1	1	1	1	1	1,0
6	1	1	1	1	1	2	1	1,1
7	2	1	1	1	2	2	1	1,4
8	1	0	1	1	1	1	0	0,7
9	1	1	0	1	1	1	0	0,7
10	1	1	1	2	2	3	1	1,6
11	1	1	1	2	1	1	1	1,1
X	1,2	1,0	0,9	1,1	1,3	1,5	0,8	1,1
σ	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Специальные упражнения юного лыжника-двоеборца, направленные на повышение технической подготовленности в прыжках на лыжах с трамплина

Б.1 Комплекс упражнений для совершенствования техники стойки разгона и развития равновесия лыжников-двоеборцев

Развитие и отработка равновесия (баланса) в стойке разгона является важной составляющей в специально-технической подготовке у лыжника-двоеборца. Так, в дополнение к упражнениям, широко применяемым в практике российских прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья, необходимо использование упражнений с применением качающейся площадки – полусферы и надувной подушки (фитнес инвентарь), роликовых коньков и тележки на роликах.

Для развития равновесия применительно к фазе разгона рекомендуется следующий комплекс специально-подготовительных упражнений:

1) удержание равновесия, стоя в полуприседе на двух ногах на качающейся опоре – фитнес полусфере жестким основанием вверх (Рисунок Б.1); то же на одной ноге (правой, левой);

2) удержание стойки разгона лыжника-прыгуна. Необходимо, чтобы стопы стояли параллельно друг другу на ширине плеч, точно так же как в лыжне на трамплине. Время выполнения упражнения от 20 секунд до 1 минуты (Рисунок Б.2);

3) те же упражнения на фитнес полусфере, повёрнутой мягкой стороной вверх (Рисунок Б.3);

4) удержание равновесия стоя на двух ногах на балансировочной доске (балансборде) с фиксированным (неподвижным) валиком (Рисунок Б.4);

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

5) то же в полуприседе (Рисунок Б.4);

6) то же в стойке разгона лыжника-прыгуна (Рисунок Б.4);

(Валик под балансбордом может располагаться вдоль или поперек направления постановки стоп спортсмена для тренировки равновесия во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Необходимо, чтобы стопы стояли параллельно друг другу на ширине плеч так же как в лыжне на трамплине. Время выполнения упражнения от 20 секунд до 1 минуты);

7) то же с незакрепленным валиком;

8) выполнение стойки разгона на параллельно натянутых веревочных фалах (канатах). Следить за сохранением ширины и параллельности стоп, а также за положением тела и рук (Рисунок Б.5);

9) выполнение упражнений в условиях линейного движения на роликовой тележке, лучше на пологом уклоне (Рисунок Б.6). В положении полуприседа лицом вперед, руки на поясе, равномерно распределив вес тела на стопах ног, проехать 15-30 м, не изменяя «баланса», то есть, не перемещаясь по ходу движения с носка на пятку и наоборот;

10) то же на правой и левой ноге отдельно (Рисунок Б.6);

11) проезд в стойке разгона с соблюдением технических характеристик (Рисунок Б.7);

12) то же в экипировке лыжника-прыгуна (Рисунок Б.7);

13) для тренировки параллельной постановки ног на разгоне (управления лыжами) выполнить проезд в стойке разгона с соблюдением технических характеристик на роликовых коньках или гоночных лыжероллерах. Следить за сохранением параллельности стоп и расстоянием между ними;

14) скатывания в стойке разгона с пологого ровного склона по прорезанной лыжне на гоночных лыжах с соблюдением технических характеристик;

15) то же на склоне без нарезной лыжни;

16) то же в полной экипировке лыжника-прыгуна.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.1 – Упражнение 1 для совершенствования техники разгона



Рисунок Б.2 – Упражнение 2 для совершенствования техники стойки разгона

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

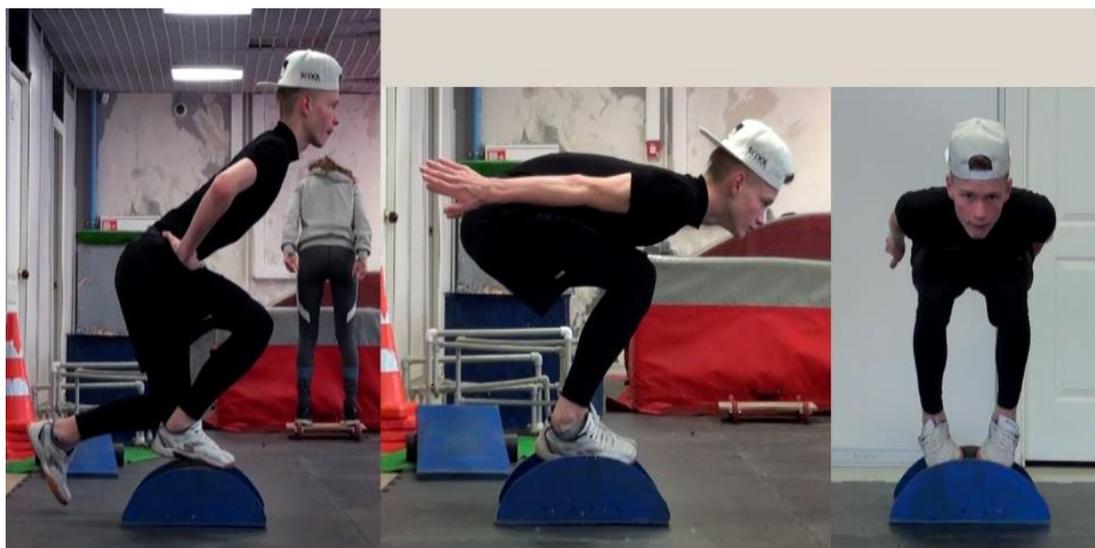


Рисунок Б.3 – Варианты упражнения 3 для совершенствования техники стойки разгона



Рисунок Б.4 – Упражнения 4-6 для совершенствования техники стойки разгона

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.5 – Упражнение 8 для совершенствования техники стойки разгона



Рисунок Б.6 – Упражнения 9-10 для совершенствования техники стойки разгона



Рисунок Б.7 – Упражнения 11-12 для совершенствования техники стойки разгона

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Б.2 Комплекс специальных упражнений лыжников-двоеборцев, направленных на выполнение синхронного и равного по величине усилия ног при отталкивании от стола отрыва

Комплекс упражнений:

1) удержание равновесия и выполнение приседаний, приблизительно равных по глубине уровню стойки разгона лыжника-прыгуна, стоя на двух ногах на качающейся опоре – фитнес полусфере с жестким основанием наверх;

2) то же на одной ноге (правой, левой) – сравнительно неглубокий присед до 90°;

3) выполнение стойки разгона лыжника-прыгуна с дальнейшим выпрыгиванием вверх;

(Необходимо, чтобы стопы стояли параллельно друг другу на ширине плеч, точно так же как в лыжне на трамплине. Достигнув необходимой глубины приседа, зафиксировать положение на 2-3 секунды. Равное давление ног на полусферу при вставании – сохранять площадку полусферы в горизонтальном положении. Количество повторений – 4-6);

4) те же упражнения на фитнес полусфере, повёрнутой мягкой стороной наверх. Указания к выполнению – те же. Равное давление ног на полусферу при вставании – сохранять положение стоп на одном уровне, не позволять какой-либо из стоп проваливаться глубже другой. Количество повторений – 4-6;

5) удержание равновесия и выполнение приседаний до уровня стойки разгона лыжника-прыгуна, стоя на двух ногах на балансировочной доске (балансборде) с фиксированным валиком;

(Валик под балансбордом может располагаться вдоль и поперек направления постановки стоп спортсмена для тренировки равновесия во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Указания к выполнению те же, что и на полусфере. Удерживать доску балансборда в горизонтальном положении на

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

протяжении всего выполнения упражнения. Количество повторений – 4-6);

6) то же с незакрепленным валиком. В стадии освоения упражнений возможно использование поддержки. Количество повторений – 4-6;

7) удержание равновесия и выполнение приседаний до уровня стойки разгона лыжника-прыгуна, стоя на параллельно натянутых веревочных фалах (канатах);

(Следить за сохранением ширины и параллельности стоп. Указания по выполнению те же, что и при выполнении упражнений на мягкой полусфере. Выполнить 4-6 повторений);

8) прямолинейное движение на роликовой тележке на пологом уклоне, выполняя приседания до уровня стойки разгона лыжника-прыгуна и вставания (Рисунок Б.8);

9) в положении полуприседа лицом вперед, руки на поясе, равномерно распределить вес тела на стопах ног и проехать 10 метров, не изменяя баланса (то есть, не перемещаясь по ходу движения с носка на пятку и с пятки на носок). Преобразовать присед в стойку разгона лыжника-прыгуна, зафиксировать положение на 2-3 секунды. Повторить 3-4 раза (Рисунок Б.8);

10) то же с выпрыгиванием вверх из положения полу приседа и принятия этого положения снова (Рисунок Б.9). Следить за синхронностью разгибания ног и параллельностью постановки стоп. Повторить 3-4 раза;

11) то же с выполнением имитации отталкивания из стойки разгона с поддержкой партнером (тренером) (Рисунок Б.10). При соблюдении всех технических установок выполнить максимально высокое выпрыгивание, следить за синхронностью и полнотой разгибания ног. Выполнить 4-6 повторений;

12) то же в экипировке лыжника-прыгуна (Рисунок Б.10).

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.8 – Упражнения 8-9 для совершенствования техники отталкивания



Рисунок Б.9 – Упражнение 10 для совершенствования техники отталкивания

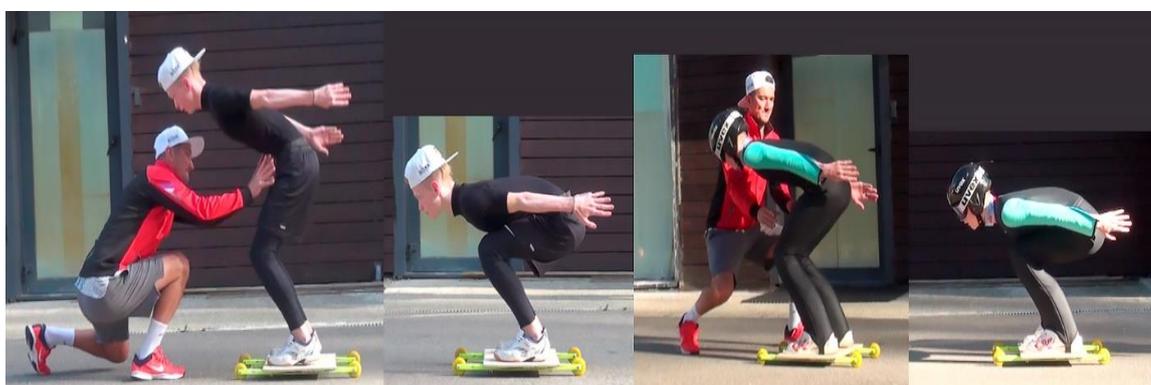


Рисунок Б10 – Упражнения 11-12 для совершенствования техники отталкивания

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Б.3 Комплекс упражнений для совершенствования техники полета лыжников-двоеборцев

В «наземной» технической тренировке отработка положения полета возможна в достаточно узком диапазоне условий. Специфика выполнения данной позиции спортсменом на трамплине состоит в том, что лыжник-двоеборец движется в безопорном воздушном пространстве, сохраняя целостность положения системы «лыжник-лыжи» в рациональном по отношению к встречному воздушному потоку наклоне. Достаточно сложно смоделировать условия, аналогичные полёту с трамплина. «Продувка» спортсменов в аэродинамической трубе дорогостояща и доступна лишь членам сборных команд. Наряду с наиболее широко применяемыми упражнениями, такими как удержание положения полета лежа на перекладине или страховочной лонже, возможны варианты этих имитаций, более точно отражающие конкретные моменты прыжка. Несомненно, для проведения направленной технической «наземной» тренировки необходимы специальные тренажеры и приспособления.

Упражнения, выполняемые в спортивном зале (спортивном городке):

1) на низкой опоре (гимнастическая или обычная скамья, табуретка) принять позицию полета. Тело в горизонтальном положении, спина прямая и параллельна полу. Стопы подняты вперед и касаются пола. Оторвать стопы от пола, растянуться. Ноги и таз напряжены. Все установки по выполнению начала (формирования) и основной части полета на трамплине соблюдаются;

2) то же на средней и высокой перекладине. Ноги имеют существенно меньший наклон по сравнению с туловищем. Распрямиться до состояния более «раскрытого» угла, сократить эту разницу;

3) то же на страховочной лонже (альпинистской обвязке) в статичном положении. Лонжа может быть подвешена к высокой перекладине или более

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

высокой опоре с соблюдением всех норм безопасности;

4) то же, качаясь на страховочной лонже. Тренер, стоя за спиной спортсмена, оттягивает его назад, стабилизирует и отпускает;

5) на страховочной лонже в полной экипировке лыжника-прыгуна с лыжами. Лыжи зафиксированы примерно в горизонтальном положении, тренер регулирует высоту нахождения спортсмена над лыжами. Опуская лонжу и, соответственно, спортсмена через блок, можно имитировать активное положение полета с большим наклоном и близким нахождением к лыжам. Это упражнение позволяет воспроизвести позу полета в совокупности с ощущениями прыжковой экипировки.

Упражнения, выполняемые в бассейне. Выполнение упражнений в воде позволяет спортсменам воспользоваться редкой возможностью нахождения в безопорном положении достаточно продолжительное время. Так как вода плотнее воздуха почти в 800 раз, она позволяет человеку висеть или двигаться в ней, принимая любые положения. Лыжники-двоеборцы могут с большой пользой использовать этот потенциал для отработки, как минимум, двух важных умений, которые необходимы спортсмену в начальной и основной части полета.

Способность в минимальный срок принять положение полета после отталкивания в условиях быстрого перемещения и безопорного состояния является одной из самых сложных задач в прыжке с трамплина. Это связано с принятием позы полета, в соответствии с точными кинематическими параметрами, которые во многом обусловлены воздействием на лыжника-прыгуна аэродинамических сил, в рискованной ситуации. Комплексное управление системой «лыжник-лыжи» в воздушном пространстве требует от спортсмена высокой координации движений, четкой пространственно-временной ориентации и решительности.

В условиях бассейна юные спортсмены могут самостоятельно и в спокойной обстановке, методом проб и ошибок находить оптимальное

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

горизонтальное положение полета со всеми к нему требованиями, «оттачивать» его конфигурацию. Многократные повторения правильной позиции безопорного полета, с затяжным, как в далёком прыжке, исполнением создает искомый стереотип положения тела в пространстве, который в дальнейшем проявится на трамплине по мере обретения спортсменом опыта и уверенности. Немаловажно, что в полёте прыгун должен двигаться по воздуху, чувствовать его, ориентироваться, бороться за увеличение дальности. Это чувство в какой-то мере вырабатывается в воде, когда требуется скользить по ней и уплыть дальше.

Выполнение упражнений на мелкой части бассейна.

1) И.п. – стоя спиной в непосредственной близости к бортику, погрузиться полностью в воду, руки выпрямлены вперед ладонями вниз, голова между руками, оттолкнувшись ногами от бортика полностью выпрямиться, выполнить скольжение как можно дальше до полной остановки. Выполнить скольжение под водой и на поверхности воды.

Методические рекомендации:

- отталкивание выполняется с нарастающей силой, с полной амплитудой, с задачей уплыть как можно дальше;

- после отталкивания быстро принять (сформировать) положение скольжения: тело прямое, свободное, ноги и таз напряжены. Ноги выпрямлены и находятся на ширине таза, носки оттянуты;

- отталкивание и скольжение происходит под водой, параллельно дну, как можно дольше, сохраняя прямолинейность движения;

- на всем протяжении скольжения тело тянется вперед за руками; ощущать движение по воде, не закрепощаться.

2) То же с подбором стопы вперед, сразу после отталкивания от бортика.

3) То же с подбором стопы вперед, при заметном снижении скорости скольжения выполнить гребок руками через стороны, продолжить скольжение в положении полета. Руки держать около туловища. Подбородок поднять.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Туловище расположено горизонтально, ноги имеют меньший угол наклона.

4) И.п. – то же, руки вдоль туловища. Выполнить отталкивание и последующее скольжение в положении полета.

5) И.п. – стоя на наклонной поверхности (переход от мелкой части дна бассейна к глубокой), глубоко присесть и сразу выполнить отталкивание вперед-вверх с принятием положения полета. Стремиться всплыть на поверхность воды как можно дальше от точки отталкивания.

Приоритеты наблюдения:

- проплыть как можно дальше за счет скольжения по воде, тянуться вперед;
- соблюдение всех установок по выполнению начала (формирования) и основной части полета на трамплине.

6) Прыжки головой в воду с тумбочки/вышки:

- прыжки в воду руками вперед с быстрым подбором и разведением стоп. Ноги и таз напряжены. Положение ног и стоп не меняется при переходе в воду и дальнейшем скольжении;

- прыжки в воду из приседа (стойки разгона). Руки рядом с туловищем, после отталкивания быстро принять положение полета. Положение тела, рук, ног и стоп не меняется при переходе в воду и дальнейшем скольжении. Тонус мышечного напряжения таза и ног сохраняется. Все установки для тела спортсмена по выполнению начала (формирования) и основной части полета на трамплине соблюдаются.

Б.4 Комплекс упражнений для совершенствования техники приземления и выката

Анализ выполнения приземления на Спартакиаде учащихся показал тотальное игнорирование элемента «разножка» юными спортсменами. Только у трёх из сорока одного участника позиция «телемарк» могла быть отмечена

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

судьями по технике положительно. Это свидетельствует о недостаточном внимании тренеров к совершенствованию техники приземления и выката.

В связи с этим имеет смысл рассмотреть обучение позиции разножки с основных азов, которые продиктованы правилами соревнований. Основным критерием выполнения элемента «телемарк» для судей по технике является наличие выпада ноги вперед в момент касания горы приземления.

Длина выпада между впереди и сзади стоящими ногами приблизительно равна длине стопы (25-35 см). Ширина между параллельными лыжами не должна превышать двух значений ширины самой лыжи. Судья реагирует вычетом баллов, если это расстояние больше. Туловище поднято вверх, плечи слегка закруглены вперед против встречного воздушного потока, руки выпрямлены и разведены в стороны на уровне плеча. Спортсмен должен продемонстрировать устойчивую разножку в линейном движении как минимум на 10-12 метрах после своего приземления. Дальнейшее перемещение лыжника-двоеборца по горе приземления вплоть до пересечения «линии падения» будет рассматриваться как выкат (фаза выката). Необходимо добавить, что ветровые условия и ситуация при приземлении могут сложиться для спортсмена непредсказуемо, поэтому тренировка разножки должна осуществляться как на левую, так и на правую впереди ногу.

Для выполнения первой группы упражнений необходимо параллельно положить (зафиксировать) две прыжковые лыжи без креплений (из числа старого инвентаря) на пол, на расстоянии 12-15 см.

Приблизительно в центральной части одной из лыж маркером (изолентой) обозначить первую поперечную линию, от нее отмерить длину стопы и поставить вторую метку. Маркировку симметрично перенести на вторую лыжу. Получился простой индивидуальный шаблон – ограничитель, показывающий требуемую длину и ширину выпада в разножке. Возможны и другие варианты такого шаблона, например, маркировка краской на полу, однако лыжи под

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

ногами более осязаемы и позволяют более точно определить ошибочную постановку стоп.

Упражнения для обучения и совершенствования элемента «телемарк»:

1) Встать в разножку по разметке на лыжах (шаблоне) правой ногой вперед в соответствии с основными требованиями. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же другой ногой вперед.

2) И.п. – стоя на выпрямленных ногах носками у первой линии, наклониться вперед, туловище и руки как в положении полета. Сделать шаг-выпад вперед правой ногой в положение разножки на лыжах. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же левой ногой.

3) И.п. – стоя на левой ноге носком у первой линии, тело и руки как в активном полете наклонены вперед, прямая правая нога отведена назад, стопа поднята вперед. Сделать шаг-выпад вперед правой ногой в положение разножки на лыжах. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же с разножкой на левую ногу.

4) И.п. – стоя на расстоянии 20-30 см от первой линии, выполнить прыжок вверх-вперед с выпрямлением ног и подбором вверх стоп и приземлиться в разножку правой ногой вперед. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же с разножкой левой ногой вперед. Ноги в воздухе прямые, сгибаются и разводятся непосредственно перед приземлением. Возможны варианты по высоте выпрыгивания и расстоянию отступа от первой линии.

5) Над пятками лыж поставить скамью (гимнастическую тумбу) на расстоянии 50 см от первой линии. И.п. – как в упражнении 2, носки стоп на краю скамьи, выполнить спад – соскок вперед с разножкой при приземлении на лыжи, правой ногой вперед. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же с разножкой левой ногой вперед.

6) То же. И.п. – как в упражнении 3, носок левой стопы на краю скамьи,

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

выполнить спад – соскок вперед с разножкой при приземлении на лыжи, правой ногой вперед. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же с разножкой левой ногой вперед.

7) То же, что и в упражнениях 5 и 6. Выполнить разножку с более жестким, акцентированным ударом ног о лыжи, имитируя тем самым удар от контакта с жесткой ледяной поверхностью горы приземления при далеком прыжке.

8) Стоя на лыжах между первой и второй линиями, подпрыгнуть с поворотом на 180° и приземлиться в разножку правой ногой вперед. Зафиксировать позицию на 7-10 секунд. То же с разножкой левой ногой вперед.

9) Скатывания в позиции разножка с пологого склона по нарезной лыжне на гоночных лыжах с соблюдением технических характеристик.

10) То же на склоне без нарезной лыжни. Летом возможно выполнение этого упражнения на гоночных лыжероллерах.

11) То же в полной экипировке лыжника-прыгуна на учебном склоне / горе приземления трамплина.

12) Прыжки со снежного трамплина («кочки») / серии таких трамплинов с приземлением в разножку.

Выкат. Выкат является заключительным этапом прыжка на лыжах с трамплина. В основе уверенного и безопасного окончания прыжка лежит разносторонняя лыжная подготовка и контроль движения вплоть до самой остановки. Элегантное выполнение выката усиливает эстетическое восприятие прыжка в целом у зрителей и судей. В большинстве случаев именно при выкате происходят падения спортсменов, хотя их причины могут возникать еще в полете или при приземлении. На этот случай у юных спортсменов должна быть выработана конкретная программа действий, которую необходимо отчётливо понимать и опробовать на практике.

При возникновении затруднительной ситуации с потерей контроля общего управления лыжами или равновесия необходимо быстро и решительно присесть,

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

и вытянувшись назад – в сторону относительно линии движения, упасть. Все тело и ноги в это мгновение должны выпрямиться и напрячься в одну «струну». Голова между прямыми руками. Правильно выполненное падение происходит с минимальным ударом о гору приземления, вскользь. Желательно оказаться на боку или спине, чтобы не поцарапать незащищенное лицо. Такое положение прижатого к склону, выпрямленного и напряженного тела снизит вероятность кручения или кувырков, быстрее приведет к остановке.

Упражнения для отработки безопасного падения:

1) Смоделировать падение на гимнастических матах. И.п – высокая стойка, руки в стороны, быстро присесть и, энергично распрямившись, упасть назад-вправо. Полностью выпрямиться и напрячься. Зафиксировать позицию на 5-7 секунд. То же, упасть влево.

2) То же после прыжка или спрыгивания с возвышенности.

3) На учебном склоне, на гоночных лыжах или в полной экипировке лыжника-прыгуна. Смоделировать падение. И.п. – высокая стойка, руки в стороны, быстро присесть и, энергично распрямившись, упасть назад-вправо. Зафиксировать позицию на 5-7 секунд. То же, упасть влево.

4) Отработать падение можно при тренировке приземления в разножку. В случае неудачной попытки приземления (что, естественно, иногда случается) выполнить падение.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Паспортные и антропометрические данные спортсменов, участвующих в эксперименте

Спортсмен (n=22)	Возраст лет	Спортивная квалификация	Рост, см	Масса тела кг
1	16	КМС	189,0	76,6
2	16	КМС	174,0	66,7
3	15	КМС	177,0	69,2
4	15	КМС	188,0	76,0
5	15	1 р.	146,5	34,8
6	15	1 р.	154,0	41,1
7	16	2 р.	161,5	51,4
8	16	2 р.	146,0	38,5
9	16	2 р.	160,0	57,5
10	13	3 р.	156,0	48,4
11	13	3 р.	154,0	38,0
12	14	1 р.	145,0	31,1
13	15	2 р.	151,0	33,8
14	14	1 р.	153,0	45,4
15	16	1 р.	161,0	58,2
16	16	1 р.	157,0	41,9
17	14	1 р.	156,0	40,0
18	14	2 р.	156,0	48,9
19	14	2 р.	171,5	58,2
20	13	3 р.	151,0	35,3
21	14	3 р.	150,5	43,3
22	13	3 р.	146,5	39,0
Среднее значение по группе	14,68	-	159,30	48,79
Стандартное отклонение	1,13	-	12,82	13,75

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Динамика результативности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья

Таблица Г.1 – Динамика результативности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов контрольной группы на соревнованиях 2020-2021 годов до и после эксперимента (n=11)

Спортсмен	2020 год				2021 год					
	место в прыжке	длина прыжка, м	скорость, км/ч	баллы за технику	общий балл	место в прыжке	длина прыжка, м	скорость, км/ч	баллы за технику	общий балл
1	12	72,5	87,5	43,5	57,1	12	75,0	85,0	44,5	74,5
2	11	72,5	87,1	44,5	58,1	23	66,0	84,3	42,0	54,0
3	7	80,0	87,7	45,0	74,4	2	84,0	85,5	48,5	96,5
4	15	70,0	87,1	41,5	52,4	23	66,0	84,3	42,0	54,0
5	19	67,0	86,9	41,0	47,5	20	67,5	84,9	42,5	57,5
6	22	66,0	86,5	41,0	42,0	32	60,0	83,5	40,5	40,5
7	27	62,0	85,9	40,5	32,1	44	55,5	83,3	39,0	30,0
8	16	66,5	86,2	43,5	49,2	31	62,0	83,5	40,5	44,5
9	26	61,5	85,5	39,0	36,5	39	57,0	83,0	40,5	34,5
10*	7	42,5	-	49,0	107,2	9	42,0	-	48,0	105,8
11*	8	41,0	-	47,5	101,1	13	40,5	-	44,5	98,1
X	15,45	63,77	86,71	43,27	59,78	22,55	61,41	84,14	42,95	62,72
σ	7,29	12,07	0,74	3,08	24,74	13,06	12,83	0,87	3,11	26,94

* – Спортсмены участвующие на соревнованиях другой возрастной категории (13 летние, трамплин с HS-50), остальные HS-85-109)

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Г

Таблица Г.2 – Динамика результативности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов экспериментальной группы на соревнованиях 2020-2021 годов до и после эксперимента (n=11)

Спортсмен	2020 год					2021 год				
	место в прыжке	длина прыжка м	скорость км/ч	баллы за технику	общий балл	место в прыжке	длина прыжка м	скорость км/ч	баллы за технику	общий балл
1	5	80,5	88,0	46,5	78,7	5	82,5	85,7	49,5	94,5
2	2	88,0	87,5	47,0	93,0	8	81,0	85,6	47,0	89,0
3	29	62,0	87,6	40,0	29,8	34	60,0	83,4	39,5	39,5
4	20	68,5	86,4	42,5	46,1	18	67,5,0	83,8	43,5	58,5
5	18	69,0	86,7	43,5	48,1	25	65,0	83,5	43,5	53,5
6	23	63,0	86,7	40,0	40,5	34	60,0	84,8	39,5	39,5
7	14	69,5	87,0	43,0	53,0	14	74,0	85,4	43,5	71,5
8	14	69,5	87,1	43,0	53,0	1	63,5	84,9	43,0	50,0
9	3	84,0	87,7	46,0	85,8	5	82,5	85,1	49,5	94,5
10*	12	41,0	-	48,0	101,6	6	44,0	-	48,5	111,7
11*	16	41,0	-	44,5	98,1	8	42,0	-	49,0	105,7
X	14,18	66,91	87,19	44,00	66,15	14,36	65,64	84,69	45,09	73,45
σ	8,44	15,24	0,54	2,68	25,68	11,84	14,05	0,90	3,79	26,67

* – Спортсмены, участвующие на соревнованиях другой возрастной категории (13 летние, трамплин HS-50), остальные HS-85-109)

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Динамика специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья

Таблица Д.1 – Динамика специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов контрольной группы на соревнованиях до эксперимента (n=11)

Спортсмен	Прыжковый компонент лыжного двоеборья						Гибкость голеностопного сустава град.
	Прыжок по Абалакову см	Тройной прыжок с места «с двух на две», см	Прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», с	Восьмерка (с)	Удержание сагитального баланса, с	Удержание фронтального баланса, с	
1	88	680	8,45	16,22	16,38	15,85	50
2	83	667	7,40	19,69	14,35	15,02	43
3	68	566	7,20	18,75	16,07	16,27	45
4	87	598	7,08	18,88	5,95	6,32	35
5	69	645	7,25	17,28	5,16	4,62	49
6	74	829	6,85	15,62	4,08	5,71	40
7	61	573	6,02	21,69	4,23	5,46	45
8	62	675	6,95	17,91	4,27	4,23	50
9	85	688	6,95	19,23	4,45	3,11	37
10*	61	615	7,33	16,60	2,77	3,19	35
11*	63	677	7,03	17,60	2,01	2,07	40
X	72,82	655,73	7,14	18,13	7,25	7,44	42,64
σ	11,03	72,53	0,57	1,75	5,49	5,46	5,68

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

Таблица Д.2 – Динамика специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов контрольной группы на соревнованиях после эксперимента (n=11)

Спортсмен	Прыжковый компонент лыжного двоеборья							Гибкость голеностопного сустава град.
	Прыжок по Абалакову см	Тройной прыжок с места «с двух на две», см	Прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», с	Восьмерка (с)	Удержание сагитального баланса, с	Удержание фронтального баланса, с		
1	88,5	683,0	8,26	15,67	17,27	16,49	51	
2	84,0	670,0	6,96	18,87	14,96	15,28	41	
3	70,0	566,5	7,14	18,43	17,15	17,03	45	
4	89,0	600,0	6,58	18,68	6,65	7,38	36	
5	70,0	647,0	8,21	16,71	5,98	5,53	50	
6	74,0	830,0	7,34	15,92	5,43	5,44	40	
7	62,0	573,0	5,83	21,54	6,12	5,93	45	
8	63,0	677,0	6,32	17,70	5,93	6,14	50	
9	85,0	690,0	5,98	18,59	4,54	4,36	35	
10*	62,0	619,0	7,31	16,27	1,91	3,35	33	
11*	63,0	679,0	8,12	17,34	1,19	2,26	38	
X	73,68	657,68	7,10	17,79	7,92	8,11	42,18	
σ	11,03	72,65	0,87	1,70	5,78	5,43	6,43	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

Таблица Д.3 – Динамика специальной физической подготовленности в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов экспериментальной группы на соревнованиях до эксперимента (n=11)

Спортсмен	Прыжковый компонент лыжного двоеборья						Гибкость голеностопного сустава град.
	Прыжок по Абалакову см	Тройной прыжок с места «с двух на две», см	Прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», с	Восьмерка (с)	Удержание сагиттального баланса, с	Удержание фронтального баланса, с	
1	87	829	7,59	16,19	16,00	15,13	35
2	86	721	7,62	17,72	15,00	16,78	40
3	70	620	7,58	22,38	16,68	15,94	45
4	85	712	7,34	18,15	5,87	5,06	40
5	73	625	7,40	23,19	4,71	5,24	40
6	70	615	6,60	20,28	4,00	4,58	45
7	66	616	7,18	18,34	3,96	3,84	49
8	63	635	7,11	22,78	4,48	4,72	39
9	83	634	7,38	21,31	4,21	3,97	47
10*	60	526	6,00	19,00	2,43	2,29	48
11*	64	663	6,32	19,96	1,90	2,26	50
X	73,36	654,18	7,10	19,94	7,20	7,26	43,45
σ	10,12	77,89	0,55	2,29	5,69	5,68	4,89

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

Таблица Д.4 – Динамика СФП в прыжковом компоненте лыжного двоеборья у спортсменов экспериментальной группы на соревнованиях после эксперимента (n=11)

Спортсмен	Прыжковый компонент лыжного двоеборья						Удержание фронтального баланса, с	Гибкость голеностопного сустава град.
	Прыжок по Абалакову см	Тройной прыжок с места «с двух на две», см	Прыжки через 10 барьеров «с двух ног на две», с	Восьмерка (с)	Удержание сагитального баланса, с	Удержание		
1	95	832	6,14	13,56	21	18	30	
2	95	725	6,24	14,83	19	21	35	
3	72	666	6,58	16,64	21,68	19,93	40	
4	93	722	5,88	15,02	8,93	9,15	35	
5	89	621	6,16	17,98	8,66	8,86	36	
6	75	586	5,82	16,12	6,14	7,38	40	
7	83	614	6,06	16,04	7,83	7,06	44	
8	69	638	6,02	18,03	9,05	6,31	35	
9	83	637	6,25	17,06	11,03	7,28	40	
10*	63	529	6,01	16,69	6,48	6,29	41	
11*	65	665	6,12	17,57	5,17	6,49	42	
X	80,18	657,73	6,12	16,32	11,36	10,70	38,00	
σ	12,01	80,59	0,20	1,40	6,15	5,85	4,10	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Протоколы экспертной оценки

ПРОТОКОЛ

Экспертной оценки основных фаз прыжка на лыжах с трамплина у
лыжников–двоеборцев (юношей 13-16 лет)

Эксперт 1: Григорьев К.В.

Судейская категория: Категория (FIS)

Дата заполнения: 14.03.2020 г.

Контрольная группа до эксперимента

Фаза прыжка Спортсмен	Разгон*	Отталкивание*	Полет*	Приземление*
Спортсмен 1	2 - колени разведены, носки лыж в стороны	2 - пр. колено внутрь, ассим.рук	1 - ассим. лыж	3,0
Спортсмен 2	1 - трение лыж постоянное	1 – смещение тела влево	1 - неустойчивый полет	3,0
Спортсмен 3	0	2 - пр. нога впереди, общее смещ. вправо	1 - ассим. тела	2,5
Спортсмен 4	3 - таз смещен вправо, руки ассим., пр. нога впереди	1 - пр. нога впереди	1 - ноги узко	2,5
Спортсмен 5	2 - колени разведены, руки ассим.	2 - ноги широко, руки асс.	1 – руки разведены	3,0
Спортсмен 6	1 - таз смещен влево	1 - тело смещено влево	2 - излишнее разведение ног, развернут лев. плечом	2,5
Спортсмен 7	2 -, трение постоянное	2 - колени сведены, туловище смещено вправо	1 - ассим. лыж	2,5
Спортсмен 8	3 – трение лыж постоянное, таз смещен вправо, руки ассим.	1 - общее смещение вправо	1 - общее смещение вправо	2,0
Спортсмен 9	2 – трение лыж постоянное, пр. колено внутрь	1 - пр. колено внутрь	1 - ассим. лыж	2,5
Спортсмен 10	1 - носки лыж в стороны	2 - сведены колени, туловище смещено вправо	3 - быстрое разведение лыж; туловище смещено вправо; руки не приведены.	3,0
Спортсмен 11	2 - смещение вправо; руки на разных уровнях	2 - смещение вправо; руки на разных уровнях	2 - неустойчивый полёт, руки ассим.	2,5

*- производилась оценка проявлений асимметрии в положении тела, рук, ног и лыж (просмотр видеозаписей прыжка, сделанных со спины спортсменов).

** - качество выполнения фазы приземления оценивалось по правилам судейства техники прыжка.



Подпись Григорьев К.В. И.О. Фамилия

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

ПРОТОКОЛ

Экспертной оценки основных фаз прыжка на лыжах с трамплина у

лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет)

Эксперт 1: Григорьев Р.В.

Судейская категория: Интерьер (FIS)

Дата заполнения: 14.03.2020 г.

Экспериментальная группа до эксперимента

Фаза прыжка	Разгон*	Отталкивание*	Полет*	Приземление*
Спортсмен				*
Спортсмен 1	1 - трение лыж постоянное	1 - ассим. рук.	1 - сильно разведены носки лыж.	2,5
Спортсмен 2	3 - трение лыж постоянное; незначительное смещение тела влево; ассим. рук.	2 - незначительное смещение тела влево; ассим. рук.	3 - смещение тела влево; ассим. рук; ассим. лыж.	2,0
Спортсмен 3	2 - незначительное смещение тела влево; ассим. рук.	1 - общее смещение влево	1 - незначительное смещение влево.	2,0
Спортсмен 4	1 - носки лыж в стороны.	2 - незначительное смещение тела вправо; левая нога впереди.	2 - излишнее разведение ног и лыж.	2,0
Спортсмен 5	2 - незначительная ассим. туловища; рук.	1 - незначительная ассим. туловища	1 - ассим. туловища	2,5
Спортсмен 6	1 - правая нога впереди	1 - правая нога впереди	2 - Незначительная асс ног; лыж.	2,5
Спортсмен 7	3 - общее смещение вправо; ассим. туловища; трение лыж постоянное	3 - сведение коленей; ассим. туловища и рук.	2 - излишнее разведение ног, ассим. лыж.	3,0
Спортсмен 8	1 - общее смещение тела вправо	1 - сведение коленей	1 - улетает влево.	3,0
Спортсмен 9	1 - общее смещение влево.	3 - смещение тела влево; сведение коленей; правая нога впереди;	1 - нестабильный полет.	2,5
Спортсмен 10	2 - ассим. плеч, рук.	2 - ассим. плеч, рук.	2 - неустойчивый полет; ассим. рук.	2,0
Спортсмен 11	2 - носки лыж в стороны; ассим. рук.	2 - колени сведены; ассим. рук.	2 - незначительная асс. лыж; руки разведены широко.	2,5

* - производилась оценка проявлений асимметрии в положении тела, рук, ног и лыж (просмотр видеозаписей прыжка, сделанных со спины спортсменов).

** - качество выполнения фазы приземления оценивалось по правилам судейства техники прыжка.



Подпись Григорьев Р.В. И.О. Фамилия

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

ПРОТОКОЛ

Экспертной оценки основных фаз прыжка на лыжах с трамплина у
лыжников–двоеборцев (юношей 13-16 лет)

Эксперт 1: *Ирчилов К.В.*

Судейская категория: *I категория (FIS)*

Дата заполнения: *24.01.2021 г.*

Контрольная группа после эксперимента

Фаза прыжка Спортсмен	Разгон*	Отталкивание*	Полет*	Приземление* *
Спортсмен 1	2 - колени разведены, носки лыж в стороны	1 - пр. колено внутрь	1 - ассим. лыж	2,5
Спортсмен 2	1 - трение лыж постоянное	1 - смещение тела влево	1 - неустойчивый полет	2,5
Спортсмен 3	0	1 - общее смещ. вправо	1 - ассим. тела	2,5
Спортсмен 4	3 - таз смещен вправо, руки ассим., пр. нога впереди	2 - таз смещен вправо; пр. нога впереди	2 - ноги узко; ассим. лыж	2,5
Спортсмен 5	1 - колени разведены	1 - ноги широко	2 - руки разведены; ноги широко	2,5
Спортсмен 6	1 - таз смещен влево	1 - тело смещено влево	1 - развернут лев. плечом	3,0
Спортсмен 7	1 - колени сведены	2 - колени сведены, туловище смещено вправо	2 - ноги широко; ассом. лыж	2,0
Спортсмен 8	2 - таз смещен вправо, руки ассим.	1 - общее смещение вправо	1 - общее смещение вправо	2,0
Спортсмен 9	2 - трение лыж постоянное, пр. колено внутрь	1 - пр. колено внутрь	1 - ассим. лыж	2,0
Спортсмен 10	2 - сведены колени; носки лыж в стороны	2 - сведены колени, туловище смещено вправо	2 - туловище смещено вправо; руки не приведены	3,0
Спортсмен 11	2 - смещение вправо; руки ассим.	2 - смещение вправо; руки ассим.	2 - неустойчивый полёт, руки ассим.	2,5

*- производилась оценка проявлений асимметрии в положении тела, рук, ног и лыж (просмотр видеозаписей прыжка, сделанных со спины спортсменов).

** - качество выполнения фазы приземления оценивалось по правилам судейства техники прыжка.



Подпись *Ирчилов К.В.* И.О. Фамилия

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

ПРОТОКОЛ

Экспертной оценки основных фаз прыжка на лыжах с трамплина у
лыжников-двоеборцев (юношей 13-16 лет)

Эксперт 1: *Тригорьев К.В.*

Судейская категория: *Тригорьев (FIS)*

Дата заполнения: *24.01.2021 г.*

Экспериментальная группа после эксперимента

Фаза прыжка Спортсмен	Разгон*	Отталкивание*	Полет*	Приземление*
Спортсмен 1	1 - ассим. рук.	1 - ассим. рук.	1 - ассим. рук.	2,0
Спортсмен 2	2 - незначительное смещение тела влево; ассим. рук	1 - незначительное смещение тела влево	2 - смещение тела влево; ассим. рук	1,5
Спортсмен 3	1 - незначительное смещение тела влево	0	1 - незначительное смещение влево	2,0
Спортсмен 4	1 - незначительное смещение тела вправо	2 - незначительное смещение тела вправо; левая нога впереди.	1 - ассим. лыж	1,5
Спортсмен 5	1 - незначительная ассим. туловища	1 - незначительная ассим. туловища	1 - ассим. лыж	2,0
Спортсмен 6	1 - трение лыж постоянное	1 - ноги широко	1 - ноги широко	1,5
Спортсмен 7	2 - ассим. туловища; трение лыж постоянное	1 - ассим. туловища	2 - ассим. туловища; ассим. лыж	2,0
Спортсмен 8	1 - трение лыж постоянное	2 - левое колено внутрь; ассим. рук	1 - улетает влево.	2,5
Спортсмен 9	1 - ассим. туловища	2 - левое колено внутрь; ассим. туловища	1 - нестабильный полет.	2,0
Спортсмен 10	2 - ассим. плеч, рук.	1 - ассим. плеч	1 - ассим. рук	1,5
Спортсмен 11	2 - трение лыж постоянное; ассим. рук	2 - правое колено внутрь; ассим. рук	1 - ассим. лыж	2,0

* - производилась оценка проявлений асимметрии в положении тела, рук, ног и лыж (просмотр видеозаписей прыжка, сделанных со спины спортсменов).

** - качество выполнения фазы приземления оценивалось по правилам судейства техники прыжка.



Подпись *Тригорьев К.В.* Фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Акты внедрения

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАХАРОВА Г.Г. НА ТЕМУ «МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В
ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ
ЮНОШЕЙ 13-16 ЛЕТ»**

Мы, нижеподписавшиеся, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Воробьев Сергей Алексеевич, с одной стороны, и, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта» Зекрин Фанави Хайбрахманович, с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в образовательный процесс ФГБОУ ВО «ЧГАФКиС» была внедрена научная разработка:

Ф.И.О. авторов разработки методики	Наименование научной разработки	Эффект от внедрения
ЗАХАРОВ Григорий Георгиевич	Теоретические положения технической прыжковой подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению	Разработанные теоретические подходы к оценке и совершенствованию техники прыжка с трамплина лыжников-двоеборцев используются в учебных программах бакалавриата на кафедре сложно-координационных зимних видов спорта ФГБОУ ВО «ЧГАФКиС»

Организации, осуществившие внедрение:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры»

191040, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литер «Е».
Тел./факс (812)600-41-16, 600-41-17, 600-41-18
(<http://www.spbniiifk.ru>)

Директор ФГБУ СПбНИИФК

 С.А. Воробьев

Автор разработки, научный сотрудник сектора современных технологий подготовки высококвалифицированных спортсменов ФГБУ СПбНИИФК

 Г.Г. Захаров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта»

617764, Пермский край, г. Чайковский, ул. Ленина, 67. Тел./факс: (34241) 2-39-17
e-mail: chifk_rektorat@mail.ru

Ректор ФГБОУ ВО «ЧГАФКиС»

 Ф.Х. Зекрин

Заведующий кафедрой сложно-координационных зимних видов спорта ФГБОУ ВО «ЧГАФКиС»

 С.А. Горбунов

«23» марта 2021 г.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАХАРОВА Г.Г. НА ТЕМУ «МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В
ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ
ЮНОШЕЙ 13 – 16 ЛЕТ»**

Мы, нижеподписавшиеся, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Воробьев Сергей Алексеевич с одной стороны, и, директор Государственного бюджетного учреждения спортивная школа олимпийского резерва по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Выборгского района Санкт-Петербурга Дубровский Станислав Эдуардович, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в учебно-тренировочный процесс ГБУ СПОР Выборгского района Санкт-Петербурга по лыжному двоеборью (юноши) была внедрена научная разработка:

Ф.И.О. авторов разработки методики	Наименование научной разработки	Эффект от внедрения
ЗАХАРОВ Григорий Георгиевич	Методика технической прыжковой подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению	Повышение эффективности технической подготовки в прыжках на лыжах с трамплина за счет индивидуального подбора специально-подготовительных упражнений. Улучшение симметричности положения рук и ног в фазе разгона, отталкивания и полёта лыжников-двоеборцев, снижение количества ошибок в фазе приземления.

Организации, осуществившие внедрение:

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры»

191040, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литер «Е».
Тел./факс (812) 600-41-16, 600-41-17, 600-41-18
(<http://www.spbniiifk.ru>)

Государственное бюджетное учреждение спортивная школа олимпийского резерва по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Выборгского района Санкт-Петербурга

194365, Санкт-Петербург, улица Николая Рубцова 3
Тел/факс: (812) 597-25-26
e-mail: head@tramplin.spb.ru



Директор ФГБУ СПбНИИФК,
К.т.н., доцент

[Signature] Воробьев С.А.

Автор разработки, научный сотрудник сектора современных технологий подготовки высококвалифицированных спортсменов

[Signature] Захаров Г.Г.

« 12 » *июня* 20 21 г.

Директор ГБУ СПОР



[Signature] Дубровский С.Э.

Тренер

[Signature] Виноградов А.М.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАХАРОВА Г.Г. НА ТЕМУ «МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В
ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ
ЮНОШЕЙ 13 – 16 ЛЕТ»**

Мы, нижеподписавшиеся, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Воробьев Сергей Алексеевич с одной стороны, и, президент Нижегородской областной федерации по лыжному двоеборью и прыжкам на лыжах с трамплина Вашурин Евгений Вячеславович, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в учебно-тренировочный процесс сборной команды по лыжному двоеборью (юноши) Нижнего Новгорода была внедрена научная разработка:

Ф.И.О. авторов разработки методики	Наименование научной разработки	Эффект от внедрения
ЗАХАРОВ Григорий Георгиевич	Методика технической прыжковой подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению	Совершенствование техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 12-14 лет за счет оптимизации положения стойки разгона, своевременности и точности выполнения отталкивания, улучшения симметрии звеньев тела, выполнения технического элемента разножки в соответствии с правилами судейства

Организации, осуществившие внедрение:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры»

191040, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литер «Б».
Тел./факс (812)600-41-16, 600-41-17, 600-41-18
(<http://www.spbnifk.ru>)

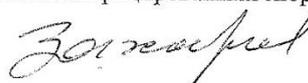
Общественная организация «Нижегородская областная федерация по лыжному двоеборью и прыжкам на лыжах с трамплина»

603024, Нижний Новгород, пл. Сенная, 2
Тел/факс: (831)422-81-14
e-mail: trampfin.nn@bk.ru

Директор ФГБУ СПбНИИФК
к.п.н., доцент


Воробьев С.А.

Автор разработки, научный сотрудник сектора современных технологий подготовки высококвалифицированных спортсменов


Захаров Г.Г.

«27» мая 2021 г.

Президент


Вашурин Е.В.

Тренер


Зверев Е.А.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАХАРОВА Г.Г. НА ТЕМУ «МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В
ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА ЛЫЖНИКОВ-ДВОЕБОРЦЕВ
ЮНОШЕЙ 13 – 16 ЛЕТ»**

Мы, нижеподписавшиеся, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Воробьев Сергей Алексеевич с одной стороны, и, Президент Федерации по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Республики Татарстан Валеов Энэс Кавыйевич, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в учебно-тренировочный процесс сборной команды СПИОР по лыжному двоеборью была внедрена научная разработка:

Ф.И.О. авторов разработки методики	Наименование научной разработки	Эффект от внедрения
ЗАХАРОВ Григорий Георгиевич	Методика технической прыжковой подготовки лыжников-двоеборцев 13-16 лет на основе биомеханического соответствия тренировочных средств соревновательному упражнению	Совершенствование техники прыжка на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев 15-16 лет за счет выявления и коррекции индивидуальных технических недочетов во всех фазах прыжка, оптимизации угловых характеристик стойки разгона, отталкивания и полета, повышения симметрии положения звеньев тела

Организации, осуществившие внедрение:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры»

191040, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литер «Е».
Тел./факс (812)600-41-16, 600-41-17, 600-41-18
(http://www.spbniifk.ru)

Федерация по прыжкам на лыжах с трамплина и лыжному двоеборью Республики Татарстан

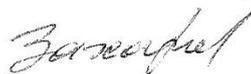
423, Республика Татарстан, г. Лениногорск, ул. Лыжная, д. 25, стр. 1. Тел/факс (85595)2-25-26

Директор ФГБУ СПбНИИФК,
к.п.н., доцент



Воробьев С.А.

Автор разработки, научный сотрудник сектора современных технологий подготовки высококвалифицированных спортсменов



Захаров Г.Г.

Президент



Тренер



Чальцев А.Н.

«05» октября 20 21 г.