

Национальный банк Республики Беларусь  
УО «Полесский государственный университет»

**Е.А. МАСЛОВСКИЙ**  
**В.И. СТАДНИК**  
**В.И. ЗАГРЕВСКИЙ**

**БИОМЕХАНИКА**  
**С ПОЗИЦИИ КИНЕЗИОЛОГИИ**

Учебное пособие

Для студентов, обучающихся по специальностям:

- 1-88 01 01 – Физическая культура и спорт (по направлениям)
- 1-88 01 02 – Оздоровительная и адаптивная физическая культура (по направлениям)
- 1-88 01 03 – Физическая реабилитация и эрготерапия (по направлениям)

Пинск  
ПолесГУ  
2012

УДК 796.012(075.8)  
ББК 75.0(Я73)  
М31

**Р е ц е н з е н т ы:**

профессор кафедры легкой атлетики и лыжного спорта  
УО «Брестский государственный университет  
им. А.С. Пушкина», кандидат педагогических наук, профессор  
В.Г. Ярошевич

профессор кафедры физической подготовки и спорта  
УО «Военная академия Республики Беларусь»,  
кандидат педагогических наук, доцент  
О.В. Хижевский

**У т в е р ж д е н о**  
научно-методическим советом ПолесГУ

**Масловский, Е.А.**

М31 Биомеханика с позиции кинезиологии: учебное пособие /  
Е.А. Масловский, В.И. Загревский, В.И. Стадник. – Пинск: ПолесГУ, 2012. –  
254 с.: 142 ил.

ISBN 978-985-516-178-4

Учебное пособие отражает основные теоретико-методические положения кинезиологии движений и раскрывает ее функциональную связь с биомеханикой спортивных, оздоровительных и реабилитационных упражнений. В книге раскрываются предмет, задачи, методы биомеханики на основе количественно-качественного и кинезиологического анализа и синтеза физических упражнений, эвристики формирования и решения спортивной, оздоровительной и реабилитационной двигательной активности.

Предназначено для студентов факультета организации здорового образа жизни и факультетов физического воспитания, научных работников, тренеров-практиков.

УДК 796.012(075.8)  
ББК 75.0(Я73)

ISBN 978-985-516-178-4

© УО «Полесский государственный  
университет», 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
Глава 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОМЕХАНИКИ С ПОЗИЦИИ КИНЕЗИОЛОГИИ.....	8
Глава 2. БИОМЕХАНИЗМЫ СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ (СПОРТ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ).....	12
2.1 Биомеханические подходы к исследованию спортивных упражнений и особенности их применения в технической подготовленности спортсменов.....	12
2.1.1 Развитие биомеханики движений. Теория движений человека	12
2.1.2 Фазовый состав двигательных действий.....	12
2.1.3 Двигательное действие как система движений.....	13
2.1.4 Эволюция биомеханических подходов в изучении структуры движений человека .....	14
2.2 Биомеханические основы техники спортивных метаний (метание молота, толкание ядра), гимнастических упражнений (перекладина) и единоборств (дзюдо).....	22
2.2.1 Техника метания молота.....	22
2.2.2 Техника толкания ядра.....	37
2.2.3 Техника гимнастических упражнений (перекладина).....	39
2.2.4 Техника дзюдо.....	46
2.3 Моделируемые двигательные действия как объекты исследования.....	53
2.3.1 Объект исследования – метание молота.....	53
2.3.2 Объект исследования – толкание ядра.....	123
2.3.4 Объект исследования – гимнастика (перекладина).....	137
2.3.5 Объект – исследования – единоборства (дзюдо).....	154
Глава 3. БИОМЕХАНИЗМЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ (МАССОВЫЕ ВИДЫ СПОРТА).....	169
3.1 Объект исследования – плавание.....	169
3.2 Объект исследования – гребля (на ялах).....	177
3.3 Объект исследования – коньки.....	183
3.4 Объект исследования – велосипед.....	186
Глава 4. БИОМЕХАНИЗМЫ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ УПРАЖНЕНИЙ (НА ОСНОВЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ) .....	190

4.1. Концептуальные основы применения биотехнических средств нарушением функции опорно-двигательного аппарата детей и подростков.....	190
4.1.1. Использование биотехнических средств в естественных локомоциях («позный» метод обучения).....	195
4.1.2. Использование биотехнических средств в беге («принудительный» метод обучения).....	210
4.1.3. Использование биотехнических средств по рукопашному бою.....	216
4.1.4. Использование биотехнических средств на занятиях по дзюдо.....	222
4.1.4.1. Начальная подготовка дзюдоистов-новичков на основе обратной связи .....	222
4.1.4.2 Начальная подготовка дзюдоистов-новичков на основе учета биомеханических особенностей выполнения базовых бросковых движений (концепция шара).....	228
4.1.5 Использование биотехнических средств на занятиях по плаванию.....	233
ЛИТЕРАТУРА.....	237

## ВВЕДЕНИЕ

Образовательный стандарт специальностей: 1-88 01 01 – Физическая культура и спорт (по направлениям); 1-88 01 02 – Оздоровительная и адаптивная физическая культура (по направлениям); 1-88 01 03 – Физическая реабилитация и эрготерапия (по направлениям); Республики Беларусь (2007) устанавливает назначение, структуру, содержание каждой специальности и требования к уровню подготовки специалиста.

В руководящем документе отмечается, что одним из видов профессиональной деятельности специалиста является проектно-аналитическая деятельность и то, что специалист, квалификации преподавателя физической культуры, должен уметь:

- \* на научной основе организовать свой труд, владеть компьютерными методами сбора, хранения и обработки, редактирования информации в сфере его профессиональной деятельности;

- \* приобретать новые знания, используя современные технологии;

- \* строить и использовать модели описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их количественный и качественный анализ;

- \* подбирать средства, методы, методические приемы, организационные формы занятий в работе с детьми дошкольного и школьного возраста и взрослыми, имеющими различные нарушения развития;

- \* применять в профессиональной деятельности полученные знания по теоретическим основам патологических изменений в организме инвалидов разного возраста и пола и лиц с особенностями психофизического развития;

- \* овладевать умениями и навыками в обучении инвалидов разного возраста и пола отдельным физическим упражнениям с оздоровительной направленностью из разделов гимнастики, акробатики, атлетической гимнастики, легкой атлетики, плавания, спортивных игр, видов борьбы.

В области естественнонаучных дисциплин специалист должен иметь представление:

- \* об основных понятиях, физических и механических законах движения точки, тела, системы тел;

- \* об кинезиологии как науке человеческого движения, базирующейся на биомеханике, скелетно-мышечной анатомии и нейромышечной физиологии;

- \* о математическом моделировании движений в спорте.

Распространяя требования образовательного стандарта, предъявляемые к специалисту в области его знаний, умений и представлений, на моторный компонент двигательных действий, можно отметить, что двигательные действия человека, в частности, спортсмена, представляют собой сложную биомеханическую структуру. Возможность прогнозирования рациональной техники спортивных упражнений для конкретного исполнителя, указаний по технологии построения биомеханически целесообразных и эффективных

структур новых двигательных действий крайне ограничена. В то же время специалист должен знать и уметь использовать:

- основы кинематики, включающей программу положения тела в пространстве при выполнении упражнений;
- основы динамики, позволяющей установить закономерности, связанные с силовым обеспечением физических упражнений;
- основные правила синтеза двигательных действий в процессе обучения;
- основные законы и принципы человеческого движения (моторики) в контексте новых знаний по динамической анатомии, физиологии, физике и математике, которые определяют сущность предмета кинезиологии.

В настоящее время обучение технике спортивных упражнений строится на основе теоретических сведений об общих биомеханических закономерностях изучаемой структурной группы движений, не учитывающих индивидуальные антропометрические особенности спортсменов.

Предварительного теоретического построения и обоснования оптимальных вариантов движений для спортивных, оздоровительных и рекреационных упражнений, составляющих базовую основу педагогических технологий, не проводится. Это связано с отсутствием научно-обоснованной методики синтеза и оптимизации двигательных действий спортсмена под каждый конкретный вид оздоровительной, лечебной, адаптивной, рекреационной, дошкольной физической культуры, рекомендуемых образовательным стандартом с целью повышения, прежде всего, уровня общефизической подготовленности.

Человеческое тело является очень сложным механизмом, подчиненным механическим и биологическим законам и принципам. Кинезиология подчеркивает механические аспекты, но при необходимости включаются также биологические функции организма, поскольку они имеют отношение непосредственно к моторной работе.

Говоря о чуде и сложности мышечных действий в человеческом теле с позиции кинезиологии, можно утверждать, что даже в относительно простом двигательном действии при выполнении какой-то небольшой части физического упражнения, в работу вовлечено свыше 100 мышц. Одни мышцы напрягаются, чтобы вызвать желательные движения. Другие, противоположные мышцы (антагонисты), должны расслабиться, чтобы разрешить движения. Много дополнительных мышц играют роль стабилизаторов, чтобы ограничить действие негативных факторов. Все эти процессы проходят в пределах секунды. Мышцы в своем роде являются как бы участниками состязаний, где побеждают те из них, которые с позиции кинезиологии безупречны в законах моторики человеческого тела и жесткой координации. Сложность состоит в том, что многие мышцы одновременно

действуют в двух или более видах движений в течение работы. Например, в один момент мышца могла быть первичным двигателем движения. В следующий момент она может быть антагонистом к желательному движению. Мгновение спустя она может играть роль стабилизатора.

## Глава 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОМЕХАНИКИ С ПОЗИЦИИ КИНЕЗИОЛОГИИ

Спортивная кинезиология наука совсем молодая, возникшая на основе неудовлетворенности тем, как изучается двигательная активность такими относительно «узкими» и односторонними для этой цели науками, как биомеханика, психология, педагогика, теория и методика физической культуры, социология и другие. Управление спортсменом своей спортивной двигательной активностью определяется его психикой. Формирование способности управлять этой активностью изучается спортивной педагогикой. Роль механики в анализе спортивной двигательной деятельности незначительна по сравнению с биомеханикой. Если в простых случаях можно ограничиться механикой, то в более сложных – биомеханикой, объединяющей механику, анатомию и физиологию. Естественно, что спортивная кинезиология включает в себя спортивную биомеханику в качестве одного из фундаментальных компонентов. Фильтруясь через спортивную кинезиологию спортивная биомеханика не только рассматривает направленные изменения двигательных возможностей человека (их физические, психические, биомеханические, знаниевые компоненты, умения и навыки), но и объясняет почему это произошло, определяет управляющие воздействия и конкретизирует их, имеет адресную основу. Примером этого являются выдающиеся достижения спортсменов на Олимпийских играх современности.

В спортивной кинезиологии изучается все, что относится к осуществлению спортивных двигательных функций человека. Спортивная кинезиология отличается от общей кинезиологии тем, что в ней рассматривается только спортивная двигательная активность. Оздоровительная кинезиология, аналогично спортивной, отличается от общей кинезиологии тем, что в ней рассматривается только оздоровительная спортивная двигательная активность. Реабилитационная двигательная активность (в том числе двигательная активность инвалидов), как и специфическая двигательная активность ряда профессий, может рассматриваться как вспомогательный материал.

Применительно к спортивной кинезиологии остановимся на рациональном распределении скоростей суставных движений в биомеханической цепи при выполнении максимальных упражнений. Смысл этой группы технических приемов (в первую очередь, в метаниях) в том, чтобы рационально распределить скорости суставных движений в задействованной биомеханической цепи исходя из требования сообщить максимально возможную скорость рабочей точке тела.

С позиции кинезиологии целевым критерием в данной структуре

движений является концентрация на одновременную работу всех суставов биомеханической цепи, «разгоняющей» рабочую точку. Скорость рабочей точки, а это обычно конечная точка кинематической цепи, состоит из суставных компонентов. Если суставные движения выполняются одновременно, скорость рабочей точки как бы распределяется по кинематическим звеньям, так что скорость в каждом суставе меньше чем если бы они работали поочередно. Поэтому предельная сила мышц, работающих в этих суставах, в таком случае больше. А значит, больше ускорения суставных движений и в результате быстрее разгоняется рабочая точка – т.е. больше ее конечная скорость. Это в рассматриваемых метательных действиях и служит критерием рациональности их техники. Так, полвека назад техника толкания ядра в так называемом «финальном усилии» предусматривала поочередную работу кинематических пар в рабочей кинематической цепи: если толкающая рука правая, то сначала разгибание правой ноги с прогибанием-сгибанием вправо, т.е. в сторону, противоположную направлению толкания, создавая этим «натянутый лук» своего рода замах туловищем), затем выпрямление и поворот влево туловища с одновременным разгибанием левой ноги (как бы толкание ядра правой ключицей, и только затем разгибание толкающей руки). Новая техника, предусматривающая одновременную работу кинематических пар, сразу привела к скачку результатов. Особо следует отметить то, что процесс как можно более быстрого развития напряжения всех «задействованных» в «финальном усилии» мышц должен начаться еще до приземления на правую ногу после «скачка»; момент постановки носка правой ноги направленным вперед (в сторону, противоположную движению тела) ударом, что и обеспечивает более сильное напряжение работающих мышц. Упреждающее начало напряжения вызвано инерционностью данного процесса: для достижения нужного напряжения мышц необходимо немалое (0,1 – 0,2 с) время.

Исходя из суждений профессора В.Б.Коренберга (2005) о технике спортивного двигательного действия (СДД), следует, что оно базируется на внешнем и внутреннем действии. Так, внешнее действие это система телодвижений и движений, выполняемых по ходу СДД, механическое взаимодействие с другими объектами, работа мышц, их обеспечивающая, работа нервной системы, обеспечивающая работу мышц по ходу СДД.

Внешнее действие, как правило, готовит внутреннее действие – психическая составляющая действия, мыслительные, эйдетические и сенсорные процессы. По сути внутреннее действие, если оно подкреплено физическими функциональными возможностями спортсмена, определяет, каким окажется внешнее действие.

Внешнее и внутреннее воздействие осуществляется по разным схемам. В первом случае, если техника СДД (то, что нужно сделать) – это схема

системы телодвижений и движений (активное сохранение позы – это система с нулевой скоростью), то ее реализация (что реально делается) в дальнейшем переходит на следующую ступень в формате того, что было сделано. То есть, речь идет о выполненной системе телодвижений и движений как реализованной технике СДД. Во втором случае технология СДД как механизм внутреннего действия осуществляется в следующем виде: 1 этап – технология СДД (как нужно сделать); 2 этап – реализация технологии СДД (как делается) и 3 этап – реализованная технология СДД (как было сделано). То есть, для осуществления уже освоенного СДД, схемой служит не техника СДД (схема внешнего действия, системы телодвижений и движений), а его технология (схема внутреннего действия). Поэтому, выход на заданные биомеханические параметры техники движений и показ запланированного результата должны осуществляться на базе реализованной технологии СДД и подкрепляться педагогическим инструментарием адекватных технологий (физические, функциональные возможности, особенности его афферентации и сложившиеся в его двигательном опыте ассоциации, двигательные установки, сопряженные с имеющимися у него навыками).

Для того чтобы достигнуть превосходства в моторной работе человек старался прыгнуть выше, бежать быстрее, дальше метнуть, демонстрируя при этом большую силу и подвижный навык.

Именно моторную работу может объективно оценивать кинезиология, предмет, который является востребованным в профессиональной подготовке спортивных педагогов, тренеров, психологов и физиотерапевтов-реабилитологов.

Содержание текстового материала в учебном пособии построено таким образом, чтобы помочь читателям понять биомеханику с позиции кинезиологии. То есть, предоставить преподавателям, тренерам и медицинскому персоналу дополнительное разъяснение о движении и, в целом, о двигательной активности людей необученных и профессионально пригодных к спортивной деятельности.

По-существу, это логический алгоритм к исследованию кинезиологии на необученном уровне, которая дает ценную концентрированную информацию о моторном компоненте движений и о самой моторной работе.

Кинезиология лишь в последние годы получила признание. Слово получено из kinesis с греческого, означая "движение", и эмблемы, означая "слово" или "знание" Кинезиология первоначально была определена как исследование движения. Предмет содержит организованную и систематизируемую совокупность знаний, и, поэтому определяется как наука. Она органически связана с движением, вовлеченным в моторную работу, поэтому и определена как "исследование науки человеческого движения".

Кинезиология сегодня в большей степени отражает знания об

анатомии, физиологии, физике и математике. От этих областей знаний требуются только факты, которые имеют отношение непосредственно к моторной работе. Кинезиология базируется на биомеханике, скелетно-мышечной анатомии и нейро-мышечной физиологии.

Человеческое тело, которое является очень сложным, является подчиненным к механическим и биологическим законам и принципам. Поэтому эффективность моторной работы определяется его механическими и биологическими функциями. Кинезиология, в первую очередь, подчеркивает механические аспекты, но при необходимости также включает биологические функции, поскольку они имеют отношение непосредственно к моторной работе.

Кинезиология должна также иметь дело с факторами, затрагивающими использование орудий, типа силы трения, эластичности, проектирований, углов. С этих позиций кинезиология включает исследование человеческого движения через модели орудий и объектов, используемых в работе. Кинезиология связана с анализом и синтезом движений, для того, чтобы узнать и проанализировать моторную работу как можно лучше.

История кинезиологии примечательна тем, что в ее разработке участвовали выдающиеся личности, ученые с мировым именем. Аристотеля, одного из самых знаменитых древних греков, часто называют отцом кинезиологии, поскольку он был первым человеком, который подробно описал механические принципы, касающиеся моторной работы. Это привело к существующему и в наше время подходу - механическому анализу. Живя больше чем 300 лет до рождения Христа, Аристотель демонстрировал понимание общего центра масс тела, создал законы о движениях с помощью рычагов.

Другой известный греческий ученый Архимед развивал принципы жидкой механики, которые управляют плавающими телами в воде и на основе их обеспечивал передвижение тел в заданной плоскости. Он заявлял: "Дайте мне место для опоры, чтобы стоять и я смогу переместить земной шар."

Клодию Галан (А.Д. 131-201), римский врач гладиаторов, считается первым врачом спортивной команды. Он имел возможность наблюдать и изучать части человеческого тела после гладиаторских боев со смертельным исходом.

Кинезиология основана на высоко стандартизированных областях знаний из разных наук. Человек в моторной работе – до конца неизученное сложное и интересное явление. Исследование человеческого движения привлекло лучших мыслителей из других смежных наук. Они применили основные законы и принципы, имеющие определенное отношение к моторной работе. Это проявилось в создании новых устройств типа радарного оружия, миникомпьютеров, карманных калькуляторов,

тензометрических динамометров, шаблонов напряжения, быстросъемной фотографии, телевизионных установок, электрогониометрии и электромиографии, чтобы проанализировать моторную работу более продуктивно. Этот поток дополнительной информации в виде аппаратных методик помог перевести кинезиологию на практические рельсы и сделать ее полезным предметом. Кинезиология не стоит на месте и успешно развивается, в том числе и на основе вездесущего желания людей добиться совершенства в избранной профессии.

## **Глава 2. БИОМЕХАНИЗМЫ СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ (спорт высших достижений)**

### **2.1 Биомеханические подходы к исследованию спортивных упражнений и особенности их применения в технической подготовленности спортсменов**

#### **2.1.1 Развитие биомеханики движений. Теория движений человека**

Создание теоретических основ анализа движений и в целом отечественной школы биомеханики неразрывно связано с именем профессора Н.А. Бернштейна. Разработанные в 30-х годах XX века Н.А. Бернштейном методы регистрации и анализа движений и проведенные на их основе исследования позволили ему сформулировать ряд важнейших положений. Главное из них состоит в том, что движения живого организма должны рассматриваться как своего рода органы со свойствами, присущими анатомическим органам: «Во-первых, живое движение реагирует, во-вторых, закономерно эволюционирует и инволюционирует». При изучении реактивности движения он обнаружил ее избирательность. Это привело его к заключению, что «движение не есть цепочка деталей, а структура, дифференцирующаяся на детали, – структура целостная при наличии в то же время высокой дифференциации элементов и разнообразно-избирательных форм взаимоотношений между ними».

Последующие этапы в развитии теории движений связаны с работами ряда исследователей отечественной школы биомеханики. Проблема построения движения, выдвинутая и теоретически обоснованная Н.А. Бернштейном, впоследствии рассматривалась и разрабатывалась в работах ряда таких исследователей, как Д.Д. Донской, Ф.К. Агашин, В.К. Бальсевич, С.В. Дмитриев, В.Б. Коренберг, Г.П. Иванова, Г.И. , И.П. Ратов, В.Н. Селуянов, Н.Г. Сучилин, О.П. Топышев.

#### **2.1.2 Фазовый состав двигательных действий**

Современный этап в развитии теории движений тесно связан с именем заслуженного работника физической культуры РСФСР, профессора Д.Д. Донского. Д.Д. Донской - признанный патриарх современной спортивной биомеханики. С 1958 года он создавал учебный курс биомеханики для физкультурных ВУЗов страны, разрабатывая для этого его теоретические основы. В этом направлении им было разработано ряд

программ и пять учебников (1958-1979гг.), изданы очерки по теории структурности движений,

Большое значение для исследования техники двигательных действий в различных видах спорта имело введение в 1963г. Д.Д.Донским, представления о кинематических и динамических характеристиках движений. В дальнейшем учение о биомеханических характеристиках как главном способе анализа и синтеза движений стало основой выявления состава и структуры системы движений.

Расширение представлений о фазах двигательных действий привело к тому, что для выделения фаз движений как комплексов суставных движений стала использоваться регистрация биомеханических характеристик. Показателями границ и содержания фаз было принято назначение движений в каждой фазе в зависимости от условий их протекания внешних и внутренних.

Углублению подходов к анализу двигательных действий спортсмена способствовало признанное в теории и методике физических упражнений положение о том, что дифференциация системы движений осуществляется при выделении фаз движений и движений в различных суставах. И что очень важно - в каждой фазе решается частная двигательная задача. Правильное выделение фаз помогает правильно определить эти частные задачи и их смену.

В разных видах спорта использовались разные характеристики для выделения фаз: в лыжном спорте - скорости перемещения звеньев лыжника и изменение суставных углов нижних конечностей, в теннисе - изменение направления движения ракетки и ее ускорение, в волейболе - изменение скорости движения волейболиста и т.д.

Нужно отметить, что некоторые составные части системы движений (фазы) могут быть относительно независимы. Но, в основном их взаимодействие очень тесное. На локальное изменение отдельных составляющих системы в большей или меньшей степени реагируют все компоненты системы в целом. Это положение совершенно четко вытекает из работ российских физиологов и проявляется во всех переменных, составляющих двигательную деятельность спортсмена.

### **2.1.3 Двигательное действие как система движений**

Рассмотрим вопрос о том, какой смысл вкладывают исследователи в понятие «двигательное действие» и связанные с ним другие понятия.

В.М. Зациорский подчеркивает, что подавляющее большинство движений человека выполняется с определенной целью (исключением являются движения, выполняемые в бессознательном состоянии, во сне, хаотичные движения новорожденного и т.п.) и относятся к числу произвольных. Такие движения входят в состав двигательных действий, т.е. элементарных двигательных актов, направленных на достижение определенной цели. В каждом двигательном действии присутствует ориентировочная, исполнительная и контрольная части. Исполнительная часть - это и есть механическое движение, которое изучается в биомеханике.

В соответствии с этими представлениями двигательные действия человека рассматриваются как системы, в которых выделяют состав, структуру и системные свойства.

Состав системы движений представляет собой совокупность элементов, объединенных в единое целое. Подчеркивается, что эти элементы не являются простыми составными частями целого, на которые можно разбить систему, не нарушая свойств, как самих элементов, так и всей системы в целом. Д.Д. Донской отмечает, что если «извлечь» элемент из системы, он теряет свои связи и поэтому сам изменяется.

В двигательном действии как системе движений выделяют временные (периоды, фазы) и пространственные (биомеханизмы, элементарные действия) подсистемы, каждая из которых имеет свои подцели, направленные на достижение общей цели действия.

Все элементы в системе движений взаимодействуют друг с другом, закономерно связаны между собой. Такие системообразующие закономерности связи называют структурой. Поскольку подсистемы очень разнообразны и свойства их различны, то и способы их связи также неоднородны. Поэтому в структуре всей системы движений обнаруживают многие виды структур.

Биокинематические структуры включают в себя согласования пространственных, временных и пространственно-временных характеристик движений (взаимосвязи траекторий, скоростей, ритма и др.).

Биодинамические структуры обуславливают всю динамику действий (силовые, энергетические и др.). И, наконец, информационные структуры лежат в основе управления двигательными действиями (восприятие состояния и процессов, формирование моделей действий, команды на подготовку и исполнение). В результате структурных взаимодействий и взаимосвязей у всей системы в целом появляются новые свойства, которыми не обладает ни один элемент системы.

## **2.1.4 Эволюция биомеханических подходов в изучении структуры движений человека**

Спортивная биомеханика как часть общей биомеханики живых организмов, в том числе и человека, является одним из направлений развития биомеханики, которая изучает механические явления в живых системах. Спортивные двигательные действия представляют собой один из объектов исследования спортивной биомеханики, но они одновременно являются объектом исследования таких наук, как физиология, психология, педагогика, теория физического воспитания и др. Только с позиций всех этих наук можно разобраться в сущности строения и структуры спортивной двигательной деятельности человека. Ее изучение требует интегративного подхода, основанного на междисциплинарных связях различных наук, но при этом каждая из наук сохраняет свои специфические предмет и методы исследования.

Сложность изучаемого объекта и многообразие ситуаций, в которых необходимо его изучать, привели к возникновению или возможности появления таких направлений, как педагогическая биомеханика, физиологическая биомеханика, психобиомеханика, клиническая биомеханика, эволюционная биомеханика, эргономическая биомеханика и т.д.

Что касается спортивной биомеханики, то помимо изучения структуры и строения спортивных двигательных действий в ее задачи входит изучение строения двигательного аппарата человека, биомеханики двигательных качеств, профилактики травматизма и особенностей двигательной деятельности инвалидов, биомеханического обоснования различных тренажеров и влияния искусственной управляющей среды на двигательные возможности человека и многое другое.

Таким образом, основная роль спортивной биомеханики в изучении двигательных действий состоит в том, чтобы раскрыть сущность исполнительной, двигательной стороны этих действий.

Биомеханика может и должна внести свой весомый вклад в совершенствование тренировочного процесса на основе понимания биомеханической структуры двигательных действий, построения теоретических моделей которые помогут лучше понять механизмы формирования и реализации двигательных действий и на основе этого скорректировать, оптимизировать и усовершенствовать тренировочный процесс. Изучение биомеханической структуры двигательных действий может существенно повысить качество педагогической работы тренера при

подготовке спортсменов высокой квалификации. Особенно актуальна эта проблема в сложно-координационных игровых видах спорта, таких, например, как гимнастика и метание молота.

Большую роль в развитии биомеханических исследований сыграло появление фотографии. По мнению известного исследователя двигательной активности человека Н.А.Бернштейна, фотография позволила установить взаимосвязь между тремя исключительно важными переменными: переменной времени, переменной пространства и переменной комплексности. Помимо точной и отчетливой регистрации переменной пространства и мельчайших подразделений времени, фоторегистрация дала единовременное изображение движения множества точек и частей организма в их совместном протекании и взаимной связи.

Успешное внедрение моментальной фотографии в науку о движениях произошло в 70-х годах XIX века. Вместе с тем использование фотографических снимков поставило перед исследователями целый ряд серьезных проблем. Самой важной из них стала проблема большого количества излишней информации, практически не поддающейся математической обработке. С другой стороны, хронофотографический метод не позволял ввести в экспериментальную биомеханику такую важную составляющую, как динамику – исследование действующих усилий.

Новый этап исследований связан с именами известных антропологов Брауне и Фишера (1895-1904). В результате их работы в теорию биомеханики были внесены новые существенные научные положения. При изучении крупных, размашистых движений человека можно без большой ошибки принимать голову и длинные звенья конечностей за жесткие, неизменяемые тела, т. е. пренебрегать относительными смещениями их мягких частей. По отношению к туловищу такое допущение явно приводит к слишком заметной ошибке, чтобы пренебречь ею безоговорочно. Но так как пока не удается найти ни одного способа для устранения этой ошибки, все же можно рискнуть (с полным сознанием приблизительности получаемых результатов и только в том случае, когда доминирующую роль в движении играют конечности) принимать и туловище за жесткое звено. В этом случае считают центр тяжести туловища не смещаемым, а момент инерции – неизменным на протяжении всей траектории движения.

Эти положения позволили перейти к новой методике изучения движений человека, впоследствии получившей название палочковой схемы. По сокращенной шарнирной схеме человеческое тело разбивается на 14

звеньев, которые, как правило, предполагаются жесткими. В специфических случаях могут быть учтены свойства упругости и пластичности частей тела.

В качестве основных звеньев, составляющих тело человека при таком подходе, используются: голова, правое и левое плечо, правое и левое предплечье, правая и левая кисть, туловище, правое и левое бедро, правая и левая голень, правая и левая стопы.

Каждому из этих звеньев присваивается определенная постоянная масса и постоянное положение центра тяжести. Эти характеристики соответствуют человеку с усредненными характеристиками, определенными данными авторами экспериментальным путем на трупном материале. Конечно, с учетом современных достижений техники, можно критиковать точность определения основных кинематических и динамических характеристик звеньев тела человека в ходе биомеханического исследования, однако следует отметить широкое применение таких данных и в современных условиях.

Главная заслуга школы Брауне – Фишер заключается в том, что от чисто геометрической картины движения ими был сделан переход к действительной схеме механической структуры человеческого тела, позволившей легко измерить и на математическом языке выразить динамику движений на основании материала, представленного хронофотограммой.

В России зарождение отечественной биомеханической школы связано с именами таких известных ученых как П.Ф. Лесгафт, И.М. Сеченов, К.Э. Циолковский. Собственно биомеханические исследования начали проводиться в 20-е годы в Центральном институте труда. В число первых исследователей вошли К.Х. Кекчеев, Н.П. Тихонов, А.П. Бружес, А.А. Яловый и Н.А. Бернштейн. Постепенно складываются научные школы в Москве, Ленинграде и Тбилиси. Под руководством Н.А. Бернштейна проводятся исследования локомоторных движений спортсменов высокой квалификации – ходьбы, бега, прыжков, бега на коньках, плавания.

В конце 40-х–50-е годы начинается новый этап в биомеханических исследованиях, связанный с появлением новых технических средств, таких как электромиография, синхронная цикло и кинофотосъемка, гониометрические датчики, тензометры, акселерометры, телеметрическая техника регистрации с использованием радиосвязи.

Разработаны явления биомеханического резонанса, возникла спортивная эргономика, широко развернута биомеханическая клиническая диагностика. Возникли школы искусственной управляющей среды, которая в соответствии с индивидуальными особенностями исполнителя обеспечивает

совершенствование его исполнительного и управляющего аппаратов движения.

Начата разработка самоорганизации (синергетики) движений. На основе проведенных исследований сформировался системно-структурный подход к строению систем движений. В разрабатываемой теории структурности движений для построения учебного курса нашли свое место как многоиерархические группировки двигательного состава, так и многоструктурные двигательные и информационные связи между подсистемами целостной системы движений. Вместо расплывчатого и недостаточно точного понятия «движения человека» получил признание термин «системы движений».

Развитие точной аппаратуры, регистрирующей характеристики, и компьютеризация процесса исследования двигательных актов позволила заниматься построением механико-математических моделей анализа двигательных действий, позволяющих очень эффективно раскрыть детали движения.

Постепенно на основе теоретических положений Н.А. Бернштейна формируется еще одно направление отечественной биомеханики – трудовая и спортивная биомеханика.

Понятие Н.А. Бернштейна о двигательной задаче как психической основе действий человека открыла пути изучения высших уровней сознания в двигательной деятельности человека. Подверглись подробной разработке вопросы формирования, построения и решения двигательной задачи. Эти вопросы стали рассматриваться в тесной связи со строением двигательного состава действия как системы движений.

Кроме ранее выдвинутой Н.А. Бернштейном совместно с А.Я. Лурия понятия смысловой структуры, более широко разрабатывается учение о многоструктурности систем движений и ведущей роли информационных структур.

Основателем белорусской биомеханической школы следует считать В.Т. Назарова. Его основной заслугой перед наукой стала разработка теории обучающих программ, опирающихся на глубокий анализ биомеханических закономерностей построения движений выполняемых спортсменами.

Неоднократное выполнение движения является главным условием формирования его специфических образов в нервных структурах полушарий мозга и подкорковых центрах. В результате двигательное умение превращается в двигательный навык, характеризующийся концентрацией возбуждения, улучшением координации, направленностью сознания по ходу

действия на реализацию общей цели, повышенной устойчивостью техники движений по отношению к сбивающим факторам и сокращением времени выполнения действия.

Для рационального построения процесса обучения двигательным действиям необходимо учитывать закономерность переноса двигательных умений и навыков. Рядом ученых исследование техники соревновательных упражнений выполнялось на основе моделирования, как двигательных действий, так и тренировочного процесса.

В настоящее время при освоении практического материала спортивно-педагогических дисциплин широко используются обучающие программы, основанные на глубоких знаниях биомеханики внутренних механизмов управления движениями человеческого тела. Разработка обучающих программ – весьма сложный и трудоемкий процесс. Для составления обучающих программ необходима информация о внутренней структуре движения, об объективных закономерностях построения движений. В последние годы при построении обучающих программ в различных видах спорта широко применяются методы биомеханического анализа и синтеза физических упражнений.

В.Т. Назаров предложил начинать анализ техники спортивного упражнения с определения общей программы движения. Далее автор предлагал переходить к управлению управляющих сил и моментов сил, необходимых для ее реализации. Поскольку для реализации управляющих сил спортсмен должен выполнить суставные движения, следующим этапом биомеханического анализа является определение программы изменения позы тела. Изменение позы тела есть не что иное, как определенное изменение суставных углов. Таким образом, в процессе перемещения тела человека в пространстве заданным образом суставные движения несут управляющую функцию и называются управляющими движениями. Предложенный В.Т. Назаровым подход позволил определить такие составляющие внутренней структуры двигательных действий как элементы динамической осанки и управляющие движения в суставах для целого ряда двигательных действий человека.

Указанные составляющие двигательного действия, как показали дальнейшие исследования, могут составлять основу педагогических процессов, связанных как с обучением движению и совершенствованием исполнительского мастерства, так и с построением новых вариантов выполнения двигательных действий, включая построение специальных силовых упражнений. Наиболее наглядным процессом, построенным на

подходах, предложенных В.Т. Назаровым, является процесс обучения сложному движению. Здесь имеет место строгая последовательность освоения составляющих биомеханической структуры двигательного действия. В первую очередь осваиваются элементы динамической осанки, начиная с самых простых условий и заканчивая условиями, соответствующими выполнению самого физического упражнения. Вторым этапом аналогичным образом осваиваются главные управляющие движения. После этого, соединяя освоенные составляющие, производится их соединение в базовое (или базисное) исполнение двигательного действия. На завершающем этапе совершенствования, при необходимости, добавляются корректирующие и вспомогательные управляющие движения. Такой подход к освоению двигательных действий оказался эффективным в целом ряде видов спорта. Дальнейшее развитие подхода было связано с использованием достижений научно-технического прогресса, в частности, с появлением быстродействующей компьютерной техники. С использованием последней наметился переход биомеханики от изучения и анализа двигательных действий к проблемам синтеза и моделирования наиболее оптимальных двигательных программ, эффективных для достижения максимального спортивного результата.

По мере развития современной техники расширялся и круг вопросов решаемых в области биомеханики белорусскими учеными. С появлением высокоскоростных цифровых камер и возможностью обработки полученных материалов на мощных ПЭВМ получила воплощение идея моделирования движений человека на компьютере.

В.Т. Назаров в своих исследованиях использовал для задания программного управления математические конструкции линейных зависимостей, которые не отражали полностью реальные события. Кроме этого, управляющие движения определялись на основе использования качественного биомеханического анализа. В дальнейшем В.Т. Назаровым были предложены другие формы аналитического представления суставного движения, в частности в виде гармонического приближения. Последняя идея нашла воплощение при использовании алгоритмов, предложенных Н.Б. Сотским, где эффективно используется гармоническое приближение, позволяющее в определенной мере приблизить параметры суставных движений к реальным.

Самые последние исследования данного направления открывают новые возможности подхода. Это – синтез специальных силовых упражнений, алгоритмы которого построены на основе идей, сформулированных

несколько ранее Ю.В. Верхошанским. В данном случае имеет место использование принципа динамического соответствия в отношении соревновательного двигательного действия и тренировочного упражнения.

Большой шаг вперед в направлении приближения моделей к реальным условиям спортивных движений был сделан в исследованиях В.И. Загrevского, Д.А. Лавшука и О.И. Загrevского. Авторами предложен и реализован способ задания программного управления с помощью интерполяционного кубического сплайна, что позволяет формировать произвольную структуру программного управления, включая и подкласс физических упражнений в моторной деятельности человека. Биомеханические исследования в последнее время очень активно проводятся за рубежом. Область изысканий достаточно обширна от применения элементарных принципов механики к объяснению спортивных движений до углубленных исследований, связанных с высокоскоростной пространственной видеосъемкой и моделированием движений человека в трехмерном пространстве в реальном масштабе времени.

К числу первых можно отнести ставшими классическими работы Нау J.G. В основе подхода здесь, по мнению В.Н. Селуянова, лежит разделение траектории на участки и анализ роли различных частей тела в обеспечении перемещения ОЦТ. Затем выбранные из соображений логики характеристики подвергаются корреляционному анализу, выясняется степень их важности и т. д. В результате полученные данные представляют типичные эмпирические исследования, из которых сложно выяснить именно биомеханические закономерности построения техники спортивных упражнений.

Использование современной видео и компьютерной техники стимулировало огромное количество биомеханических исследований, идея которых часто сводится к максимально точному определению положения определенных точек тела человека в пространстве с их привязкой ко времени.

В самое последнее время с учетом быстрого прогресса записывающей аппаратуры, а также компьютерных технологий биомеханический анализ, используемый в большинстве работ, сводится к нескольким характерным операциям. Это – высокоскоростная цифровая съемка (плоскостная или пространственная), обработка полученных материалов с использованием компьютерных технологий и построение антропоморфной модели, представляющей собой разветвленную многозвенную систему. Затем производится анализ движения такой модели с выяснением кинематических и динамических характеристик рассматриваемого двигательного действия.

Основные работы, проводимые с использованием таких подходов, сводятся к достаточно подробному сравнению кинематических и динамических характеристик исполнителей различного уровня мастерства.

Механизм формирования двигательного действия связан с осуществлением суставных движений, поэтому в последнее время все больше исследований имеют комплексный характер и включают тензодинамометрические, электромиографические, акселерометрические и некоторые другие исследования.

Компьютерный синтез двигательных действий – сравнительно новое направление в биомеханике спортивных движений. Его применение активно началось только с появлением быстродействующих компьютерных систем, позволяющих численно интегрировать дифференциальные уравнения, описывающие движения многозвенных систем. Такие подходы, перекликающиеся с идеями В.Т. Назарова, позволяют выяснить роль суставных движений в осуществлении двигательного действия, определить тенденции изменения силовых и амплитудных характеристик суставных движений в ходе роста спортивного мастерства и наметить тренировочные стратегии.

Анализ работ данного направления и проведенных исследований показывают их высокую перспективу. Это можно отметить и в отношении исследований, связанных с техникой метания, в частности с техническими элементами метания молота. При этом важным аспектом изучения является взаимодействие двух объектов: спортсмена и молота. В связи с этим в ходе исследований должны быть определены не только биомеханические характеристики движений спортсмена и молота, но и на основе закономерностей их взаимодействия определены способы совершенствования техники метания.

## **2.2 Биомеханические основы техники метаний (метание молота и толкание ядра), гимнастических упражнений (перекладина) и единоборств (дзюдо)**

### **2.2.1 Техника метания молота**

Для того, чтобы определиться с техникой метания молота, необходимо знать общие основы техники метательных упражнений. В отношении движений метания молота биомеханические исследования проводились в нескольких направлениях. В первую очередь это общее обоснование техники метания, включающее работы, описывающие выполнение элементов метания, начиная от предварительного вращения и заканчивая финальным движением метания.

Указанные работы посвящены в основном изучению кинематических характеристик двигательных действий метания снаряда, их закономерностям. Вместе с тем в стороне остаются вопросы, связанные с реализацией техники метания молота. В ряде работ на основе анализа кинематики определяются биомеханические параметры двигательных действий метания при взаимодействии спортсмена и снаряда. Производится сравнение характеристик при выполнении движений высококвалифицированных и низко квалифицированных спортсменов. В результате проведенных исследований определено, что основной характеристикой, определяющей успешность выполнения, является эффективное использование кинематических параметров метания. Другое важное направление в исследованиях биомеханики метания связано с особенностями выполнения движений при осуществлении технических элементов. Здесь, в первую очередь, обращается внимание на кинематические характеристики движений (пространственные, временные и пространственно-временные характеристики).

Метания представляют собой систему одновременных и последовательных движений, направленных на рациональное взаимодействие внутренних и внешних сил с целью наиболее полного и эффективного использования их для достижения высоких спортивных результатов.

Овладение техникой метаний дает возможность спортсмену в процессе решения двигательной задачи развивать в основной фазе метания наиболее мощные усилия в нужном направлении при полноценном использовании потенциальных внутренних сил, сил инерции и внешних сил, действующих на его тело.

Основной целью спортивных метаний является дальность полета снаряда, однако падение снаряда должно быть в зоне, определенной правилами соревнований. Зона падения для гранаты и мяча ограничивается площадью коридора шириной 10 м, для метания ядра, диска, молота - площадью сектора в  $35^\circ$ , копья - в  $28^\circ$ .

Независимо от формы снаряда, зоны падения и правил проведения соревнований все метания подчинены общим законам механики. Легкоатлетические метания являются одноактными или ациклическими упражнениями. В зависимости от веса и формы снаряда применяются различные способы метаний. Но различны метания только по форме движения метателя, по существу же они имеют одну цель - сообщить снаряду наибольшую скорость вылета, ибо дальность полета снаряда зависит от начальной скорости его вылета, угла вылета, сопротивления воздушной среды.

Скорость снаряду сообщается на различных по длине отрезках пути, пространственно расположенных отдельно друг от друга. Вначале скорость сообщается в процессе разбега (копье), скачка (ядро) или нескольких поворотов (ядро, диск, молот) - *предварительная* скорость. Затем скорость сообщается снаряду в финальном усилии - *заключительная* скорость.

Предварительная скорость сообщается снаряду за счет работы мышц ног и туловища, а заключительная - за счет включения мышц плечевого пояса и руки.

Таким образом, снаряд разгоняется сначала на более длинном пути меньшей по величине силой, а затем на более коротком пути большей силой. В легкой атлетике эти факторы определяют в каждом случае эффективность метаний. Их анализ дает необходимое представление о правильной последовательности всех движений метателя, совершающего бросок снаряда. Значение каждого из указанных факторов далеко не равноценно. Так, при всех прочих равных условиях наибольшая величина начальной скорости полета снаряда является всегда положительным моментом, и от ее возрастания главным образом зависит дальность метания.

В свою очередь, скорость вылета снаряда зависит от величины силы, приложенной к снаряду; длины пути воздействия силы на снаряд; времени приложения сил. В том же время быстрота - способность человека совершать двигательные действия в минимальный для данных условий отрезок времени. Поэтому быстрота будет тем большей, чем с большей скоростью нарастает сила. Иными словами, быстрота зависит от градиента силы, Поскольку нарастание силы в метаниях сопровождается движением снаряда и частей

тела, то это значит, что в данном случае быстрота есть скорость нарастания силы или градиент силы.

Закон возможной экономии сил учитывает расслабление мышц-антагонистов, использование внешних сил. Закон оптимальности говорит о необходимости оптимальных, а не максимальных усилий и скоростей для достижения высшего результата.

Если градиент силы измерять скоростно-силовым индексом, а длину пути приложения усилий на снаряд брать как степень технического мастерства, то в конечном итоге мы приходим к выводу, что результат в спортивном метании находится в прямой зависимости от скоростно-силовой подготовки и технического мастерства метателя.

Для увеличения скорости движения снаряда необходимо, чтобы на всем пути усилия возрастали, т.е. на всем пути необходимо ускорение, достигающееся за счет строгого определенно-последовательного сокращения мышц, создающего, в свою очередь, условия для нарастания усилий, увеличения скорости движения снаряда, возможности использования мышц всех звеньев тела человека.

Угол вылета снаряда в зависимости от его величины имеет переменное значение: положительное - при соответствии каждому конкретному случаю метания и отрицательное - при несоответствии. Так, доведение угла вылета до размера больше оптимального (для каждого снаряда) ведет к увеличению крутизны и высоты траектории, к укорочению расстояния, пролетаемого снарядом по горизонтали (ядро, граната, молот), а также к отрицательному воздействию воздушной среды (копье, диск). Уменьшение же угла вылета не дает возможности полностью использовать инерцию снаряда, ибо отсчет результатов начинается от места касания снаряда с грунтом.

Оптимальный угол вылета снаряда зависит от начальной скорости вылета; высоты выпуска снаряда над землей; аэродинамических свойств снаряда (для диска и копья); состояния атмосферы (направление ветра); скорости разбега (для копья и ядра). Оптимальный угол вылета для всех снарядов меньше  $45^\circ$ .

### ***Общие биомеханические основы техники метаний.***

Технику спортивных метаний для удобства изучения можно разделить на части в соответствии с их задачами:

- 1) держание снаряда;
- 2) подготовка к повороту и поворот;
- 3) подготовка к финальному усилию;
- 4) финальное усилие;

5) вылет и полет снаряда.

**Держание снаряда.** Задача этой части - держать снаряд так, чтобы выполнить метание свободно с оптимальной амплитудой движения. Правильное держание должно способствовать передаче метателем силы снаряду для движения по наибольшему пути в нужном направлении, а также выбрасыванию снаряда с наибольшей скоростью. Для этого необходимо использовать силу и длину пальцев метаемой руки. С целью увеличения амплитуды движений и увеличения пути приложенной силы в заключительной фазе снаряд удерживается кистью так, чтобы он был ближе к концам пальцев. Однако чрезмерное удаление снаряда к концам пальцев может ослабить их, что влечет за собой преждевременный срыв снаряда, излишние закрепощения и травмы.

**Подготовка к разбегу и разбег.** Основная задача этой части - сообщить системе «метатель – снаряд» оптимальной начальной скорости. Под оптимальной скоростью в данном случае понимается наибольшая скорость, при которой спортсмен в состоянии контролировать свои действия для создания благоприятных условий при выполнении финального усилия.

Разбегу предшествует выполнение метателем в исходном положении различных движений, которые совершаются предварительным раскачиванием тела и размахиванием отдельных звеньев тела и снаряда. Главная задача этих движений: сосредоточить внимание на выполнении метания в целом; подготовить рациональное исходное положение; привести мышцы в растянутое положение для выполнения последующих движений; сообщить снаряду начальную скорость (метание молота).

В легкоатлетических метаниях разбег выполняется в одном случае поступательным движением (граната, копьё, ядро), а в другом - вращательно-поступательным (диск, молот, ядро). В поступательном движении скорость системы «метатель – снаряд» достигается или при разбеге в форме бега (копьё, граната), или в форме скачка (ядро); во вращательно-поступательном или в форме одного поворота (диск, ядро), или нескольких поворотов (молот).

Энергия, приобретенная метателем при вращательном разбеге, находится в прямой зависимости от величины угловой скорости всей системы, массы тела и радиуса его вращения. С увеличением радиуса вращения при одной и той же угловой скорости увеличивается линейная скорость снаряда. При разбеге в форме поворотов метатель может придать ускорение снаряду только при опоре ногами о грунт. Причем в двух опорном положении спортсмен воздействует на снаряд с наибольшей, чем при

одноопорном положении, силой и придает ему большее ускорение. Поэтому метатель должен сократить время пребывания в одноопорном и особенно в безопорном положении до минимума.

В метаниях при любой форме разбега увеличение скорости выше оптимальной, т.е. такой, при которой теряется контроль за движениями, является отрицательным моментом. Однако это не значит, что метатель в процессе подготовки не должен добиваться повышения оптимальной для себя скорости разбега.

**Подготовка к финальному усилию.** Задача этой части - при минимальной потере линейной скорости движения снаряда ускоренным движением отдельных частей тела «растянуть» мышцы всех звеньев тела так, чтобы создать условия для их последовательного сокращения. Спортсмену необходимо прийти в такое положение, чтобы снаряд оказался на возможно большем расстоянии от предполагаемой точки вылета. Это положение достигается путем оптимального наклона, поворота или скручивания туловища в сторону, обратную направлению метания, сгибания ног до оптимальных пределов (прежде всего опорной ноги). Определенное значение для увеличения пути приложения усилий на снаряд имеет и ширина расстановки ног. Однако ширину расстановки ног для каждого метателя определить можно лишь опытным путем.

В процессе подготовки к финальному усилию возможно также незначительное увеличение скорости движения снаряда (не всей системы «метатель – снаряд») или за счет группировки спортсмена (метание диска), или за счет уменьшения наклона туловища (толкание ядра). В целом же подготовка к финальному усилию, как фаза всего метания, является пассивной, ибо в этот момент из-за отсутствия ускорения происходит снижение скорости движения системы «метатель – снаряд».

**Финальное усилие.** Задача этой части метания - сообщение снаряду максимальной скорости вылета под оптимальным углом при правильном его расположении в пространстве.

Эта задача выполняется путем быстрого, строго последовательного сокращения мышц (прежде всего мышц ног) и за счет передачи количества движения и момента количества движения от ног туловищу, затем руке и, наконец, снаряду.

Как только метатель занял двух опорное положение после разбега, мышцы ног, сокращаясь, поднимают туловище, одновременно происходит выведение таза вперед. Выпрямление ног и выведение таза вперед необходимо для того, чтобы мышцы туловища остались растянутыми, а

выпрямленная левая нога послужила упором для прекращения движений звена.

Выпрямленные ноги метателя являются твердой опорой, необходимой для сокращения мышц туловища. Только после полного сокращения мышц туловища включаются в работу мышцы руки (копье, граната, ядро).

Особое значение в финальном усилии приобретает последовательное сокращение мышц. Установлено, что, если соблюдается поочередность сокращения мышц, т.е. сила последующей мышцы включается в тот момент, когда сила предыдущей равна нулю, достигается наибольшая скорость движения снаряда.

**Вылет и полет снаряда.** На дальность полета снарядов, обладающих аэродинамическими свойствами (диск, копье), кроме высоты вылета, скорости стартового разгона, силы воздействия на снаряд, начальной скорости вылета, влияет состояние атмосферной среды (встречный или попутный ветер). Аэродинамические свойства диска примерно в 4,5 раза лучше, чем копья. В полете диск и копье вращаются. Однако вращение копья и диска происходит вокруг разных осей: копье вращается вокруг горизонтальной оси, диск вокруг вертикальной оси. Вследствие этого при полете диска возникает гироскопический момент, который противодействует повороту диска вокруг вертикальной оси и его положение в воздухе стабилизируется. При полете копья возникает опрокидывающий момент, стремящийся вернуть копье. Копье совершает до 25 оборотов, что недостаточно для возникновения гироскопического момента, но большая скорость вращения все же стабилизирует в какой-то мере положение копья. В метании копья так же, как и в метании диска, подъемная сила превышает лобовое сопротивление, увеличивая тем самым дальность метания. Предварительное вращение следует выполнять в быстром темпе, только два круга. При большем количестве кругов обычно теряется «чувство снаряда». Что же касается скорости, необходимой для начала поворотов, то ее вполне можно развить и при двух кругах.

Рассмотрим **технику метания молота по фазам движений.**

**Предварительные вращения.** Во время прохождения молота сзади метателя руки сгибаются очень мало, при этом они поднимаются вверх так, что предплечья проходят над головой, кисти рук за головой, а локти – на уровне лба. Голову нельзя наклонять или поворачивать, ее необходимо держать лицом прямо к снаряду.

Перед началом предварительных вращений спортсмен укладывает молот в круг или за круг справа – сзади, немного приседая и перенося массу

тела больше на правую ногу, одновременно поворачивая плечевой пояс направо и незначительно наклоняя туловище вперед.

Снаряд посылается по восходящей дуге вперед – влево – вверх, желательнее несколько выше головы спортсмена. В момент, когда молот находится впереди спортсмена, ноги почти выпрямлены, и масса тела спортсмена равномерно распределена на обе ноги, оси плеч и таза параллельны. Движение молота влево – вверх начинается после прохождения проекции левого колена, одновременно с движением молота вверх туловище и плечи метателя поворачиваются налево.

По достижению снарядом уровня плеч, руки начинают сгибаться в локтевых суставах, а плечи поворачиваются.

Снаряд находится сзади метателя в высшей точке траектории, ось плеч и таза параллельны. Руки согнуты в локтевых суставах, туловище немного отклонено назад. Движение назад – вниз сопровождается одновременным поворотом туловища и плеч метателя вправо. Этим достигается выпрямление рук, а поворотом туловища и плеч вправо растягиваются мышцы левой стороны таза и туловища, что готовит их к последующей активной работе.

Второе предварительное вращение выполняется так же, как и первое, только энергичнее и с большей амплитудой.

Предварительные вращения выполняются в лицевой или фронтальной плоскости с некоторым смещением нижней точки траектории движения снаряда вправо, что создает выгодные предпосылки для работы мышц левой стороны туловища и плеч метателя, а также установления вертикальной оси вращения в поворотах.

**Повороты.** Цель всех поворотов – повышение угловой скорости системы спортсмен-снаряд и, как следствие, линейной скорости молота. При этом первый поворот используется для плавного перехода от предварительных вращений к вращательно-поступательным движениям в круге, а последний решает задачу подготовки к эффективному финальному усилию. Очень важен вход в поворот. При переходе от предварительного вращения к первому повороту, положение тела метателя несколько сходно с таким же положением его во время поворотов, в момент нахождения молота впереди тела, обе ноги при этом слегка согнуты, а туловище отведено от оси вращения немного назад для большей устойчивости при вращении.

Следует обратить внимание на положение туловища и ног во время нахождения шара молота в нижней точке. С каждым поворотом метатель, выпрямляя туловище, одновременно все больше сгибает ноги в коленных

суставах и разгибает их в тазобедренных. Эти движения выполняются метателем в связи с возрастанием тяги молота.

Голову во время поворотов следует держать прямо, подтянув подбородок «на себя». Поворот головы является ошибкой, от которой очень трудно избавиться. Легкий наклон головы налево рекомендуется лишь в период финального движения. Голова должна отклоняться назад.

Вход в 1-й поворот и выполнение поворотов переход от предварительных вращений к поворотам – сложная часть техники метания молота, от которой во многом зависит дальнейшее выполнение поворотов и финального усилия.

Вход в 1-й поворот начинается в момент, когда молот после 2-го предварительного вращения проходит против правого носка. Метатель начинает перемещаться на левую ногу и несколько назад, одновременно поворачиваясь на обеих ногах.

Отделение правой ноги от грунта при переходе метателя из двух опорного положения в одноопорное наступает, когда туловище метателя поворачивается налево на  $90^\circ$ , а левая стопа на  $90^\circ$ – $100^\circ$  по отношению к своему начальному положению. Шар молота в этот момент в первом повороте бывает немного выше плечевых суставов, а во втором, третьем и четвертом поворотах – ниже плечевых суставов. В каждом последующем повороте в связи с увеличением скорости вращения переход из двух опорного положения в одноопорное происходит раньше, чем в предыдущем. Таким образом, поворот на двух ногах равен примерно  $90^\circ$ – $100^\circ$ , а на одной (левой) ноге около  $260^\circ$ – $270^\circ$ .

Опора всего тела находится на пятке левой ноги, слегка согнутой в коленном суставе, носок стопы поднят от земли и повернут влево на  $90^\circ$ – $100^\circ$  по отношению к своему начальному положению. Колено правой (согнутой) ноги подтянуто к колену левой, руки прямые, голова повернута лицом в направлении снаряда, подбородок подтянут «на себя». Поворот головы влево в этот момент является ошибкой.

Во время вращения метателя на левой ноге, к моменту постановки правой ноги на землю, таз должен быть повернут влево от оси снаряда и находится примерно под углом к нему от  $0^\circ$  до  $30^\circ$ . Плечевой пояс также повернут влево, но незначительно, что вызывает небольшое сгибание правой руки в локтевом суставе. Поворот таза от оси снаряда нужен для того, чтобы метатель, окончив поворот, занял удобное двух опорное положение.

В момент прохода шара молота высшей точки вращения метатель успевает повернуть таз от оси снаряда влево на  $40^\circ$  –  $45^\circ$ . Плечевой пояс

также повернут влево оси снаряда, хотя и незначительно, что вызывает небольшое сгибание правой руки. Это самая ответственная и самая важная часть техники метания молота, от правильного выполнения которой во многом зависит дальность метания молота.

В конце четвертого поворота шар молота бывает также приблизительно на высоте плечевых суставов. Правая нога ставится на землю с носка на всю стопу, голень правой ноги наклонена влево, левая нога, согнутая больше правой, опирается о землю передней частью стопы.

Вес тела и тягу снаряда выдерживает правая нога, хотя туловище расположено больше над левой ногой.

Угол наклона плоскости в поворотах или постоянен ( $39-44^\circ$ ), или постепенно увеличивается, с  $37-38^\circ$  в первом повороте, до  $42-44^\circ$  в последнем повороте.

При правильном метании каждый следующий поворот выполняется быстрее предыдущего, движения ускоряются плавно. Общий центр тяжести тела метателя несколько смещается на правую ногу, создавая выгодные условия для ее последующего активного снятия и перехода в одноопорное положение. В одноопорном положении спортсмен должен сохранять вертикальную ось вращения и большую амплитуду движения снаряда.

***Финальное движение метания.*** Бросок начинается с постановки правой ноги на грунт в конце последнего поворота. В это время шар молота находится справа и сзади от метателя, при прохождении шара молота нижней точки, ось таза продолжает несколько опережать ось плеч.

В финальном усилии создается оптимальное направление вылета под углом  $44^\circ$ .

Финальное усилие должно вытекать из предшествующих ему поворотов и является их продолжением. Оно выполняется по максимально возможному радиусу вращения снаряда при сохранении вертикальной оси вращения.

Во время движения шара из низшей точки вращения в направлении к высшей метатель перемещает туловище вправо, одновременно сгибаясь и отклоняясь назад, и поворачивается влево (оси таза и плеч находятся почти в одной плоскости). Выбрасывание снаряда происходит тогда, когда шар (молот) поднимается на высоту плечевых суставов.

В ходе исследования движения звеньев человеческого тела рассматривались автором как результат совместного действия внешних и внутренних сил: на звенья тела действуют и внешние и внутренние силы, находящиеся в сложной взаимозависимости. Выполнение произвольных

движений человека такими многозвенными кинематическими цепями как конечности, протекает в очень сложном силовом поле. Кроме того, как показали почти все биомеханические исследования, это поле никогда не бывает даже относительно стабильным. Оно все время, в зависимости от самых многообразных причин, меняется.

В течение ряда последующих лет появились работы, относящиеся к роли кинематических характеристик движений в эффективности соревновательного результата в метании молота. Это были исследования прикладного характера, выясняющие технику метания молота, определяющие возможность получения информации, а также связанные с совершенствованием на основе биомеханической информации тренировочного процесса по метанию.

Рассмотренные выше наиболее характерные работы демонстрируют широчайшие возможности современных методик исследования, позволяющие весьма точно определить кинематические и динамические характеристики движений метателя, произвести сравнение особенностей выполнения двигательных действий в различных квалификационных группах, осуществлять обратную связь, необходимую при своевременной коррекции тренировочного процесса. Вместе с тем несколько в стороне остаются вопросы, связанные с биомеханическим обоснованием механизма реализации двигательных действий, определением ритмической структуры движений и требованиям к биомеханическим критериям технического мастерства атлетов. Решение указанных вопросов позволило бы поднять на новый уровень как методологию обучения метанию молота, так и решить вопросы оптимизации техники метания молота. Исследование и установление биомеханических механизмов реализации техники метания молота, и особенно в отношении «метатель – снаряд», могут быть решены на основе биомеханического анализа с использованием компьютерных технологий. Такая работа должна иметь несколько этапов. Первый из них должен содержать теоретические аспекты метания взаимодействия снаряда и спортсмена. Здесь должны быть выяснены и определены биомеханические критерии технического мастерства спортсменов. На втором этапе должен быть выяснен механизм осуществления двигательного действия, позволяющего достигнуть необходимых биомеханических параметров дальности полета молота. На этом этапе необходимо создание аналитических моделей функциональной направленности биомеханики движений метателя. Третий этап исследования должен носить прикладной характер. Здесь полученная информация должна быть использована в педагогическом

процессе с оценкой достоверности проведенных теоретических исследований.

**Запись биоэлектрической активности мышц** производилась при выполнении основного упражнения (метание молота с 1 и 3 поворотов) и ряда специальных упражнений – метание гири 16 кг и веса 16 кг (длина ручки 44,5 см) с 1 и 3 поворотов с целью подбора более эффективных тренировочных упражнений. Оценивалось их структурное сходство с основным двигательным действием и величина мышечных напряжений работающих мышечных групп.

Записывалась динамика происходящих изменений в биоэлектрической активности девяти групп мышц (по методике Р.Г.Лемеш, Е.В.Бурко, Е.А.Масловского): двухглавая плеча (левая); трехглавая плеча (левая); дельтовидная (задний пучок – левая); широчайшая спины – левая); крестцовоостистая – левая; прямая головка 4-главой бедра – правая:

прямая головка 4-главой бедра (левая) – проксимальный и дистальный участки; большеберцовая (левая) – проксимальный и дистальный участки; икроножная (правая) – проксимальный и дистальный участки.

Следует отметить, что испытуемые почти не ощущали небольшого веса (менее 200 г.), укрепленных на спине датчиков биоэлектрической информации, а тянувшийся за спортсменом легкий кабель также почти не вызывал дополнительных усилий.

Анализировалась работа 12 групп мышц. Существенные различия в суммарной биоэлектрической активности и времени активности работающих мышц отмечены, прежде всего, в работе мышц верхнего плечевого пояса и спины при метании веса 16 кг (в сторону увеличения). В то же время, в работе мышц, обслуживающих нижние конечности, эти различия не столь выражены.

Метод телеэлектрокардиографии (по В.А. Терещенко, Е.А. Масловскому) применялся для определения частоты пульса во время выполнения основного и вспомогательных упражнений метателей молота. Испытуемому предлагалось надеть пояс, на котором устанавливалась миниатюрная аппаратура, не превышающая веса 150 грамм с антенной длиной 6 см.

При метании молота частота пульса регистрировалась при выполнении отдельных бросков молота с интервалами отдыха 2-3 минуты, при метании вспомогательных снарядов в сериях до 10 и 20 бросков с интервалами отдыха между бросками в каждой серии 13-16 секунд. Выбор серии из 20 бросков опирался на результаты экспериментальных исследований (по А.П.Бондарчуку, Е.А.Масловскому), свидетельствующие о том, что бросковая серийная нагрузка в метании молота в одном занятии не должна превышать 20 бросков (особенно вспомогательных снарядов). Превышение рекомендуемого количества бросков негативно сказывалось на техническом

мастерстве спортсменов ввиду физической усталости. В результате исследований были выбраны наиболее оптимальные варианты функциональной нагрузки с метательными снарядами в сериях с учетом вида снаряда (молот, вес и гиря) и индивидуальных особенностей спортсменов.

На рисунках 1 и 2 представлены динамика частоты пульса в процессе метания молота (рис. 1), гири 16 кг с места и с одного поворота (рис. 2)

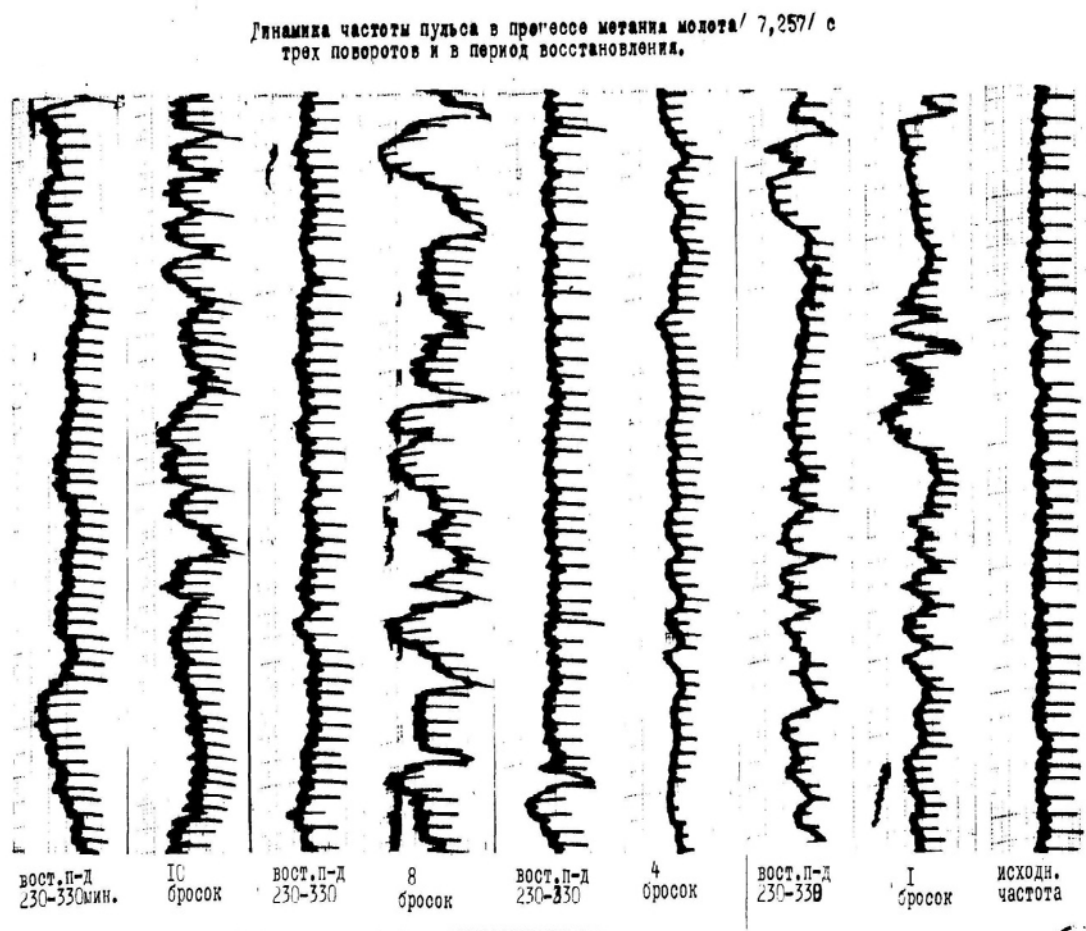


Рис. 1 – Динамика частоты пульса в процессе метания молота

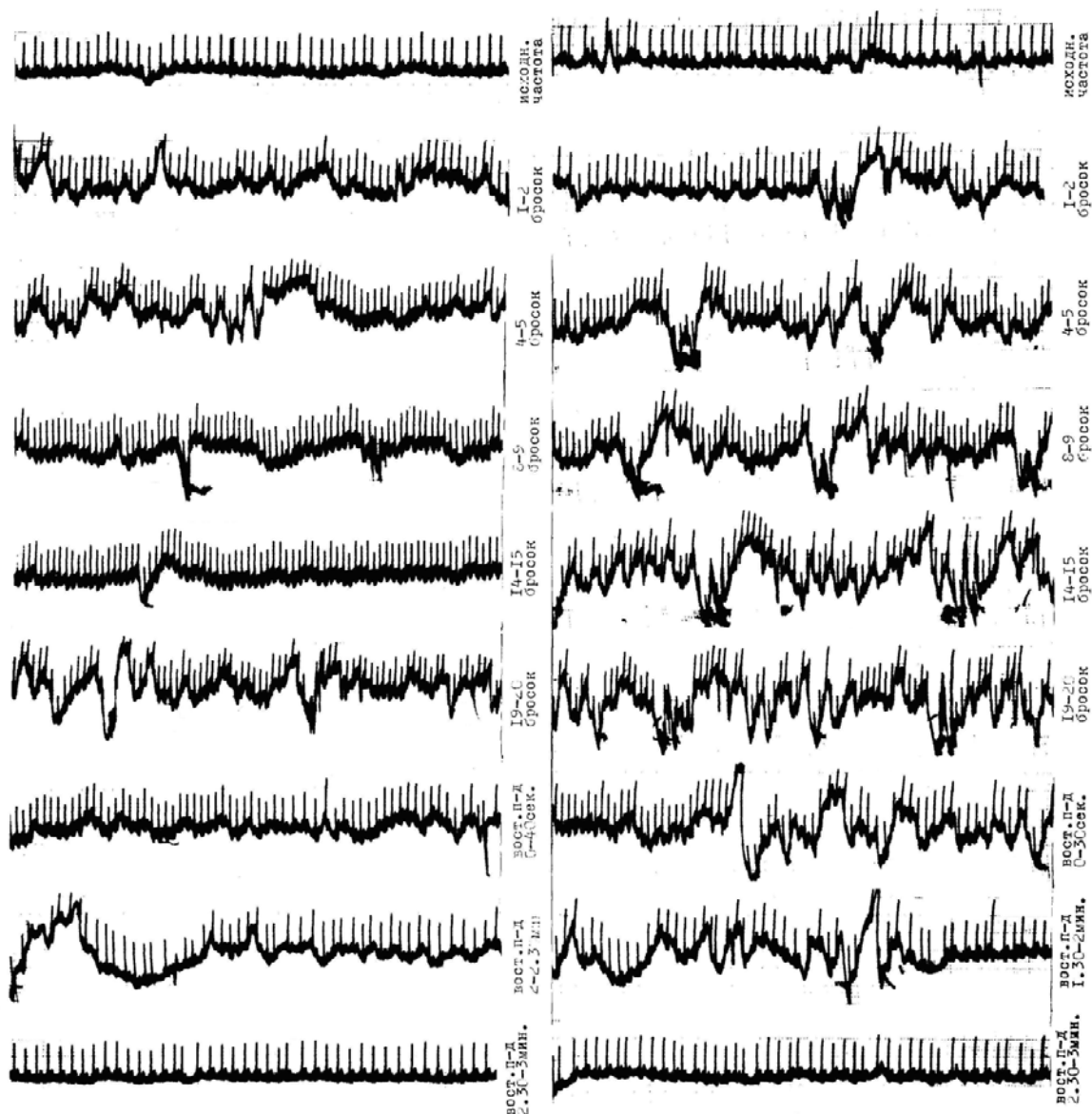


Рис. 2 – Динамика частоты пульса в процессе метания гири 16 кг (двумя руками с места и с одного поворота и в период восстановления)

### 2.2.2 Техника толкания ядра

Толкание ядра – это сложное ациклическое скоростно-силовое действие с ярко выраженным взрывным характером мышечной работы. Анализ выступлений метателей высокой квалификации показывает, что неудачно выполненные попытки являются следствием допущенных

технических ошибок, имеющих разное происхождение. Изучение и анализ изменений кинематических характеристик техники толкания ядра позволяют объективно обнаружить закономерности в совершенствовании отдельных структур и элементов спортивного навыка.

### Техника толкания ядра. Вид сбоку



### Части и фазы техники

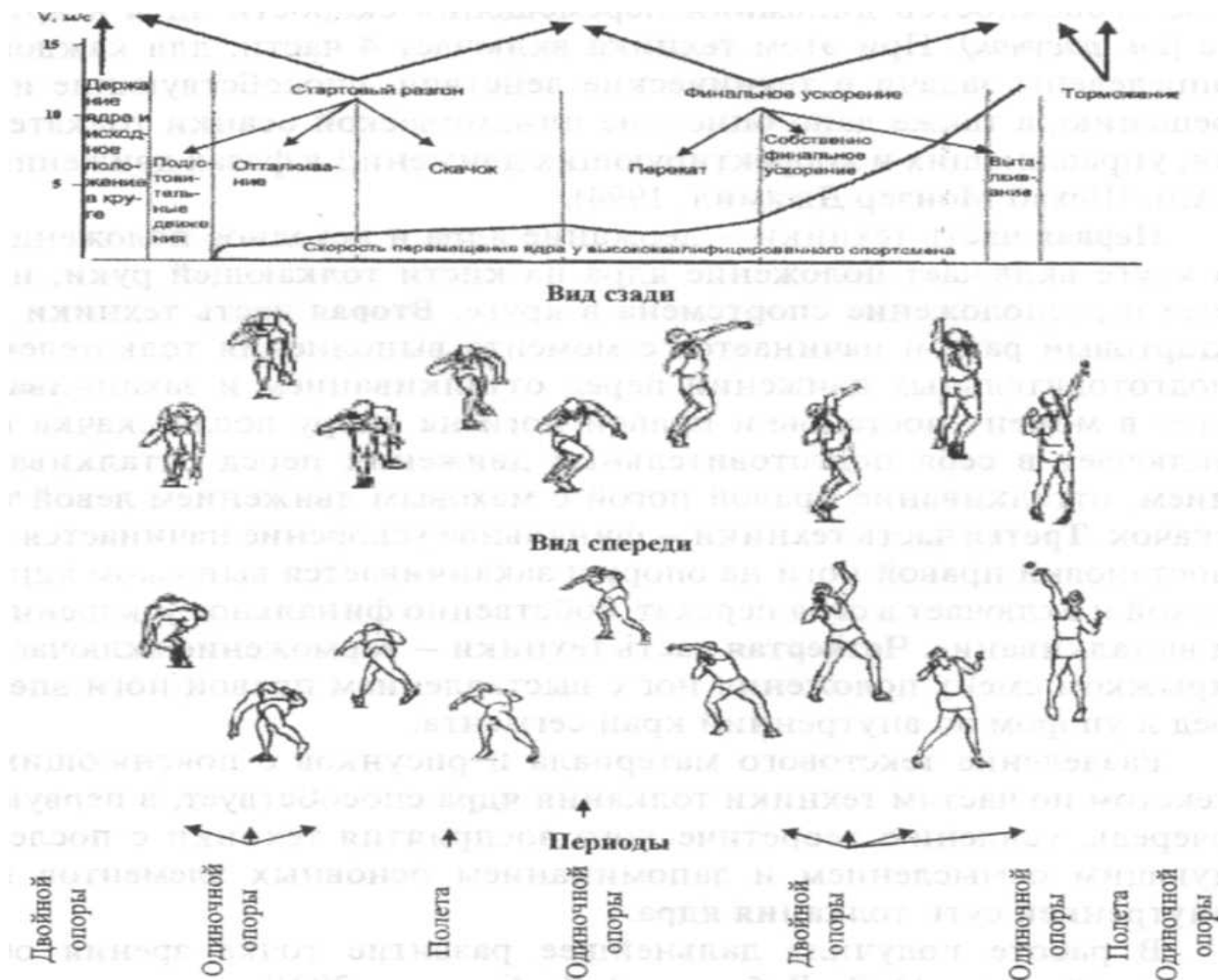


Рис. 3 – Части и фазы техники толкания ядра

/Заимствованы из публикаций Лобанова А.Л., Стасюка А.К. и Алабина В.Г., Кривоносова М.П/

Рассмотрим особенности динамики перемещения скорости ядра в круге в формате четырех частей техники (рис.3). Для каждой из них определены задачи и технические действия, способствующие их решению, а также дано описание динамической осанки толкателя, управляющих и корректирующих движений в фазах движения (по Аль-Шехаб Монзер Джамил, 1994; В.В.Мехрикадзе, Л.И.Мальцева, 2009).

**Первая** часть техники – держание ядра и исходное положение в круге включает положение ядра на кисти толкающей руки, на шее и расположение спортсмена в круге, **Вторая** часть техники - стартовый разгон начинается с момента выполнения толкателем подготовительных движений перед отталкиванием и заканчивается в момент постановки правой ноги на опору после скачка и включает в себя подготовительные движения перед отталкиванием, отталкивание правой ногой с маховым движением левой и скачок. **Третья** часть техники – финальное ускорение начинается с постановки правой ноги на опору и заканчивается выпуском ядра рукой и включает в себя перекат, собственно финальное ускорение и выталкивание. **Четвертая** часть техники – торможение включает прыжком смену положения ног с выставлением правой ноги вперед и упором во внутренний край сегмента.

Особенное внимание следует обратить на освоение толкателем ядра динамической позы в формате «упругой дуги» (по А.Л.Лобанову, А.К.Стасюку, 2001). Это динамическая поза в перекате и формирование ее потенциала происходит с трех осевым напряжением. Ее рациональное освоение позволяет в полной мере реализовать ее возможности для ускорения перемещения ядра с последующим выталкиванием.

### 2.2.3 Техника гимнастических упражнений (перекладина)

*Перелетовые упражнения на перекладине* являются сложной и многоструктурной группой гимнастических элементов, которые особо актуальны в мировой гимнастике. «Полетная гимнастика» - изучалась многими исследователями (В.Т. Назаров, 1968, 1972, 1973; Н.Г. Сучилин, 1972, 1978, Ю.К. Гавердовский, 1967, 1975; В. Аксенов, 2001 и многие другие). Причины же изменения современной техники перелетовых упражнений, их биомеханические закономерности, научно обоснованная технология обучения им, уровень физической подготовленности необходимый для овладения совершенной техникой перелетовых упражнений освещены в специальной литературе недостаточно.

В современных условиях (по данным опроса) высококвалифицированные гимнасты изучают перелетовые упражнения, следуя нижеуказанной технологии обучения:

1. Создание высокого уровня специальной физической подготовленности (развитие силы мышц обеспечивающих взрывной характер хлестообразных движений);
2. Подбор подводящих и подготовительных упражнений;
3. Имитация движений на снаряде;
4. Выполнение упражнения в полной координации.

Эта система в настоящее время остается научно обоснованной и закономерной, но существует необходимость определить, конкретные и (сопряженные) необходимые упражнения являющиеся базовыми к изучаемому элементу, наметить пути модельного исследования анализируемого элемента, выявить пространственно-временные характеристики двигательных действий изучаемого элемента (биомеханические параметры), конкретизировать нормативные упражнения, определяющие необходимый уровень физической подготовленности к овладению перелетового упражнения.

В настоящее время технология многолетней подготовки высококвалифицированных гимнастов и технология обучения сложным упражнениям имеет свое стратегическое развитие, основной особенностью, которой является поиск наиболее совершенных вариантов техники упражнений при постоянном совершенствовании технического мастерства и физических качеств гимнастов.

Технология представляет собой жесткую последовательность тщательно продуманных, апробированных и строго регламентированных операций, позволяющих поэтапно получать из простого сложное, а из сложного – сложнейшее. В конечном итоге высокие технологии позволяют получить сложный высококачественный продукт с требуемыми свойствами в

заданный момент времени при оптимизированных затратах ( Л.Я.Аркаев, Н.Г.Сучилин, 2004г.).

Технология обучения - сложный комплексный процесс, который включает содержательно-профессиональные, психолого-педагогические, организационные, технические и другие аспекты (К.И. Курбаков, 1979). Это многофакторный алгоритмический процесс достижения определенного качества освоения двигательного навыка в виде спортивно-технического результата.

В результате развития системы подготовки сложное когда-то становится простым. В соответствии с изменениями правил соревнований и новой информацией о технике упражнений видоизменяется и технология подготовки гимнастов высшей квалификации.

Технология подготовки гимнастов включает в себя формы, методы и средства обучения образующие последовательную, закономерную цепочку их взаимодействия, что создает грамотную структуру процесса по достижению конкретного (конечного) результата. Технология обучения гимнастическим упражнениям имеет определенные сходства на разных этапах спортивной карьеры.

В настоящее время технология обучения гимнастическим упражнениям имеет общепризнанную систему:

- 1 этап – ознакомление с изучаемым упражнением, воссоздание общей картины двигательного действия, его структуры и последовательности от исходного до конечного положения (показ, видео воспроизведение), достаточно полная информация об основных ошибках исполнения;
- 2 этап – разучивание упражнения с использованием метода расчленено-конструктивного упражнения или целостного метода в зависимости от группы трудности разучиваемого гимнастического элемента, а так же с использованием подготовительных и подводящих упражнений;
- 3 этап – закрепление и совершенствование техники исполнения упражнения. (Гимнастика 2001г., Журавин М.Л., Загрядская О.В., Казакевич Н.В.).

Известно, что для обучения двигательным действиям применяется метод целостного и расчленено-конструктивного упражнения (В.Д. Мазниченко, 1976). Первый метод употребляется при обучении относительно простым движениям. При обучении же сложным двигательным действиям ведущим практическим методом начального обучения является метод расчленено-конструктивного упражнения. В этом случае целостное действие расчленяется и обучение происходит поэтапно с применением подводящих упражнений.

Выбор подводящих упражнений должен в достаточной степени соответствовать техническому варианту движения, то есть биомеханическим закономерностям изучаемого упражнения (В.М. Дьячков, 1962; Д.Д.

Донской, 1968; И.П. Ратов, 1974; Ю.В. Верхошанский, 1977 и др.). При выполнении упражнений на снарядах гимнасту необходимо решить ряд двигательных задач, которые в конечном итоге сводятся или к удержанию в заданных пределах межзвенных углов или к определенной последовательности сгибательно-разгибательных движений в суставах (В.Т. Назаров, 1966, 1973).

Положение гимнаста на снаряде принято называть «рабочим положением» (Ю.К. Гавердовский, 1975). Реализация рабочего положения при выполнении конкретного статического упражнения осуществляется участием в работе преимущественно одних и тех же мышечных групп гимнаста, чему соответствует понятие статической осанки. В маховых же упражнениях на снарядах сохранение неизменной позы регулируется последовательным включением в работу различных мышечных групп с различной степенью их напряженности. Соответственно этому выполнение упражнения или части его с неизменной рабочей позой характеризуется понятием динамической осанки (В.Т. Назаров, 1966, 1974; Д.Д. Донской, 1975).

Определенная последовательность сгибательно-разгибательных движений гимнаста в суставах реализуется управляющими моментами мышечных сил, развиваемых спортсменом в соответствующих сочленениях.

Исходя из этого можно считать, что гимнаста при обучении упражнениям на снарядах необходимо учить динамической осанке (В.Т. Назаров, 1974; С.П. Евсеев, А.И. Малеев, 1978) и способности реализовать в определенное время необходимые мышечные усилия в суставах для выполнения соответствующих сгибательно-разгибательных движений или, что то же самое, управляющим движением (В.Т. Назаров, 1966, 1974; С.П. Евсеев, 1975; Ю.Л. Кузнецов, 1978). Так как целенаправленные движения осуществляются посредством программных сил (В.Г. Корнев, 1974, 1977; В.Т. Назаров, 1974), то в том случае, если эти силы недостаточны, движение не достигнет заданной цели, то есть будут осуществляться не по программе. Это положение согласуется с таким важным понятием в методике обучения спортивным упражнениям, как готовности гимнаста к освоению двигательных действий с точки зрения физической (силовой) подготовленности.

Следует отметить, что вся технология обучения гимнастическим упражнениям должна иметь мощный фундамент в виде высокого уровня физической подготовленности гимнаста к изучаемому элементу.

Системное объединение основных составляющих технологии обучения «сложных» гимнастических упражнений в современной гимнастике является главным компонентом профессиональной деятельности тренера. От грамотного подбора и составления необходимых компонентов технологии обучения двигательным действиям с присутствием интегрирующего фактора

зависит совершенствование тренировочного процесса по времени и качеству. К ним относятся:

- варьирование объемом нагрузки снарядной подготовки в мезо, микро и макро циклах с учетом целевого назначения (восстановительный, ударный, настроечный, модельный) (Ю.В. Менхин, 1989);
- подбор силовых упражнений сходных по структуре с изучаемым элементом (метод сопряженного воздействия);
- совершенствование изучаемого упражнения с использованием облегченных и сложных условий;
- использование подводящих и подготовительных упражнений;
- специальная подготовка, направленная на развитие силы определенных групп мышц отвечающих за реализацию динамической осанки изучаемого упражнения (А.М. Шлемин, 1966г.);
- использование вспомогательных снарядов и тренажеров;
- тесная взаимосвязь технической и физической на всех этапах спортивного совершенствования;
- строгий контроль процессов утомления и восстановления, врачебный контроль;

Возможно, что научно обоснованное и отражающее теоретико-методические положения (закономерности) биомеханики, содержание технологии обучения сложным гимнастическим упражнениям даст толчок развитию высокого уровня мастерства гимнастов и конкурентоспособности на мировой гимнастической арене.

В настоящее время многие тренеры-преподаватели, обучая квалифицированных гимнастов упражнениям прогрессирующей сложности, испытывают трудности: чему учить и как учить. Очевидно, что чем большим кругом подводящих и подготовительных упражнений оперирует тренер, при обучении основывается биомеханическими закономерностями двигательных действий, тем эффективнее протекает процесс обучения. Анализ современной литературы показал, что теория существенно отстает от развития практики. Постепенное развитие и совершенствование современной техники сложных гимнастических упражнений происходит на этапе высших спортивных достижений и проводится в особо (определенных) узких кругах гимнастического общества, это – закрытые тренировочные базы, базы олимпийской подготовки. Считается, что вышесказанное неблагоприятно влияет в целом на развитие отечественной гимнастики. Необходимо отражать развитие современной техники гимнастических упражнений в литературе, проводить семинары по методике обучению современных сложных упражнений, организовывать открытые тренировки ведущих гимнастов национальных команд и другие факторы, оздоравливающие современную отечественную гимнастику.

**В спортивной гимнастике основные параметры полетных фаз перелетовых упражнений,** которые также обуславливают оценку выполнения, обычно не определяются. В связи с этим представляется целесообразным разработать методику, позволяющую найти параметры (какие нужно определить нам параметры).

Принципиальная разница между традиционной системой подготовки и современной отечественной технологией состоит в следующем. В первом случае на контрольных тренировках гимнасты пытались достичь лишь некоторых параметров соревновательной деятельности (и то только на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям) или же превышали их (и значительно), но в основном только по объему, причем в условиях, далеких от соревновательных (русская методика, получившая японское название "гашука"). В современной же технологии учебно-тренировочного процесса ставится и решается задача комплексного оптимального превышения основных параметров предстоящей соревновательной деятельности с системным опережением основных зарубежных соперников по всем основным показателям.

С этой целью в технологии интегральной подготовки национальной команды используются следующие виды тренировок, моделирующих соревновательную деятельность:

- контрольные тренировки (выполнение соревновательных упражнений на оценку);

- модельные тренировки (выполнение комбинаций целиком в жестком регламенте предстоящих соревнований на зачет);

- контрольно-модельные тренировки (возможна более полная имитация условий соревнований с выставлением оценок за соревновательные упражнения);

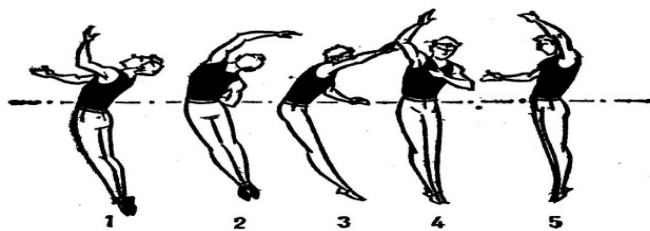
- "ударные" тренировки (выполнение соревновательных комбинаций со значительным превышением объема и интенсивности соревновательной деятельности);

- "ударно-модельные тренировки" (то же, что и предыдущее, но в регламенте, приближенном к соревновательному, с моделированием условий и сбивающих факторов, превышающих прогнозируемый запрос реальной соревновательной деятельности).

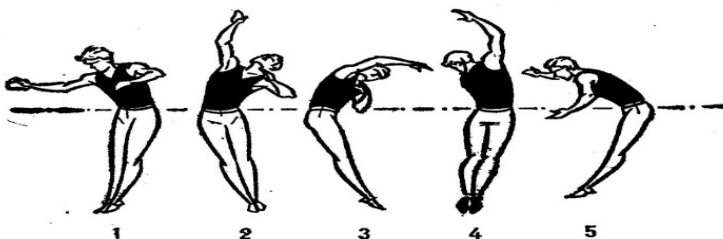
Для подготовки членов сборной к ответственным соревнованиям используются несколько научно-методически обоснованных моделей этапов предсоревновательной подготовки, адаптированных к виду соревнований и индивидуальным особенностям гимнастов. В технологии подготовки к соревнованиям используются специальные недельные микроциклы ("втягивающий", "базовый", "ударный", "ударно-модельный", "восстановительный", "модельный", "контрольно-модельный", "стабилизационный", "настроечный" и "непосредственной подготовки"), в

которых поэтапно моделируются условия предстоящей соревновательной недели, создается оптимальная избыточность и решаются задачи восстановления после тренировочных нагрузок. Установлено, что для создания оптимальной избыточности на предсоревновательных этапах подготовки достаточно в ударно-модельных тренировках превышать параметры объема соревновательной деятельности в 1,5-2 раза. В результате гимнасты к соревнованиям достигают пика спортивной формы (Сучилин, Аркаев. Различное мнение о технике перелетовых упражнений на перекладине можно объяснить отсутствием глубоких исследований их кинематических и динамических характеристиках. А как подчеркивают В.Н.Тихонов (1966, 1971), Л.К.Антонов (1973), Е.М.Аксенов (1974), М.Л.Укран, А.Л.Надыров (1976), В.Н.Афонин (1977) знание биомеханических закономерностей двигательных действий спортсмена – основа для управления тренировочным процессом гимнастов.

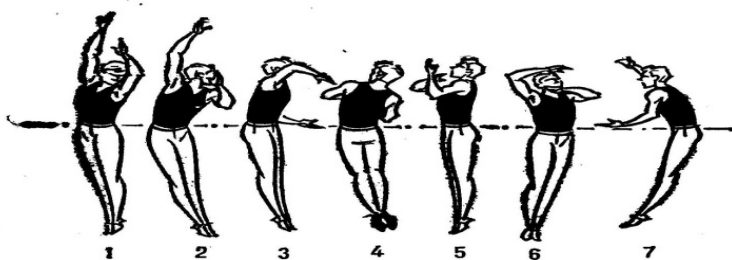
На рисунке 4 представлены контурограммы профильной съемки безопорного периода соскоков с пируэтами с перекладины. При этом вращательное движение вокруг поперечной оси (а точнее, вокруг оси, параллельной грифу перекладины) искусственно исключено. Все пируэты выполняются направо, в котором вращательное движение вокруг продольной оси не задается. В соскоке лет с пируэтом (в отличие от остальных) конусообразные движения в поясничной области выполняются влево, а сам пируэт – направо. Гимнаст из выпрямленного положения переходит в положение прогнувшись, сразу же изгибаясь вправо, а затем, прогибаясь, заканчивает пируэт (схема движения против часовой стрелки: прогиб – изгиб вправо – сгиб-изгиб влево – прогиб). Пируэтное вращение выполняется направо. В остальных соскоках схема просматривается менее четко. На некоторых кадрах тело гимнаста выглядит полностью выпрямленным. Однако это впечатление обманчиво. Тело гимнаста в этот момент хоть и незначительно, но все-таки согнуто в вертикальной плоскости, перпендикулярно плоскости чертежа.



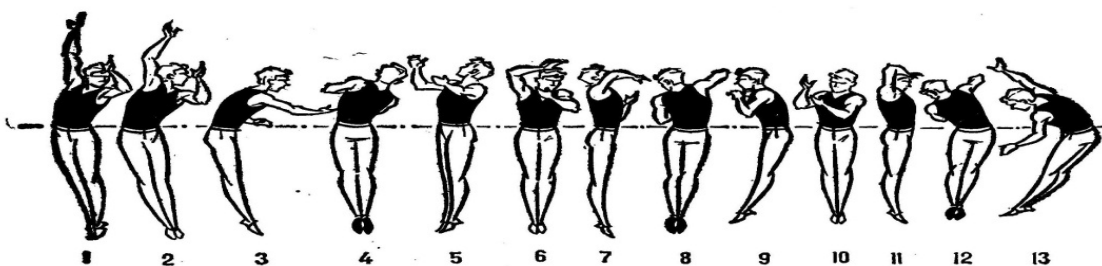
*Лёт с поворотом на 360°*



*Сальто назад сгибаясь и разгибаясь с поворотом на 360°*



*Сальто назад с поворотом на 720°*



*Сальто назад с поворотом на 1080°*

Рис. 4 – Варианты «перелётных» упражнений на перекладине (гимнастика): лет с поворотом на 360°; сальто назад сгибаясь и разгибаясь на 360°; сальто назад с поворотом на 720°; сальто назад с поворотом на 1080°

## 2.2.4 Техника дзюдо

Для системного решения вопроса о взаимосвязи основных технических действий с особенностями исходных положений целесообразно установить основные биомеханические показатели приемов в дзюдо (в данном случае бросков и переводов), принять их как формализованные модели приемов и совместить их с кинематическими цепями, образованными стойками и захватами. В результате можно будет установить, в каких случаях кинематические связи позволяют реализовать модельные характеристики различных бросков и переводов, что явится основой для составления комплексов технико-тактических действий для каждого тактико-технического «блока», обоюдного захвата). Тактика схватки во многом зависит от индивидуально-типологических различий в манере ведения соревновательных поединков, а именно:

1-й- борцы технического типа, которые добиваются победы в основном за счет выполнения амплитудных приемов или комбинаций приемов;

2-й – борцы скоростно-силового типа, которые добиваются победы высокоэффективными одиночными приемами и хорошей защитой;

3-й – борцы темпового типа, которые добиваются победы за счет высокой двигательной активности и темпа движений, а также хорошей защиты;

4-й – борцы «вяжущего» типа, которые добиваются победы за счет намеренного «связывания» активных действий соперника и высокого уровня силовой выносливости, чтобы в нужный момент провести запланированный эффективный прием;

5-й – борцы «универсального» типа, которые практически не имеют слабых мест в физической, технической, тактической и психологической подготовке, грамотно тактически маневрируют и меняют стиль борьбы в зависимости от обстоятельств, заставляют соперника бороться по его правилам ведения схватки;

6-й – борцы типа «плей-оффа», которые добиваются победы после многочисленных ложных приемов и скрытых действий до момента, к которому долго готовятся и терпеливо ждут для проведения неожиданного для соперника эффективного коронного приема.

Каждый тип борца отвечает определенной совокупности расчетных характеристик, а их интегральная выраженность позволяет более точно определить уровень реализации индивидуальных возможностей.

На основе биомеханического анализа техники бросков были составлены формализованные модели, которые послужили основой для составления единой классификации и терминологии техники борьбы дзюдо, которая включает в себя начальных действий, основных действий и

вспомогательных действий. Основные действия делятся на пять разделов, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Классификация техники борьбы стоя

Типы	Броски				Сбивания		Контр броски	Контр сбивания	
	Отворачиванием	Наклоном	Прогибом	Запрокидыванием	Сдергиванием	Стягиванием		Сдергиванием	Стягиванием
Подтипы	Проворачиваясь Отворачиваясь Подворачиваясь	Выхода на одну линию с противником Без выхода на линию противника	С наклоном в 1-й фазе Без наклона в 1-й фазе	Спиной к противнику Боком к противоположному боку противника			Отворачиваясь Наклоняясь Прогибаясь Запрокидываясь		
Классы	Выходом Входом Уходом Скрещиванием	Выходом Подходом	Скрещиванием Входом	Разгибаясь Вращаясь	Прогибаясь Разворачиваясь	Выходом Скрещиванием	Заходом Входом	Входом Уходом Заходом	Скешиванием Разгибаясь Вращаясь Выседом Разворачиваясь
							Подклассы Встречные Однонаправленные (по ходу)	Уходом Скручиванием Входом	Разгибаясь

Каждый тип, подтип и класс приемов по динамической структуре может выполняться следующими способами:

Без воздействия на ноги	С воздействием на ноги руками	С воздействием на ноги ногами	С воздействием на ноги руками и ногами	С предварительным отрывом ноги и последующим воздействием на ногу ногой
Сваливания Через бок, грудь и т.д. Подножки Подъемы Подбивы	Отрывом Через руку Захватом ноги Выхватом Переворотом Выдергиванием	Зацепом Отбивом Отхватом Подхватом Подсадом Подсечкой Через ногу	Зацепом и захватом Отхватом с захватом Выдергиванием с зацепом Отбив через руку Подсад с захватом	Подхват Подножка Отхват Подсечка

Ниже (рис. 5; 6; 7 и 8) в соответствии с классификацией представлены наглядные варианты четырех блоков приемов (бросков) (по А.Ю.Шулику).

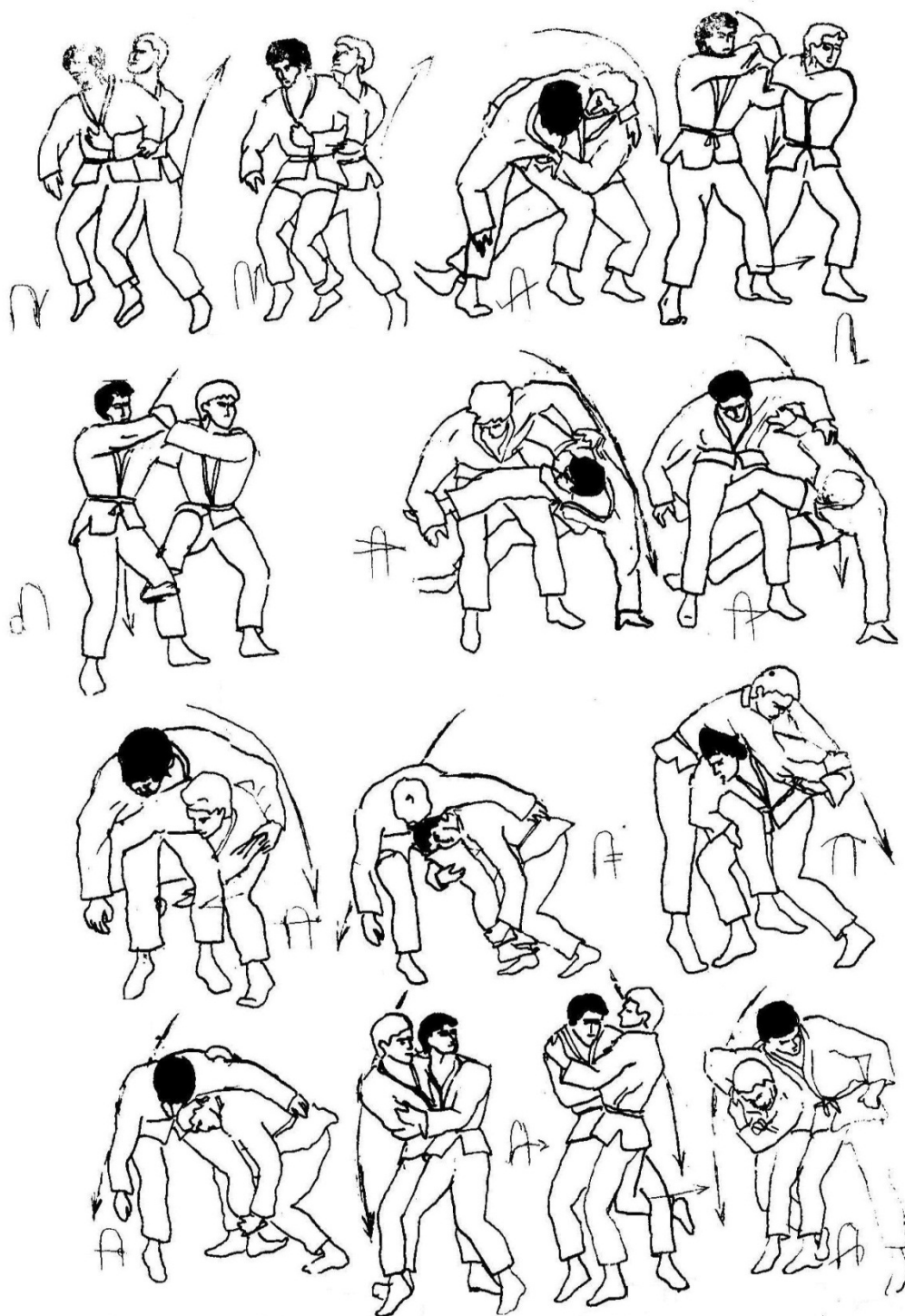


Рис. 5 – Блок приемов (бросков) №1

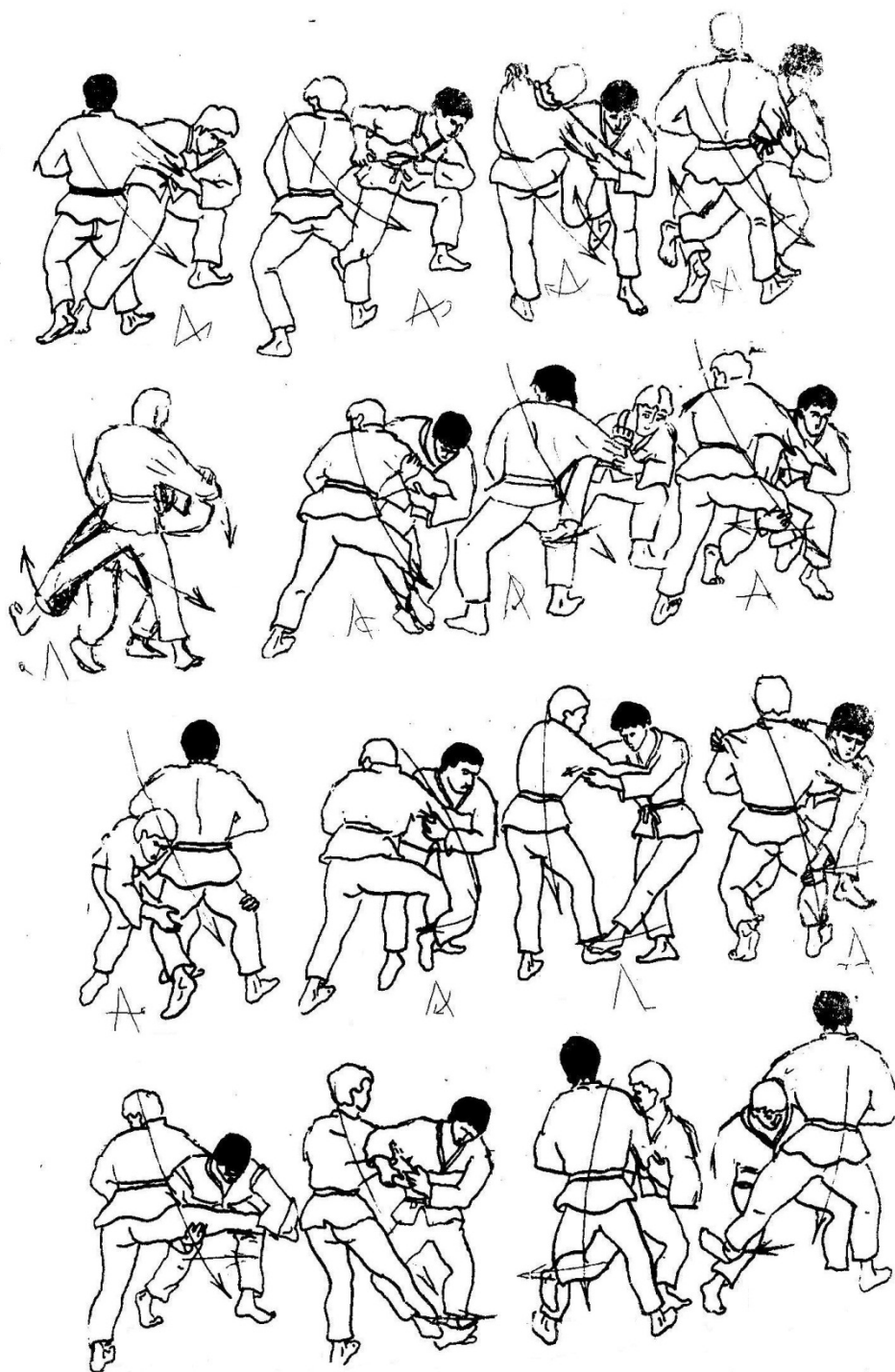


Рис. 6 – Блок приемов (бросков) №2

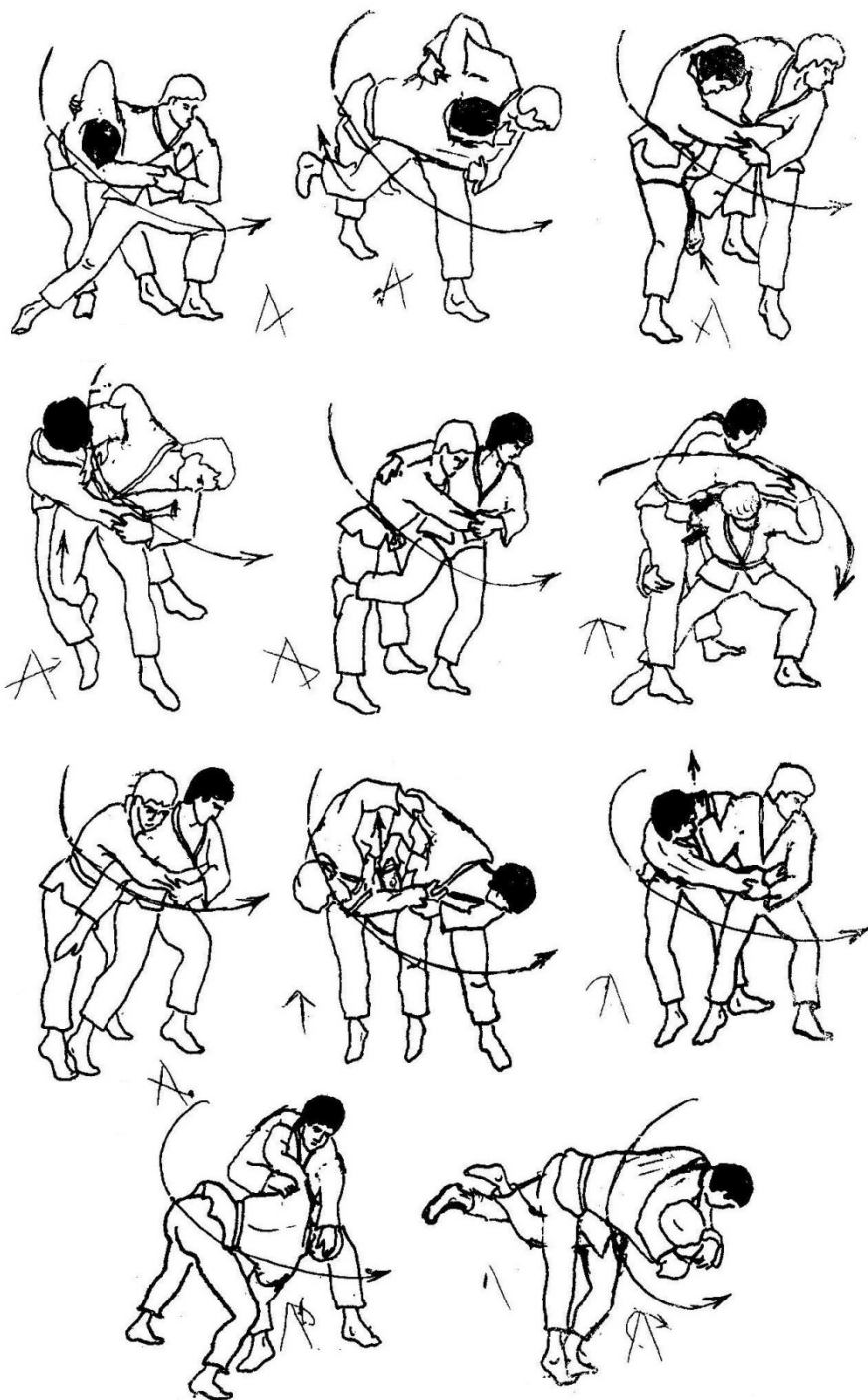


Рис. 7 – Блок приемов (бросков) №3



Рис. 8 – Блок приемов (бросков) №4

В таблице 2 в зависимости от наименования борцовского движения (сгибание и разгибание предплечья, сгибание и разгибание плеча, сгибание и разгибание туловища, сгибание и разгибание бедра) в технических действиях специалистами рекомендованы оптимальные суставные углы, при которых быстрота движений проявляется наилучшим образом.

Таблица 2

Показатели быстроты движений в различных положениях (м/сек)

наименование движений	Суставные углы	$\bar{X}$	P
Сгибание предплечья	0 <sup>0</sup>	6,75	
	45 <sup>0</sup>	6,45	≥0,05
	90 <sup>0</sup>	6,63	≥0,05
Разгибание предплечья	90 <sup>0</sup>	7,54	≥0,05
	при макс. согн.	7,74	
Сгибание плеча	0 <sup>0</sup>	8,11	
	45 <sup>0</sup>	7,91	≥0,05
	90 <sup>0</sup>	8,77	≤0,01
Разгибание плеча	45 <sup>0</sup>	8,24	≤0,05
	90 <sup>0</sup>	7,43	≤0,01
	0 <sup>0</sup>	9,34	
Сгибание туловища	0 <sup>0</sup>	16,51	
	45 <sup>0</sup>	13,62	≤0,01
	90 <sup>0</sup>	15,82	≤0,05
Разгибание туловища	45 <sup>0</sup>	15,47	≤0,01
	90 <sup>0</sup>	9,94	≤0,01
	0 <sup>0</sup>	17,97	
Сгибание бедра	45 <sup>0</sup>	11,08	≥0,05
	0 <sup>0</sup>	10,24	
	90 <sup>0</sup>	12,69	≤0,01
Разгибание бедра	макс. сгиб.	8,97	≥0,05
	90 <sup>0</sup>	8,95	≤0,01
	0 <sup>0</sup>	15,48	

## **2.3. Моделируемые двигательные действия как объекты исследования**

### **2.3.1 Объект исследования - метание молота**

Метание молота относится к скоростно-силовым упражнениям максимальной мощности. Поэтому потенциальные возможности метателей определяет высокий уровень их скоростно-силовой подготовленности, а именно способность к проявлению взрывных усилий максимальной мощности в сравнительно короткий промежуток времени. Под скоростно-силовой подготовкой принято понимать эффективное сочетание средств и методов комплексного воспитания быстроты и силы. В то же время, метатели молота, имея дело с тяжелыми легкоатлетическими снарядами, в своей подготовке значительное время уделяют развитию силы. Используются приседания, наклоны, выпрыгивания с блинами, грифами от штанги, гириями. В силу этого необходимо отметить тесную взаимосвязь между силой мышечных групп с мышечной массой, развитием суставно-связочного и сухожильного аппарата и умением координировать мышечное усилие (внутримышечная координация).

Как показал анализ научно-методической литературы и обобщение практики спортивной работы, силовая и скоростно-силовая подготовка метателей молота проводится преимущественно в формате формирования специфических рациональных силовых соотношений основных мышечных групп нижних конечностей (до 80-85% объема от общей силовой нагрузки), который реализуется однонаправленными средствами (приседания, выпрыгивания с блинами, грифами от штанги, гириями, тяга рывковая, взятие штанги на грудь, бросок ядра вперед и назад, метание гири 16 кг через сторону и др.).

Даже современное конструирование учебно-тренировочного процесса в плане создания системы специальных силовых и скоростно-силовых упражнений для оптимальной межзвеньевой и внутризвеньевой согласованности и формирования силовых способностей с учетом соразмерности доминирующих биодинамических звеньев, касается в основном воспитания силы мышц нижних конечностей.

В то же время, существенная модернизация и новое качественное содержание системы специальных подготовительных упражнений для развития силы мышц должны проводиться с охватом всех без исключения мышц рабочих звеньев двигательного аппарата. К таковым следует добавить такие группы мышц, как мышцы, обслуживающие тазобедренную область, туловище, верхний плечевой пояс и руки.

Традиционное видение физической подготовленности высококвалифицированных метателей молота в контексте достижения контрольного уровня скоростно-силовой подготовленности (на основе

оценки результатов тестовых упражнений, преимущественно силы мышц нижних конечностей), но без учета «позного» характера статико-динамической осанки метателя в основных фазах движения с задачей управления и корректировки движений, не может объяснить логику построения предвосхищающих предыдущие и объясняющих последовательные фазовые движения. Тем более, усилить восприятие техники с последующим осмыслением и запоминанием основных элементов внутренней структуры метания молота.

Речь идет о формировании ключевой «позы» одноопорного периода (так называемая 3 –образная амортизационная «поза» с отклонением тела в противоположную сторону от снаряда), в которой пяточно-носовая часть наружной стороны стопы принимает всю нагрузку на себя. Затем следует переход в период двойной опоры, в которой спортсмен существенно усиливает вращательный момент, обеспечивает равновесие и поступательное продвижение к внутреннему краю сегмента. В финальной части упражнения происходит торможение системы «метатель-снаряд» с последующим бросковым движением, отличающегося достаточностью кинематической амплитуды выброса снаряда и динамической достаточностью приложенных сил к снаряду (по типу «упругой дуги»).

Повышение эффективности разгонной и финальной частей целостного двигательного действия в метании молота связано со способностью метателя использовать гравитационные силы (веса тела как даровой силы) для наращивания (от поворота к повороту) значений импульса силы, максимального усилия и скорости перемещения отдельных звеньев ОЦМТ метателя, в том числе уровня реализации функционального состояния корковых центров.

Эффективная реализация скоростно-силовых способностей спортсмена в основных фазах движения для ускорения перемещения снаряда и финального броска в метании молота зависит от оптимальных сроков и скорости сгибания в суставах опорной ноги в фазе амортизации, величины и характера нарастания динамического усилия в двух опорной фазе, оптимального соответствия во времени начала и последовательности смены поз движения двух и одноопорных положений за счет сгибательно-разгибательных движений в суставах (голеностопный, коленный, тазобедренный) и их одновременного разгибания в финальной части упражнения.

Скоростно-силовая подготовка, применяемая на разных этапах годового цикла, является стимулирующим фактором для показа высоких результатов в метании молота. Вместе с тем, при развитии скоростно-силовых способностей акцентируется внимание на необходимость локального развития определенных групп мышц, сохраняя при этом рабочий тонус на протяжении всего выполнения основного упражнения.

По данным Н.А. Бернштейна, синхронизация активности мионов и произвольное сокращение является одним из механизмов внутримышечной координации на уровне мышечных волокон. Такая синхронизация способствует проявлению абсолютного мышечного потенциала. Многие авторы рассматривают мышечный аппарат спортсмена как взаимосвязанную систему резко возбуждающихся элементов. Разные уровни возбуждения отдельных элементов системы определяют основные особенности межмышечной координации. Последняя достигается упражнениями, которые одновременно развивая двигательные качества, совершенствуют технику, т.е. отвечают принципу сопряженного упражнения. По данным ведущих специалистов эффективность методов специальной силовой тренировки квалифицированных метателей молота в подготовительном периоде во многом зависит от формирования способности к выполнению мощного усилия в финальной части упражнения разгибателями тела с активным участием мышц спины. О ее качественной подготовке можно судить по результатам контрольных испытаний: приседание со штангой на плечах, взятие штанги на грудь и метание ядра назад через голову.

Сила, проявленная в каждом целенаправленном движении, всегда специфична и вместе с тем отражает качественную направленность применяемых для ее развития средств. При выборе принципа стимуляции нервно-мышечного напряжения, равно как и при выборе для его реализации средств и способа применения, необходимо исходить из характера движений в специализируемом упражнении. Это один из самых приоритетных шести принципов специальной физической подготовки, выделенных Ю.В.Верхошанским и И.А.Тер-Ованесяном. В связи с этим надо руководствоваться критериями подбора средств. По мнению Д.М.Илиева следует начинать с определения принципа стимуляции силы. Затем необходимо подобрать наиболее эффективно реализующие его средства и, наконец, определить метод развития силы, т.е. способ выполнения этих средств. При этом, желательно отобрать такие средства, которые одновременно давали бы высокий тренировочный эффект как по форме движения, направлению усилия, так и по режиму работы мышц.

В современной структуре спортивной тренировки рост спортивного мастерства непосредственно обусловлен развитием специфических двигательных качеств спортсмена, применительно к избранному виду спортивной деятельности. По заключению многих специалистов при включении скоростно-силовых упражнений в тренировочный процесс метателей и прыгунов следует ориентироваться на:

- постепенное и последовательное увеличение интенсивности тренирующего воздействия;
- то, что применению скоростно-силовых упражнений должна предшествовать основательная силовая подготовка;

- с целью предупреждения травматизма при использовании скоростно-силовых упражнений необходимо и после них выполнять медленные силовые упражнения в динамическом режиме, а также в статическом режиме избранных одно и двух опорных «поз» четырех поворотов в метании молота.

Оптимальный путь повышения уровня скоростно-силовой подготовленности спортсменов-метателей может быть обеспечен за счет ряда факторов:

- увеличение максимума динамического усилия, проявляемого во всех специальных скоростно-силовых упражнениях;

- существенное увеличение импульса силы в рабочих фазах в упражнениях, выполняемых с метательными снарядами с небольшими, средними и большими отягощениями в структуре метания молота и во вспомогательных упражнениях метательного, прыжкового и бегового характера;

- одновременной работы всех суставов биомеханической цепи, разгоняющей «рабочую точку» (конечная точка кинематической цепи) как в основном упражнении, так и в специально-подготовительных; предельная сила мышц, работающих в этих суставах, а также ускорения в этих суставах значительно выше, чем в отдельных суставах, работающих поочередно;

- сохранение временных характеристик движения в упражнениях с отягощением;

- увеличение градиента силы в упражнениях с отягощением.

Между спортсменами низкой, средней квалификации и спортсменами, достигшего уровня высшего мастерства отмечена существенная разница в общем объеме тренировочной работы с максимальными и субмаксимальными напряжениями (от 6-7% до 17-20%).

Скоростно-силовые качества эффективно развиваются также при использовании упражнений, преимущественно с небольшими отягощениями (порядок 20% от максимума) при сочетании их (для ациклических одноопорных упражнений) с весом до 40% от максимума в отношении 5 : 1.

Построение системы физической подготовки в скоростно-силовых видах спорта в контексте соотношения «сила-быстрота» целесообразно осуществлять в пользу второго компонента (быстрота). Экспериментальными исследованиями А.П.Бондарчука показано, что более выгодно, когда второй компонент (быстрота) преобладает над первым и менее результативно соотношение, направленное в сторону силовых способностей. Атлеты, обладающие высоким уровнем развития быстроты более перспективны в росте спортивных результатов. Однако присутствие в планах подготовки силовых упражнений необходимо по многим причинам. Ведь только при увеличении веса отягощения и быстроты перемещения груза повышается степень мышечного напряжения и, следовательно, уровень развития силы.

В этих условиях выполнения упражнений предварительно растянутая до оптимальной степени мышца сокращается сильнее и быстрее. Именно эластичные свойства мышцы способствуют проявлению большей силы и двигательных качеств.

По мнению Ю.В. Верхошанского путь совершенствования мобилизационных способностей организма спортсмена путем поднимания предельного и около предельного веса обязательно приведет спортсмена к повышению его специальной работоспособности, выражающейся в умении развивать кратковременные усилия большой мощности. При этом, возможен также путь прогрессивно возрастающего сопротивления, когда прирост мышечной массы не стоит на первом месте. Этот вариант приемлем для спортсменов с выраженными индивидуальными особенностями в проявлении быстроты и силы или в связи с изменившимися задачами специальной силовой подготовки.

Результаты исследований специалистов показали, что исключение силовых упражнений из тренировок метателей уже через месяц приводит к снижению показателей метательных упражнений. Силовые упражнения со штангой и другими отягощениями рекомендуется применять наравне с метательными упражнениями как основные средства бросковой подготовки. Вместе с тем, в тренировке метателей в оптимальном объеме должны использоваться упражнения динамического характера - с меньшим весом отягощения.

Эффективным средством специальной силовой подготовки метателей являются упражнения с изменением условий их выполнения, когда целесообразно избирательно тренировать мышцы нижних и верхних конечностей, туловища в различных режимах их работы. Примерами упражнений в уступающем режиме могут служить упражнения с повышенной нагрузкой в фазе амортизации: упражнения с большим весом, прыжки в глубину, специальные упражнения с весами и гириями и др.

Ряд авторов считает, что также целесообразно использовать упражнения в преодолевающем режиме: вставание со штангой, взятие на грудь, с гириями, прыжковые упражнения.

Особенно большое значение имеют координационные упражнения с быстрым переходом с уступающего режима работы на преодолевающий. Это специальные упражнения, направленные на совершенствование координации работы нижних конечностей в сочетании с работой мышц верхних конечностей и туловища (броски ядра снизу вперед и назад через голову).

Следует уделять должное внимание и подбору специальных упражнений с целью укрепления мышечных групп, принимающих на себя основную нагрузку в метаниях. Поэтому все эти упражнения должны подбираться с учетом принципа сопряженного воздействия в соответствии со

структурой движений и режимами меняющихся усилий в момент одноопорных и двух опорных фаз и финального усилия.

Вместе с тем, при разработке и обосновании методов развития силы не должно быть чрезмерного увеличения структурным соответствиям тренировочных средств специальному упражнению. Формальное понимание принципа динамического соответствия может неоправданно сузить круг тренировочных средств и тем самым исказить идею этого принципа, которая заключается не в буквальном копировании в тренировке движений специализируемого упражнения, а в подборе определенного круга средств, соответствующих последнему по наиболее важным двигательным характеристикам и в направленном совершенствовании их путем создания таких условий, в которых они получают возможность неуклонно развиваться.

В частности, Ю.В. Верхошанским, А.П.Бондарчуком отмечается, что рывок штанги или взятие штанги на грудь имеют в этом смысле значительно меньшее сходство с любым видом метания или прыжков, но воспитывают способность к концентрации волевого усилия к проявлению силы взрывного характера, к быстрому расслаблению мышц после максимального напряжения и следующего за расслаблением мощного повторного напряжения. А такие качества нервно-мышечного аппарата свойственны в полной мере метателю или прыгуну.

Базисная основа, на котором держится весь организм метателя – это позвоночник, очень гибкий и эластичный аппарат. Он обладает упругостью за счет дисков, расположенных между позвонками, особенно за счет хрящевых дисков (1/4 часть длины позвоночника), которые увеличивают его длину и подвижность. Диски, в силу своего строения, служат главным амортизатором при вертикальных давлениях сверху и толчках снизу. В целом, позвоночный столб – очень хрупкая конструкция, особенно при давлениях сверху, когда метатель нагружает позвоночный столб большими отягощениями. Это сплющивает диски между позвонками, меняет их форму, толщину, что при чрезмерной нагрузке весом создает предпосылки для хронических травматических явлений. Надежность позвоночника при таких силовых нагрузках обеспечивает «мышечный корсет», укрепляющий позвоночник. В противном случае межпозвоночный диск становится «слабым звеном», так как неправильно подобранные упражнения и чрезмерный вес отягощений мешает межпозвоночному диску всасывать питательную жидкость и способствует его «высыханию». Это приводит к тому, что верхняя часть позвонка теряет подвижность и весь этот сегмент становится неповоротливым. Конечный негативный результат – так называемая «жесткая спина», а это мешает правильному функционированию позвоночника. Обезопасить этот процесс возможно с помощью методического приема чередования напряжения с сиюминутным

последующим расслаблением работающего участка мышц. Очень полезны следующие действия:

1. Массаж закрепощенных мышц спины и шеи (в том числе с помощью специальных массажерных приборов);

2. Растяжка после каждой тренировки для освобождения дисков и выходящих нервных путей;

3. Висы (в том числе и головой вниз) пассивные и активные (с поворотными), а также с выполнением метательных движений со снарядами и с принудительной тягой партера за ступни ног или с использованием гравитационных сил (вес собственного тела);

4. Использование специальных упражнений в висе на перекладине в виде «скручивающих» движений.

В отношении силового развития нижних конечностей целевые критерии успешности избранных упражнений и их направленности воздействия должны иметь четкую ориентировочную основу – все нагрузки в основном должны быть направлены на укрепление сухожильной части, а не на работу мышечной части. В занятиях обычно недостаточно упражнений на сопротивление давлению, поэтому тренировки сухожилий и связок становится реальной при уходе от обычного динамического режима (сгибание-разгибание). Для сухожилий нужны режимы нагрузок, создающие напряжения в больше мере на удержание и сопротивление.

Особенно это касается нижнего звена ног – стопы, в которой 26 костей, скрепленных в единую массу. На ее мелком пространстве естественно огромное количество связок и сухожилий, в основном страдающих от нагрузок. Чаще травмируется ахиллово сухожилие, но в больше мере слабеют и переутомляются сухожилия для подошвенного сгибания пальцев. Длинная связка на подошве не случайно может выдержать напряжение на растягивание до 400-500 кг.

Надо осмыслить с позиции выбора путей упражняемости, что стопа есть главная опора и рычаг для сохранения устойчивости нашего тела и возможности передвижения (прямолинейное и вращательное движение, особенно при выполнении одно опорных фаз в поворотах с молотом). Стопа работает в основном как амортизатор, а колено смягчает идущее усилие своим сопротивлением сгибанию.

С позиции техники метания молота следует выделить следующие направления в тренировке стопы:

1. Развитие подошвенных сгибателей пальцев играет огромную роль, так как их усилия передаются через расположенный «высоко» голеностопный сустав, в котором есть таранное и под таранное сочленения;

2. Таранная и пяточная кости, по сути, образуют еще «сустав над стопой», так называемую пирамиду из небольших по площади сочленений.

С учетом пяточно-носового способа передвижения метателя по кругу-вперед этот момент приобретает особо важное значение в силовой подготовке стопы. Поэтому следует дифференцировать силовую подготовку стопы в двух зонах упражняемости (1 зона – подошвенных сгибателей пальцев – амортизационные свойства подошвенного свода стопы и 2 зона – пяточной кости и таранно-пяточной межкостной связки – «упоровые свойства» стопы в контексте укрепления сустава над стопой – «пирамиды»). Это своеобразный «рычаг» выступает в качестве пассивной опоры, особенно в области поперечных зон стопы и вокруг мелких связок и разных сухожилий.

В.В.Кузнецов обосновал следующие методические положения специальной скоростно-силовой подготовки в видах легкой атлетики:

а) совершенствование внутримышечной координации по мере роста квалификации спортсмена происходит только тогда, когда он преодолевает сопротивления, равные соревновательным и больше, с интенсивностью около предельной и выше;

б) совершенствование межмышечной координации будет происходить только при преодолении сопротивления, равного соревновательному или меньше его, с около предельной интенсивностью и выше, при обязательном сохранении специфической амплитуды движения.

Вместе с тем, внедрение в практику упражнений, акцентирующих сочетание уступающего и преодолевающего характера работы мышц при динамическом режиме и их разновидностей, а также сочетание статического и динамического режимов открывают принципиально новые эффективные пути повышения силового и скоростно-силового потенциала у спортсменов, уже обладающих высоким уровнем физической подготовленности. Повышение степени утилизации связано с применением глобальных и региональных специальных упражнений с сопротивлениями соревновательного веса, больше или меньше его в пределах, позволяющих сохранять специфическую динамическую структуру движения и спортивного упражнения.

В целом, анализируя мнения авторов по организации специальной силовой подготовки метателей, можно сделать следующие выводы:

1. Развитие скоростно-силовых способностей происходит до тех пор пока тренировочное средство выполняется на высокой скорости и качественно. Поэтому подготовка метателя должна иметь подчеркнuto выраженный мощностный характер.

2. Подбор упражнений будет правильным, если метатель может (в состоянии) технически правильно выполнять задание с определенной скоростью, при высоком темпе повторений в каждом подходе. Изменение интенсивности в силовых упражнениях возможно путем дифференциации величины сопротивления, темпа движений и пауз отдыха. Следует

учитывать, что тренировка на пониженном уровне интенсивности не мобилизует в должной степени деятельность нервно-мышечного аппарата.

3. Тренировка быстрой, взрывной силы имеет важную особенность перед другими видами подготовки метателей, так как здесь первостепенное значение имеют состояние оптимальности и подвижности нервных процессов. Важно точно определить состояние нервно-мышечного аппарата при работе с отягощениями, когда акцент тренировки смещается в сторону развития силовой выносливости.

4. Модификация структуры локально-избирательных упражнений силовой направленности позволяет одновременно воздействовать на улучшение как всего комплекса силовых соотношений мышц, адекватных структуре двигательного действия в метании, так и силовых соотношений мышц на уровне звеньев нижних и верхних конечностей, туловища. Вектором направленности специальной силовой подготовки является не столько достижение высокого уровня моторного потенциала мышц нижних и верхних конечностей вообще, сколько локальная проработка (в плане конвергентности развития сгибателей и разгибателей) всех участвующих мышц с учетом режимов работы по фазам соревновательного упражнения.

Поиск новых путей и не использованных резервов в организации тренировочного процесса метателей происходит не за счет увеличения нагрузок, а за счет повышения эффективности ее содержания и организации.

Учитывается фактор, что у спортсменов высокой квалификации тренировочная нагрузка по своему содержанию и объему носит сугубо индивидуальный характер, но в то же время индивидуальность может быть выражена только в рамках общих закономерностей, которые определяют наиболее рациональные формы построения тренировки. В структуре годового цикла существуют два этапа: осенне-зимний (период накопления потенциала) и весенне-летний (период реализации возможностей). На первом – преобладает скоростно-силовая тренировка со штангой, а среди средств бросковой направленности – нормальные и утяжеленные снаряды. На втором (с мая) - объемы нагрузок со штангой и отягощениями уменьшаются, а объемы с нормальными и облегченными снарядами – увеличиваются. В этой связи, распределение частных объемов основных тренировочных средств по этапам подготовки (в % от общего объема за год) носит специфический и разнонаправленный характер. Различия возникают также у спортсменов различной квалификации (МСМК, МС, КМС). Среди основных средств специальной подготовки выделим 8 групп физических упражнений (4 из них средства бросковой подготовки и 4 – средства специальной силовой подготовки скоростно-силовой направленности).

Анализ графического выражения распределения объема тренировочной нагрузки в годовом цикле (по месяцам) позволяет выделить общую тенденцию и направленность специальной подготовки, характерной для

периода накопления потенциала и периода реализации возможностей (по А.Н.Свирину, 2008). Данный способ моделирования и коррекции тренировочных нагрузок технической направленности был использован нами в формирующем педагогическом эксперименте (глава четвертая).

Общеизвестно, что техническая подготовка метателя молота в контексте эффективности перевода вращательных движений в угловую скорость выпуска снаряда и минимизации потерь кинематической энергии в финальном усилии во многом обусловлена функциональной специализацией двигательного аппарата и целесообразной последовательностью управляющих движений спортсмена в суставах. В большей степени страдает поясничный отдел позвоночника, через который проходит «упругая дуга» - динамическая поза метателя в пяточно-носовом перекате с трехосевым напряжением, наиболее важная для ускорения перемещения снаряда по дуге с последующим выталкиванием и торможением в финальном усилии.

Для оценки технической подготовленности метателей молота специалистами предлагаются также параметры, как :

- граница колебания ЦТГ в вертикальной плоскости во время поворотов;
- скорость перемещения ЦТГ во время одно опорной фазы первого, второго, третьего и четвертого поворотов;
- скорость движения молота в первом, втором, третьем и четвертом поворотах;
- скорость движения молота в финальном усилии.

При обосновании методологии исследования следует учесть то, что любое спортивное движение представляет собой сочетание факторов различной природы. Так, следуя установке В.Т. Назарова, необходимо иметь в виду, что цель двигательного действия сначала возникает в психологической сфере. Затем, при принятии решения на выполнение двигательного действия, происходит упорядочение физиологических функций организма, в результате которого происходит соответствующее напряжение соответствующих мышечных групп. И, наконец, непосредственное достижение цели осуществляется в рамках пространственных координат. Здесь действия мышечных групп вызывают суставные движения и соответствующие изменения позы, которые, в свою очередь, обеспечивают перемещение тела человека в пространстве и достижение цели двигательного действия. Такой подход к определению закономерностей техники физических упражнений соответствует основополагающим концепциям и позволяет более четко определить круг решаемых в ходе исследования двигательных задач.

Техника метания молота у различных атлетов имеет индивидуальные особенности, что обуславливает разброс пространственно-временных характеристик, как в процессе выполнения подготовительных действий, так

и непосредственно в момент вылета спортивного снаряда. Изменяется временной интервал всего цикла метания молота и сравнить биомеханические параметры движения различных атлетов по времени, как аргументу движения, не представляется возможным.

Один из способов сопоставления технического мастерства атлетов заключается в инвариантной замене времени, как аргумента движения, другой независимой переменной. Такой переменной может стать определенный структурный компонент техники метания молота, эволюция которого рассматривается не во временных координатах, а в пространственных.

После выяснения структурных составляющих метания молота необходимо выяснить возможность использования результатов биомеханического исследования в педагогическом процессе обучения или совершенствования двигательного действия. Такая задача может быть решена в ходе педагогического эксперимента. Здесь может быть эффективно использован педагогический эксперимент в классическом понимании, с формированием экспериментальной и контрольной групп испытуемых.

Для получения массива основных характеристик техники метания молота нами (А.Шахдади, Е.А.Масловский, В.И.Загревский) была использована видеосъемка соревновательного упражнения.

Так как одним из направлений исследования техники метания молота являлся биомеханический анализ двигательных действий по материалам оптической регистрации движений, то в качестве одного из инструментальных методов исследований мы выбрали видеосъемку соревновательного упражнения в исполнении спортсменов высшей квалификации. Видеосъемка выполнялась серийной видеокамерой Canon SD750 с частотой 60 кадров в секунду в трех плоскостях, в соответствии с требованиями, принятыми и регламентированными в биомеханических исследованиях. Видеосъемка спортсменов по метанию молота проводилась в Стайках (07.06.2008 г., 29.06.2008 г, 19.07.2008 г, 27.07.2008 г), в г. Гродно (09.07.2008 г).

В настоящее время методика компьютерной обработки результатов видеосъемки еще не нашла должного освещения в специальной литературе и поэтому в нашей работе мы ориентировались на исследования В.И. Загревского, Д.А. Лавшука. В работах авторов показана возможность использования средств компьютерной техники для обработки результатов видеосъемки соревновательных упражнений.

В дальнейшем была применена компьютерная обработка материалов видеосъемки.

Каждый видеокادر можно сохранить в отдельном файле на компьютере. Затем с помощью специальных программ – редакторов изображений – возможен просмотр, модификация, распечатка кадров на бумаге. В своих исследованиях мы пользовались платой miroVIDEO DC-10. Для перезаписи видеоинформации в память компьютера необходимо подключить видеоманитофон к плате видеозахвата. Создание компьютерного видеофайла обеспечивает программа Video Capture. Для ее запуска необходимо выбрать в меню Windows раздел «Программы», далее – раздел «Ulead MediaStudio VE 2.5», далее – «Video Capture». На экран монитора отображается рабочее окно программы (рис. 9).



Рис. 9 – Рабочее окно программы Video Capture

Окно программы отображает видеозапись с магнитной ленты, выступает в роли дисплея для видеоманитофона. Благодаря этому можно найти необходимый для оцифровки участок видеозаписи (приложение Д).

Для формирования оцифрованного файла на диске компьютера необходимо войти в меню программы «Capture» (рис. 10), затем выбрать опцию «Video...»

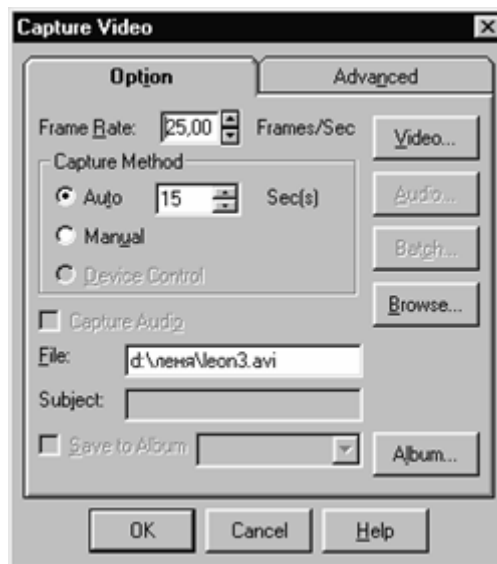


Рис. 10 – Окно настройки параметров видеозахвата

Появившееся диалоговое окно позволяет настроить и запустить процедуру видеозахвата. Настроить частоту оцифровки кадров позволяет поле «Frame Rate». Стандарт видеосъемки в системе PAL – 60 кадров в секунду. Данное значение можно уменьшить, но для более качественной оцифровки изображения рекомендуется это значение. Следующее поле – «Capture Method» («Метод захвата»). Возможен захват видеоданных в автоматическом режиме, через установку времени продолжительности захвата. В этом случае захват видео осуществляется с указанной ранее частотой в течение введенного нами времени захвата в секундах. Для выбора данного режима необходимо, чтобы была выбрана радиокнопка «Auto». После установки параметров видеозахвата нажимается кнопка «Ok». Программа выводит (рис. 11) следующее диалоговое окно:

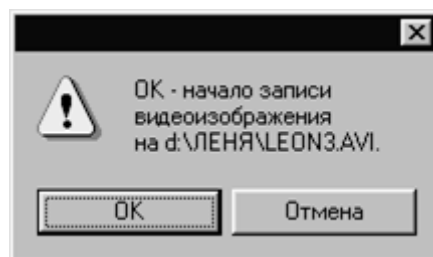


Рис. 11 – Диалоговое окно, управляющее началом видеозахвата

То есть программа готова к захвату видео и просит пользователя точно указать момент начала захвата. После нажатия на кнопку «ОК» программа в течение заданного ранее промежутка времени будет копировать видеоданные на жесткий диск компьютера.

После создания компьютерного файла с видеоданными магнитофон можно отключить, а программу «Video Capture» закрыть, выбрав в меню «File» команду «Exit».

Созданный компьютерный видеофайл используется в дальнейшем для получения промера упражнения, что можно осуществить с помощью традиционно используемых графических редакторов.

Компьютерное моделирование как метод решения нетривиальных задач, рассматривался и применялся нами в контексте высказывания А.К. Гулятьева о том, что: «компьютерное моделирование – это математическое моделирование с использованием средств вычислительной техники».

В этом же источнике находим, что: «**Моделирование** – это замещение исследуемого объекта (оригинала) его условным образом или другим объектом (моделью) и изучение свойств оригинала путем исследования свойств модели». И здесь же отмечается: «**Математическая модель** – представляет собой формализованное описание системы (или операции с помощью некоторого абстрактного языка, например в виде совокупности математических соотношений или схемы алгоритма)». Автор выделяет два основных подхода к построению модели: аналитическое и имитационное. В соответствии с этими двумя подходами выделяются две группы математических моделей: аналитические и имитационные.

Нами использовались аналитические модели, а их практическая эксплуатация осуществлялась на основе компьютерного моделирования с использованием разработанной нами компьютерной программы «Аналитические модели».

Существующие методы аналитического способа определения координат общего центра масс неразветвленной биомеханической системы сопряжены с большим объемом вычислительных операций и со значительными погрешностями определения на промере упражнения координат маркеров, что существенно снижает точность вычислений.

В разработанной нами экспериментально-аналитической методике определения координат ОЦМ семизвенной модели тела человека, для повышения точности определения искомой биомеханической характеристики и уменьшения времени расчетных операций, используются экспериментально определяемые коэффициенты, позволяющие вычислять

положение ОЦМ тела спортсмена при произвольных значениях обобщенных координат. В этом же приложении приводится и формульная запись расчетной модели по определению горизонтальной и вертикальной составляющих линейной скорости ОЦМ биомеханической системы.

Распространение экспериментальных данных, полученных на 7-звенной модели опорно-двигательного аппарата тела человека, на 14-звенную модель осуществляется при условии симметричности парных конечностей.

Особому вниманию в исследованиях придавалось методу инвариантной замены аргумента движения.

На начальном этапе исследований было выяснено, что сравнительный анализ технического мастерства метателей молота по стандартной схеме биомеханического анализа не приводит к положительным результатам, так как, несмотря на однотипный компонентный состав технических действий спортсменов, длительность выполнения их различна. Это не позволяет использовать биомеханические характеристики движений в качестве адекватных единиц сравнения. Поэтому было выдвинуто предположение о том, что замена времени, как аргумента движения, на инвариантную ей характеристику даст возможность провести сравнительный биомеханический анализ метания молота различных атлетов. Приведение системы отсчета к структурным группам компонентов метания молота привело к положительным результатам и дало возможность практической реализации цели диссертационного исследования.

Метод инвариантной замены аргумента движения изложен в приложении Г, в котором описываются и структурные компоненты метания молота, которые принимались за независимые переменные.

Затем был проведен расчет биомеханических характеристик метания молота.

Данные о биомеханических характеристиках исследуемых движений были получены с использованием расчетных моделей анализа движений биомеханических систем. С этой целью рассматривалась четырнадцатизвенная разветвленная модель опорно-двигательного аппарата тела человека (рис. 12).

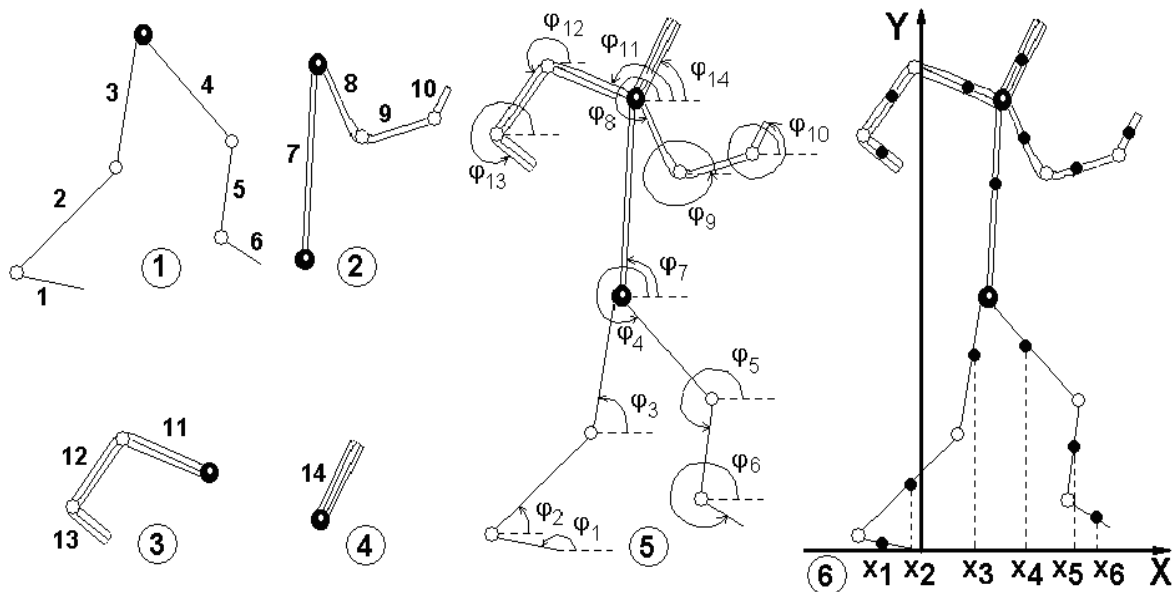


Рис. 12 – Кинематическая схема четырнадцатизвенной модели опорно-двигательного аппарата человека.

В принятой модели: стопа опорной ноги – первое звено, голень опорной ноги – второе звено, бедро опорной ноги – третье звено и т.д. С помощью данной модели можно исследовать кинематику и динамику движений спортсмена в условиях опоры. В процессе выполнения упражнений спортсмен не теряет контакта с опорой, к примеру, с плоскостью круга для метания молота. Поэтому расположим стопы ног спортсмена в начале неподвижной системы координат  $Oxy$ , а ее, в свою очередь, совместим с внешней системой отсчета.

На принятую модель наложены ограничения:

1. Звенья тела человека и гриф перекладины считаются абсолютно твердыми телами.
2. Суставы, посредством которых звенья тела человека соединяются друг с другом, моделируются цилиндрическими шарнирами.
3. Трение в шарнирах отсутствует.
4. Центры масс звеньев модели расположены на прямой, соединяющей их оси вращения в шарнирах (на продольной оси звена).

Для модели с произвольным количеством звеньев биосистемы введем буквенную индексацию для обозначения номера звена. Окончательно имеем:  $L_i$  – длина  $i$ -го звена;  $S_i$  – расстояние от оси вращения  $i$ -го звена до его центра масс;  $\varphi_i$  – угол наклона  $i$ -го звена к оси  $Ox$  (обобщенные координаты  $i$ -го звена);  $i$  – буквенный индекс, используемый для обозначения номера

звена ( $i=1, 2, \dots, N$ );  $N$  – количество звеньев модели.

В кинематическом анализе движений биомеханических систем необходимы сведения и о пространственно-временных характеристиках: угловых скоростях и угловых ускорениях звеньев тела спортсмена. Соответственно, для  $N$ -звенной модели биомеханической системы имеем:  $\dot{\varphi}_i$  – угловая скорость  $i$ -го звена;  $\ddot{\varphi}_i$  – угловое ускорение  $i$ -го звена.

В связи с тем, что за обобщенные координаты биомеханической системы приняты  $\varphi_i$ , то  $\dot{\varphi}_i$  и  $\ddot{\varphi}_i$  соответственно будут обозначать обобщенную скорость и обобщенное ускорение  $i$ -го звена.

Для обозначения масс-инерционных характеристик рассматриваемой трехзвенной модели опорно-двигательного аппарата тела спортсмена введем следующие идентификаторы:  $P_i$  – вес  $i$ -го звена;  $m_i$  – масса  $i$ -го звена;  $J_i$  – центральный момент инерции  $i$ -го звена.

**Координаты центра масс звеньев тела человека и суставов** определились из уравнений связи. Для многозвенной модели биомеханической системы формулы по определению *координат центра масс звеньев* тела человека имеют вид

$$\begin{aligned} X_{c_i} &= S_i \cos Q_i + \sum_{j=1}^{i-1} L_j \cos Q_j ; & Y_{c_i} &= S_i \sin Q_i + \sum_{j=1}^{i-1} L_j \sin Q_j ; \\ & & i &= 1, 2, 3, \dots, N, \end{aligned} \quad (2.1)$$

где  $i$  - номер звена модели,  $X_{c_i}$  - координата центра масс  $i$ -го звена по оси абсцисс,  $Y_{c_i}$  - координата центра масс  $i$ -го звена по оси ординат,  $N$  - количество звеньев модели.

Из уравнений связи для  $N$ -звенной модели получим следующие выражения, определяющие *координаты суставов звеньев* тела человека

$$\begin{aligned} X_{o_i} &= \sum_{j=1}^i L_j \cos Q_j ; & Y_{o_i} &= \sum_{j=1}^i L_j \sin Q_j ; \\ & & i &= 1, 2, 3, \dots, N. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Здесь  $X_{o_i}$  - координата дистального шарнира для  $i$ -го звена по оси  $Ox$ ,  $Y_{o_i}$  - координата дистального шарнира для  $i$ -го звена по оси  $Oy$ .

**Определение линейной скорости и ускорения точки по материалам оптической регистрации движений.** Линейная скорость суставов и центра масс звеньев тела определялась методом численного дифференцирования (рис. 13) по результатам выполнения промера.

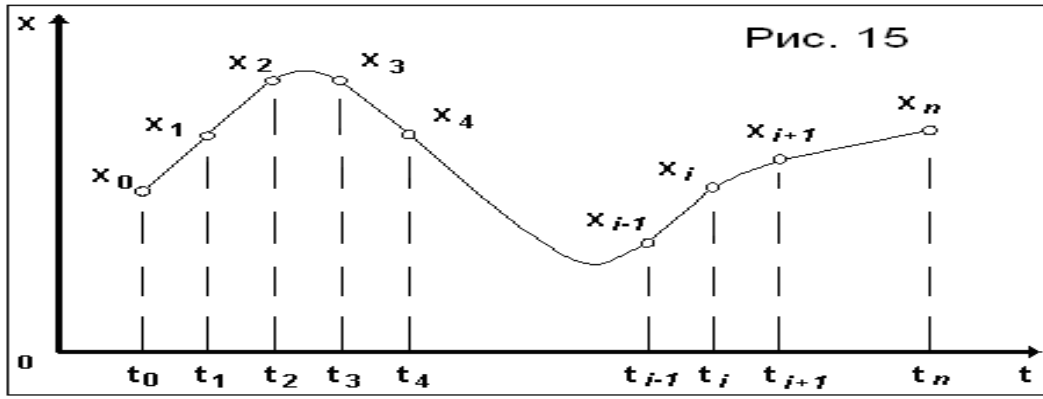


Рис.13 – Узлы ( $t_i$ ) и значения ( $X_i$ ) табулируемой функции

Первая и вторая производная линейных координат по времени, заданных в табличном виде, для каждого  $i$ -го номера кинокадра определялись из симметричных конечно-разностных отношений по значениям функции  $X_{i-1}$ ,  $X_i$ ,  $X_{i+1}$

$$\dot{X}_i = \frac{(X_{i+1} - X_{i-1}))}{2h}, \quad \ddot{X}_i = \frac{(X_{i-1} - 2X_i + X_{i+1}))}{h^2}, \quad (2.3)$$

где  $\dot{X}_i$ ,  $\ddot{X}_i$  - приближенные значения первой и второй производной линейных координат точки по оси  $Ox$  в момент времени  $t = t_i$ ;  $i$  - номер кинокадра;  $h$  - интервал времени между двумя ближайшими кинокадрами, определяемый как  $1/K$ , где  $K$  - частота кино съемки.

Так как для первого (1) и последнего ( $n$ ) кадра определить линейную скорость и ускорение, используя формулы (см. 2.3), невозможно, то в этом случае применялись формулы Милна

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= \frac{(-X_3 + 4X_2 - 3X_1)}{2h}, & \dot{X}_n &= \frac{(3X_n - 4X_{n-1} + X_{n-2})}{h^2}. \\ \ddot{X}_1 &= \frac{(-\dot{X}_3 + 4\dot{X}_2 - 3\dot{X}_1)}{2h}, & \ddot{X}_n &= \frac{(3\dot{X}_n - 4\dot{X}_{n-1} + \dot{X}_{n-2})}{h^2}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Первая и вторая производные линейных координат по времени для произвольной точки по оси  $Oy$ , заданных в табличном виде, определяются аналогичным образом.

Линейную скорость суставов звеньев тела можно определить из уравнений координат суставов (2.2), продифференцировав их по времени

$$\dot{X}_i = -\sum_{j=1}^i L_j \dot{Q}_j \sin Q_j ; \quad \dot{Y}_i = \sum_{j=1}^i L_j \dot{Q}_j \cos Q_j . \quad (2.5)$$

Для  $N$ -звенной модели формулы, определяющие линейное ускорение оси дистального шарнира  $i$ -го звена, будут иметь вид

$$\ddot{X}_i = \sum_{j=1}^i -L_j \ddot{Q}_j \sin Q_j - \sum_{j=1}^i L_j \dot{Q}_j^2 \cos Q_j ; \quad \ddot{Y}_i = \sum_{j=1}^i L_j \ddot{Q}_j \cos Q_j - \sum_{j=1}^i L_j \dot{Q}_j^2 \sin Q_j . \quad (2.6)$$

**Угловая скорость и ускорение звеньев тела.** Первая и вторая производная от обобщенных координат (углы наклона звеньев биомеханической системы к оси  $Ox$ ) по времени, заданных в табличном виде, определялись из симметричных конечно-разностных отношений

$$\dot{\varphi}_i = \frac{\varphi_{i+1} - \varphi_{i-1}}{2h}, \quad \ddot{\varphi}_i = \frac{\varphi_{i-1} - 2\varphi_i + \varphi_{i+1}}{h^2}, \quad (2.7)$$

где  $\dot{\varphi}_i$ ,  $\ddot{\varphi}_i$ - приближенные значения первой и второй производной от обобщенных координат  $\varphi_i$  по времени в момент времени  $t = t_i$ ;  $i$  – номер кинокадра.

Учитывая, что в механике угловая скорость измеряется в рад/с, формулы для определения угловой скорости и ускорения звеньев тела на основании равенств (2.7) примут вид

$$\dot{\varphi}_i = \frac{\pi(\varphi_{i+1} - \varphi_{i-1})}{360h}, \quad \ddot{\varphi}_i = \frac{\pi(\varphi_{i-1} - 2\varphi_i + \varphi_{i+1})}{180h^2} ., \quad (2.8)$$

где  $\pi$  - символ числа "пи". Используется для перевода градусных единиц измерения в радианы. Для первой и конечной точки траектории угловая скорость и угловое ускорение звеньев тела спортсмена вычислялись по формулам Милна.

**Для более детального анализа выделим биомеханические характеристики метания молота, характерные для спортсменов высокой квалификации.**

**Ритмическая структура предварительного раскручивания и оборотов молота.** Для определения ритмической структуры в соревновательном упражнении метателей молота рассматривались временные характеристики отдельных фаз целостного движения и их

соотношения по длительности выполнения. Полученные результаты послужили основанием для разработки математических моделей длительности структурных компонентов и ритмической структуры метания молота. Математические модели строилась по биомеханическим характеристикам движений, определенным для всей группы испытуемых.

**Временная структура движений в различных компонентах метания молота.** Временная структура движений в различных компонентах метания молота различается у спортсменов по многим параметрам. Так выявлено, что временной диапазон первого предварительного раскручивания молота находится в пределах от 1,63 с до 2,23 с (рис. 14). Среднее арифметическое рассматриваемого показателя равно 1,92 с. Во втором раскручивании молота его угловая скорость постепенно увеличивается, что приводит к сокращению времени всего второго цикла движения до 1,30 с (рис. 15). По сравнению с первым циклом движения время раскручивания молота уменьшилось на 0,62 с, что довольно существенно. Наименьшее значение рассматриваемого показателя равно 1,07 с. Наибольшее время полного цикла раскручивания соответственно составляет 1,93 с. Размах колебаний времени исполнения этой части метания молота равно 0,86 с, что значительно больше, чем в первом цикле раскручивания (0,50 с).

Без рассмотрения управляющих вращательных движений спортсмена, при подготовке к финальному броску, выясним временную структуру движения молота в пространственной системе отсчета, приняв за один оборот молота поворот его радиус-вектора на  $360^{\circ}$ .

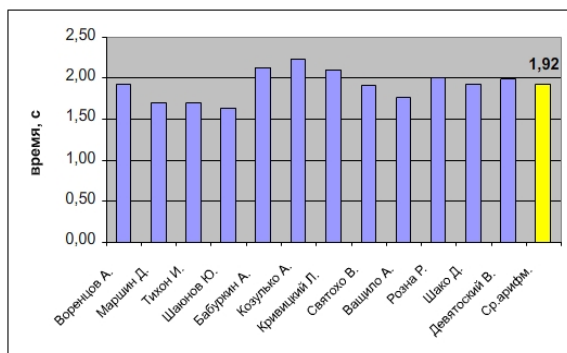


Рис. 14 – Время первого предварительного раскручивания молота

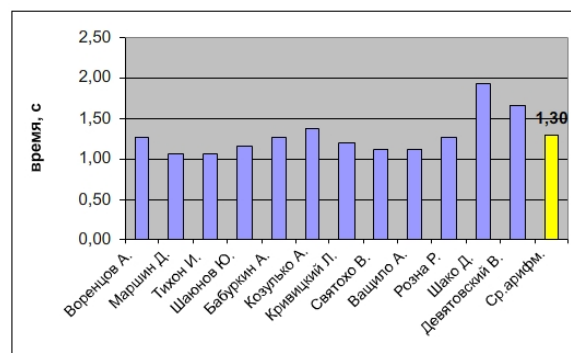


Рис. 15 – Время второго предварительного раскручивания молота

В четырех циклической структуре оборотов молота наиболее продолжительным является первый оборот, совершаемый в среднем за 0,78 с (рис. 16). Размах временных характеристик выполнения этой части метания

молота составляет 0,31 с, с минимальным временем первого оборота молота равным 0,69 с и с максимальным результатом - 0,90 с. Второй оборот молота выполняется значительно быстрее, чем первый. Время полного оборота молота для группы в среднем составляет 0,52 с. Диапазон вариаций времени оборота молота равен 0,13 с, с минимальным значением 0,50 с и с максимальной величиной - 0,63 с (рис. 17).

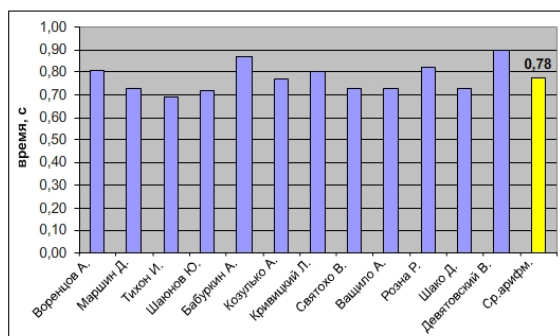


Рис. 16 – Время первого оборота молота

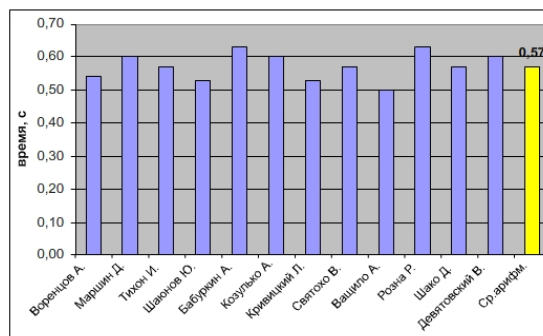


Рис. 17 – Время второго оборота молота

По сравнению с первым оборотом молота происходит сужение воронки вариативности колебаний времени полного оборота у отдельных исполнителей. Отмечается также достоверное отличие по времени выполнения первого и второго оборотов молота ( $t=11,98$ ).

Для третьего оборота молота требуется в среднем 0,47 с (рис. 18), колебания длительности выполнения этой части метания молота составляют 0,42-0,50 с. Амплитуда колебаний не превышает 0,08 с, что позволяет сделать вывод о том, что одновременно с уменьшением времени выполнения третьего оборота уменьшается и вариативность временной структуры движения. Отмечается также достоверное отличие по времени выполнения первого и второго оборотов молота ( $t=9,20$ ). Четвертый оборот молота, выполняемый на фоне набранной скорости в третьем обороте, еще более минимизирован по времени выполнения и равен в среднем 0,44 с (рис. 19).

Длительность выполнения спортсменами четвертого оборота молота колеблется от 0,39 с до 0,53 с, а размах колебаний составляет 0,14 с. И хотя амплитуда колебаний времени в рассматриваемом структурном компоненте больше, а средняя арифметическая незначительно меньше, чем в предыдущем случае, следствием тенденции индивидуального уменьшения времени выполнения этой части метания является достоверность различий по длительности выполнения третьего и четвертого оборотов молота ( $t=2,16$ ).

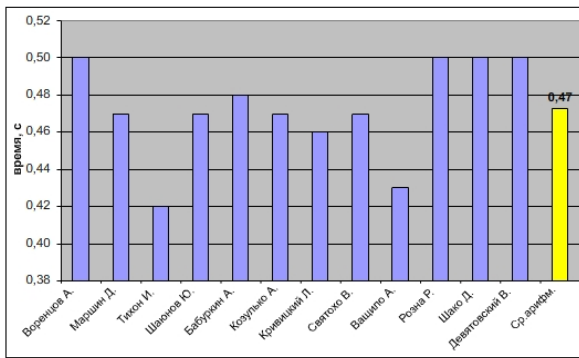


Рис. 18. Время третьего оборота молота

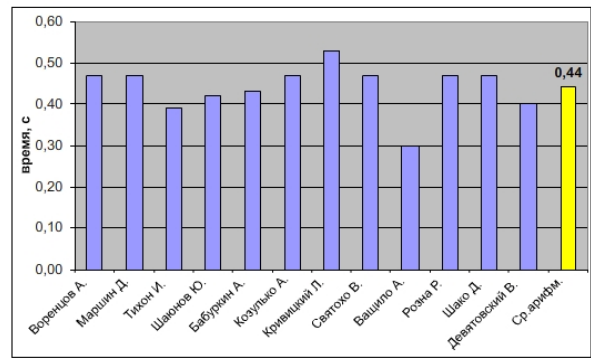


Рис. 19. Время четвертого оборота молота

Общая тенденция организации временной структуры движений заключается в уменьшении времени выполнения каждого последующего структурного компонента метания (рис. 20).

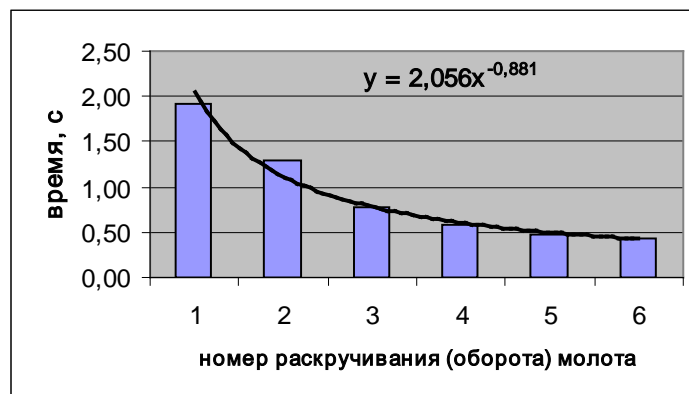


Рис. 20 – Функциональная модель ритма раскручивания и оборотов молота

**Функциональная математическая модель рациональной организации вращения молота по времени.** Функциональная математическая модель рациональной организации вращения молота по времени рассматривалась нами в качестве одного из критериев рациональной организации движений метателей молота.

Для математического описания рассматриваемого процесса введем уравнение модельных характеристик ритма циклов раскручивания и оборотов молота по среднестатистическим данным испытуемых.

Уравнение строилось в виде степенной функции по заданным значениям времени выполнения каждого структурного компонента метания молота. Номер структурного элемента использовался в качестве аргумента. Уравнение имеет вид (3.1)

$$Y=2,056x^{-0,881}, \quad (3.1)$$

где  $Y$  – время выполнения структурного компонента;  $x$  – номер структурного компонента метания молота.

Задавая номер структурного компонента, по формуле 3.1 можно определить время его выполнения. Следовательно, ритмическая структура метания молота у спортсменов высокой квалификации, в виде длительности выполнения его отдельных структурных компонентов, может быть описана математически и имеет вид (см. 3.1).

Зададимся вопросом. В диапазоне каких ограничений длительности выполнения отдельных структурных компонентов метание молота осуществляется спортсменом без существенных технических нарушений? Ответ на этот вопрос можно получить, если считать, что отклонение от средней арифметической в  $\pm 1,96\sigma$ , включающее в себя более 95% исполнителей, является тем отклонением, которое позволяет метателю молота выполнять двигательные действия без существенного нарушения ритмической структуры всех структурных компонентов метания молота.

Вариации временных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота (рис. 21) наглядно демонстрируют уменьшение длительности их выполнения.

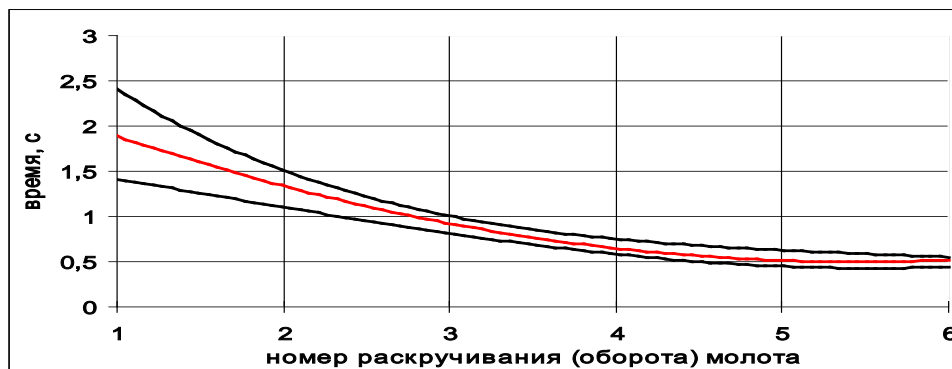


Рис. 21 – Вариации временных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота (по отношению к линии тренда их длительности)

Красной линией на рисунке 22 обозначена линия тренда длительности выполнения структурных компонентов метания молота. Верхняя и нижняя черные линии показывают диапазон вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по времени.

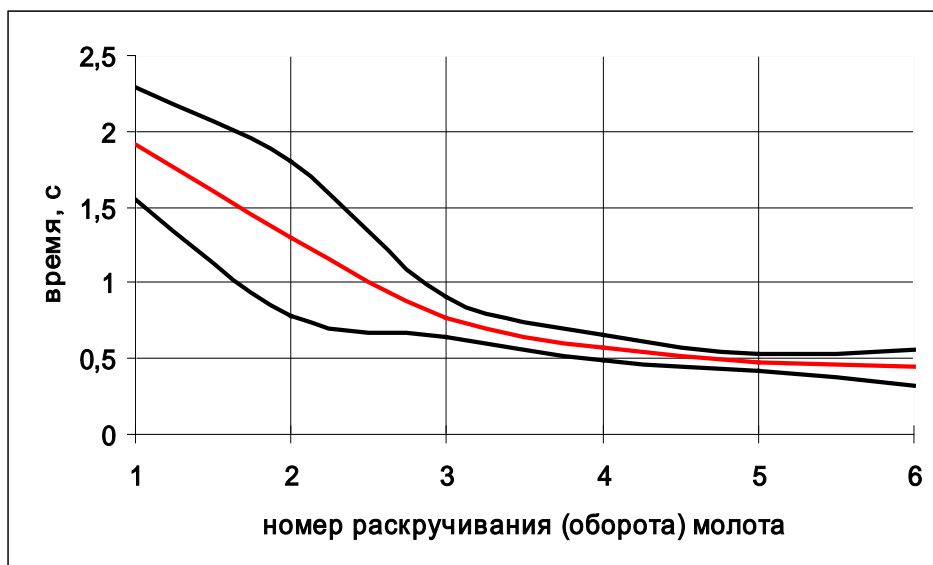


Рис. 22 – Вариации временных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота

В зоне ограниченной черными линиями можно считать построение техники метания молота соответствующее образцу. Однако здесь необходимо учитывать ниспадающий характер длительности выполнения каждого последующего структурного компонента метания молота. Иначе говоря, длительность выполнения последующего структурного компонента не должна превышать времени выполнения предшествующего.

В математической форме верхнюю грань диапазона вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по времени можно представить в виде (3.2)

$$Y_{max} = -0,0214x^4 + 0,3109x^3 - 1,4491x^2 + 1,9564x + 1,4964. \quad (3.2)$$

Соответственно нижняя грань имеет вид (3.3)

$$Y_{min} = -0,027x^3 + 0,3485x^2 - 1,5203x + 2,7265. \quad (3.3)$$

Анализ рисунка 23 позволяет сделать вывод о том, что с приближением к финальному усилию существенно уменьшается диапазон вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по длительности. Это необходимо учитывать при анализе технических действий спортсмена.

Распределение времени на выполнение отдельных структурных компонентов у метателя молота, имеющего лучший результат в проведенном исследовании, представлено на рисунке 23, анализ которого свидетельствует об уменьшении времени выполнения отдельных структурных компонентов метания молота у спортсмена, имеющего наилучший результат, в сравнении с рассматриваемой временной характеристикой среднестатистического спортсмена.

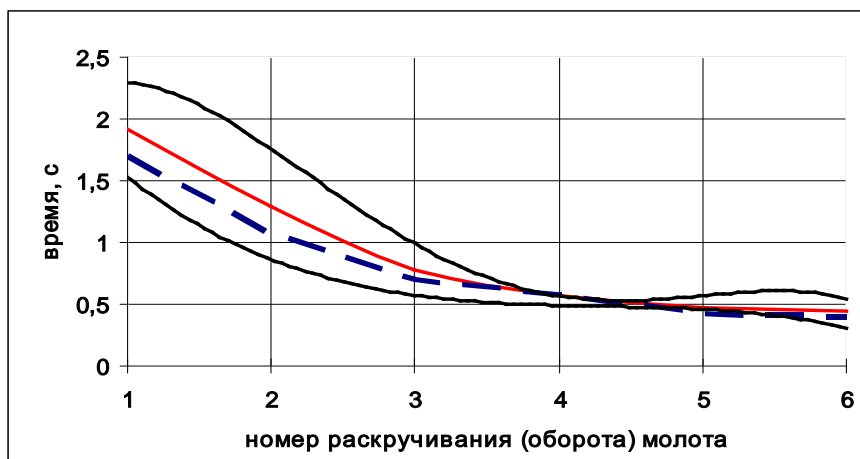


Рис. 23 – Временные характеристики раскручивания и оборотов молота у спортсмена, имеющего наилучший результат (■)

Все рассматриваемые структурные компоненты технических действий метателя молота были направлены на то, чтобы создать в финальной части метания необходимые условия для полета молота с наибольшей дальностью. Сама финальная часть метания по времени длится 0,30 с (рис. 24).

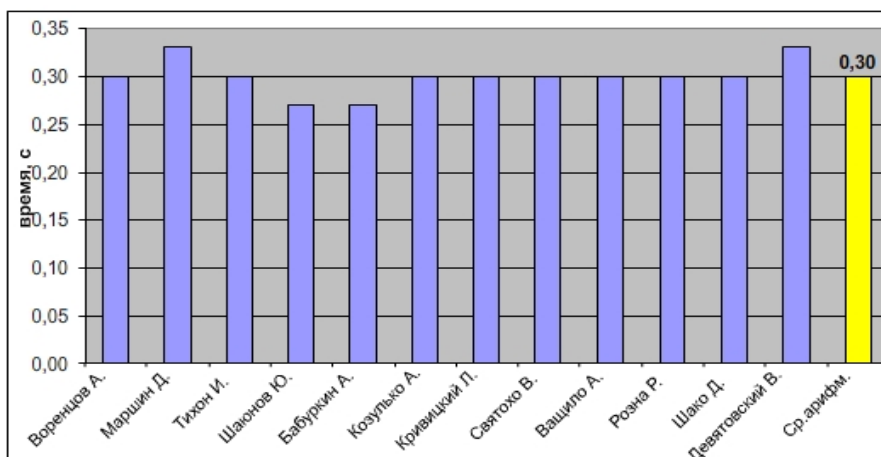


Рис. 24 – Время финального вращения молота

Диапазон вариативности финальной части метания по длительности выполнения достаточно мал и составляет несколько сотен миллисекунд. Наименьшее время выполнения равно 0,27 с, наибольшее – 0,33 с.

### **Ритмическая структура поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен».**

**Временные характеристики одноопорной и двухопорной фаз в четырехциклической структуре поворотов метателя.** Временные характеристики одноопорной и двухопорной фаз в четырехциклической структуре поворотов метателя являются одним из важнейших компонентов организации рациональной ритмической структуры метания молота.

Технические действия спортсмена после предварительного раскручивания молота начинаются с входа в первый поворот. Этот компонент техники метания молота рассматривался нами как слитное двигательное действие, включающее в себя две составные части, следующие одна за другой: вход молота и вход спортсмена в поворот. Общее время, затрачиваемое спортсменом на вход в поворот, в среднем составляет 0,42 с (рис. 25).

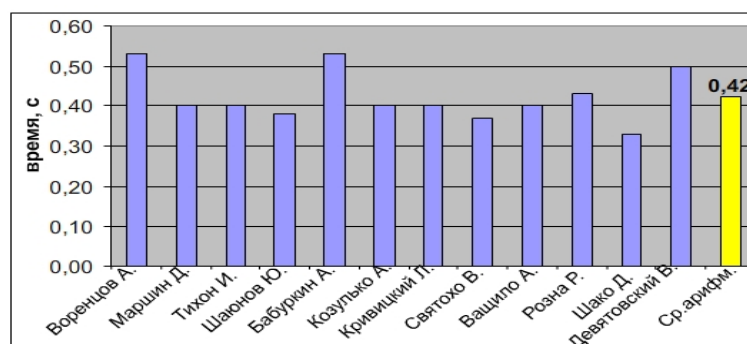


Рис. 25 – Время входа в поворот

С наибольшей скоростью анализируемое движение выполнялось за 0,33 с, с наименьшей скоростью – за 0,50 с. Следовательно, амплитуда вариации длительности входа в первый поворот составляет 0,17 с. Рассматривая отдельно каждую из составляющих частей входа в поворот можно отметить следующее. По длительности выполнения каждой части нет существенных различий: время выполнения входа молота в поворот составляет 0,22 с (рис. 26), входа спортсмена в поворот – 0,20 с (рис. 27). Вышесказанное подтверждается и отсутствием достоверных различий между анализируемыми кинематическими структурами ( $t=0,88$ ). Величина амплитудных осцилляций по времени выполнения входа молота в поворот

изменяется от 0,10 с до 0,38 с, что составляет 0,28 с и свидетельствует о существенном разбросе анализируемых показателей, а также о различном времени начала входа спортсмена в поворот.

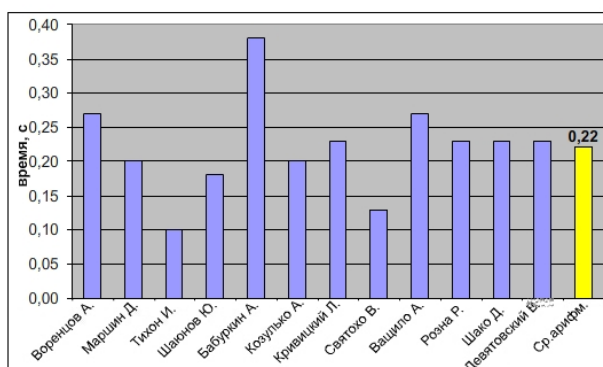


Рис. 26 – Время входа молота в поворот

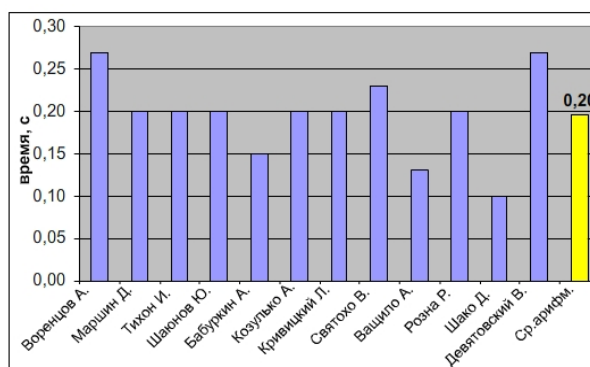


Рис. 27 – Время входа спортсмена в поворот

Индивидуальные колебания времени выполнения входа спортсмена в поворот отмечаются в пределах от 0,10 с до 0,27 с. В рассматриваемом случае разброс показателей меньше, чем при входе молота в поворот и равен 0,17 с. Таким образом, чем больше время входа молота в поворот, тем с большей двигательной активностью совершается вход спортсмена в поворот и меньше время, затрачиваемое на его выполнение.

Дальнейшие технические действия спортсмена целесообразно рассмотреть по длительности выполнения одноопорной и двухопорной фаз вращательного движения биомеханической системы «молот-спортсмен».

Среднее время одноопорной фазы первого поворота для всех испытуемых составляет 0,28 с (рис. 28, 29). Минимальное время вращения системы «молот-спортсмен» в одноопорной фазе первого поворота равно 0,21 с, максимальное – 0,37 с. Разница по времени выполнения этой части метания молота между наиболее быстрым и медленным исполнением у различных спортсменов составляет 0,16 с.

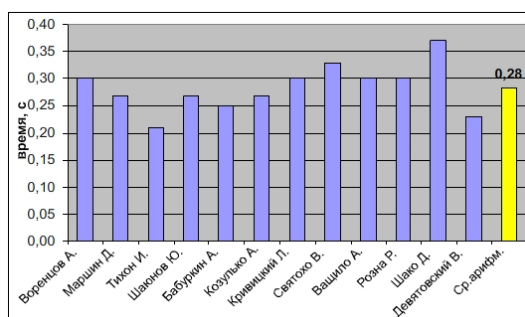


Рис. 28 – Время одноопорной фазы первого поворота

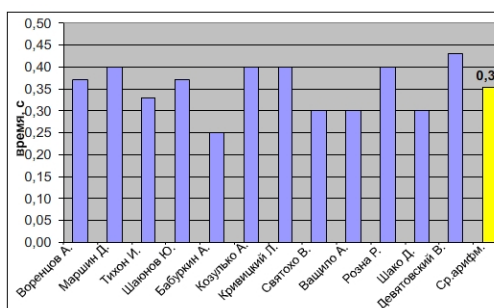


Рис. 29 – Время двухопорной фазы первого поворота

Двухопорная фаза первого поворота длится 0,35 с (см. рисунок 30). Наименьшая длительность двухопорной фазы составляет 0,25 с, а наибольшая – 0,43 с. Достоверных отличий по времени выполнения одноопорной и двухопорной фаз в первом повороте не обнаружено ( $t=0,88$ ).

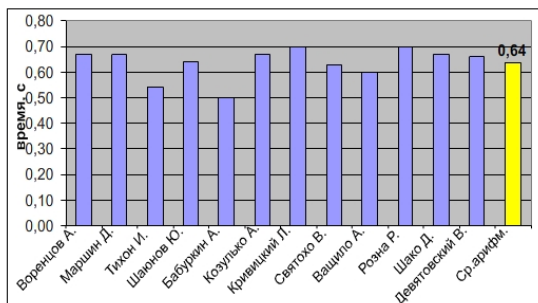


Рис. 30 – Время первого поворота

Суммарное время выполнения одноопорной и двухопорной фаз (рис. 31), составляющее время выполнения первого поворота биомеханической системы «молот-спортсмен», равно 0,64 с.

Разница по времени между наибольшей и наименьшей длительностью выполнения первого поворота спортсменами составляет 0,20 с. При этом наименьшее время поворота равно 0,50 с, а наиболее длительное выполнение ограничено 0,70 с.

Второй поворот выполняется по схеме первого: первоначально спортсмен выполняет вращение в одноопорной фазе (рис. 31). Затем следует двухопорная фаза вращательного движения системы «молот-спортсмен» (рис. 32). Длительность одноопорной фазы составляет 0,25 с. Минимально затрачиваемое время на одноопорную фазу второго поворота отмечается равным 0,17 с, а максимальное время выполнения составляет 0,33 с. Длительность выполнения двухопорной фазы второго поворота составляет 0,26 с.

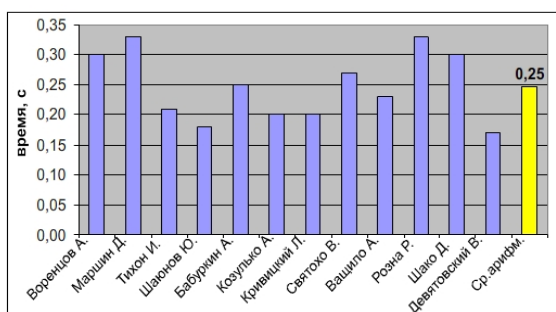


Рис. 31 – Время одноопорной фазы второго поворота

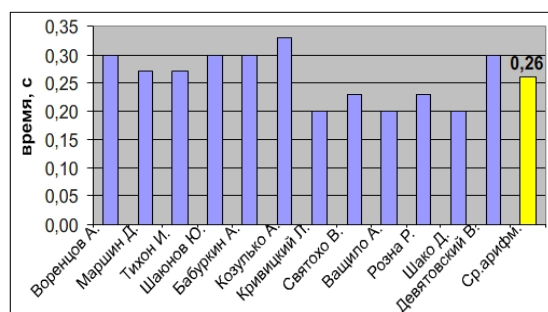


Рис. 32 – Время двухопорной фазы второго поворота

Минимальное время выполнения рассматриваемой фазы движения составляет 0,20 с, а максимальное – 0,33 с. Между временем выполнения одноопорной и двухопорной фаз вращательного движения во втором повороте не существует достоверных различий ( $t=0,55$ ).

Общее среднестатистическое время выполнения второго поворота равно 0,51 с (рис. 33). На наиболее скоростное выполнение поворота спортсменом затрачивается время равное 0,40 с. Наиболее медленное выполнение анализируемого движения осуществляется за 0,56 с. Разница по сравниваемым показателям составляет 0,16 с.

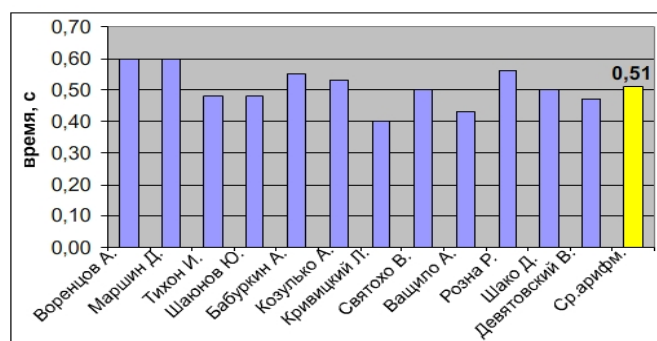


Рис. 33 – Время второго поворота

На выполнение второго поворота спортсмены затрачивают в среднем на 0,13 с меньше, чем на первый поворот. Такая разница по длительности выполнения анализируемых движений обеспечивает существенное достоверное различие между временем выполнения первого и второго поворота ( $t=5,20$ ).

На выполнение одноопорной фазы в третьем повороте для среднестатистического спортсмена необходимо 0,24 с (рис. 34). Колебания по времени между наиболее и наименее продолжительным выполнением этой части метания молота у различных спортсменов отмечаются в пределах от 0,17 с до 0,30 с. Двухопорная фаза третьего поворота в среднем длится столько же времени (0,24 с), как и длительность одноопорной фазы (рис. 35). Колебания времени выполнения этой фазы движения, здесь более значительны, чем в одноопорной фазе, изменяясь от 0,17 с до 0,40 с. Следствием равенства средних значений времени выполнения одноопорной и двухопорной фаз движения в третьем повороте нет достоверных различий ( $t=0,17$ ) по длительности их выполнения. На выполнение третьего поворота затрачивается время равное 0,48 с (рис. 36).

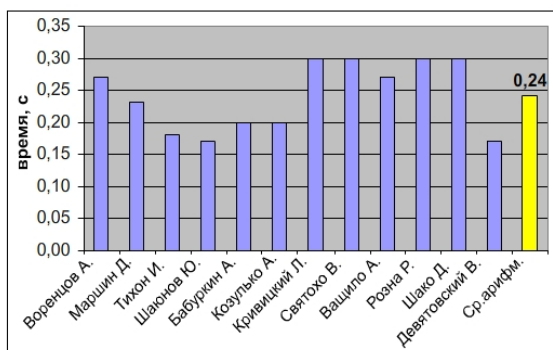


Рис. 34 – Время одноопорной фазы третьего поворота

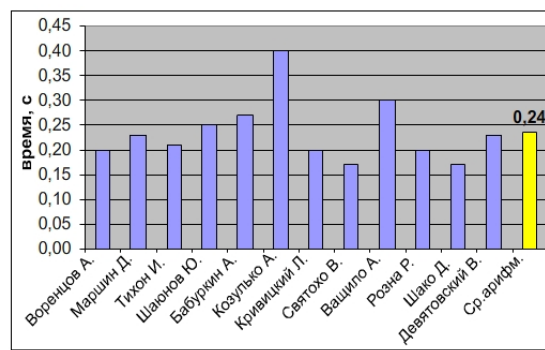


Рис. 35 – Время двухопорной фазы третьего поворота

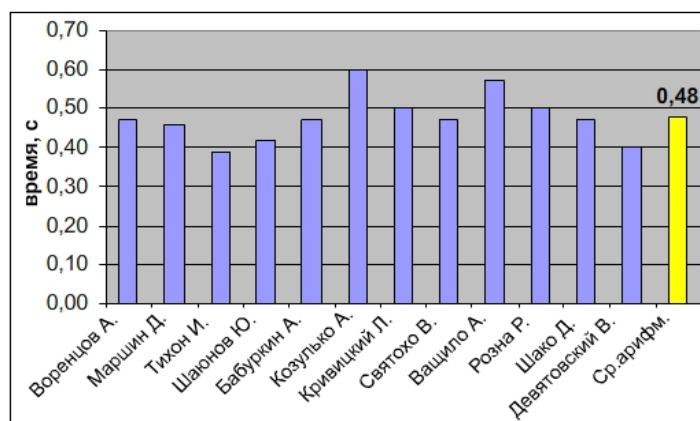


Рис. 36 – Время третьего поворота

По длительности выполнения нет достоверных отличий третьего поворота от второго ( $t=1,23$ ).

Четвертый поворот завершает вращательное движение биомеханической системы «молот-спортсмен». В среднем рассматриваемый процесс длится для одноопорной фазы поворота 0,22 с, для двухопорной фазы – 0,28 с (рис. 37, 38).

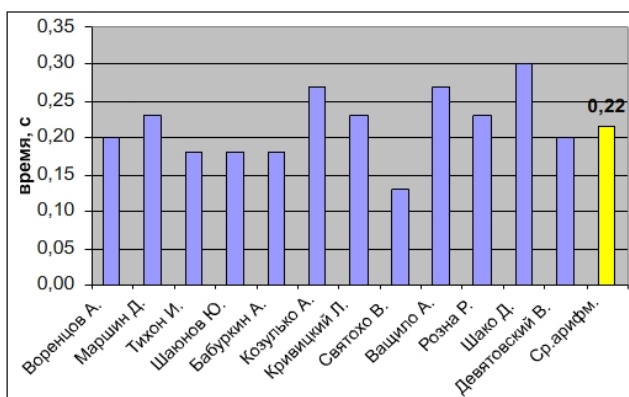


Рис. 37 – Время одноопорной фазы четвертого поворота

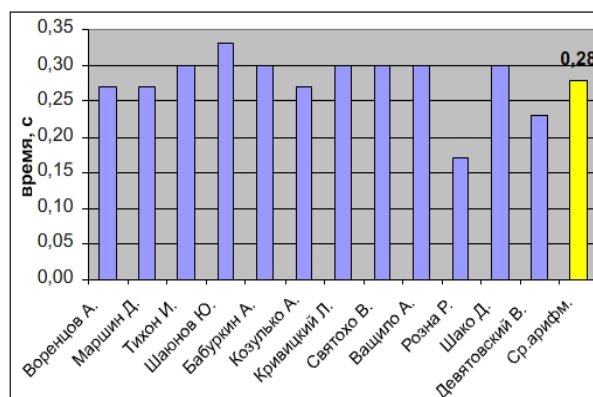


Рис. 38 – Время двухопорной фазы четвертого поворота

По длительности выполнения существует достоверное отличие одноопорной от двухопорной фаз в третьем повороте ( $t=3,13$ ). Это отличие обусловлено дополнительным временем необходимым для выполнения финальной части метания молота.

В то же время между третьим и четвертым поворотами нет существенных и достоверных отличий ( $t=0,96$ ) по времени их выполнения (рис. 39). Общее время выполнения четвертого поворота, включая одноопорную, двухопорную и финальную фазы движений составляет 0,50 с. Анализ общего времени выполнения поворотов метателями высокой квалификации свидетельствует о плавном входе спортсменов в оптимальную временную зону и ее удержании, включая и четвертый, заключительный поворот.

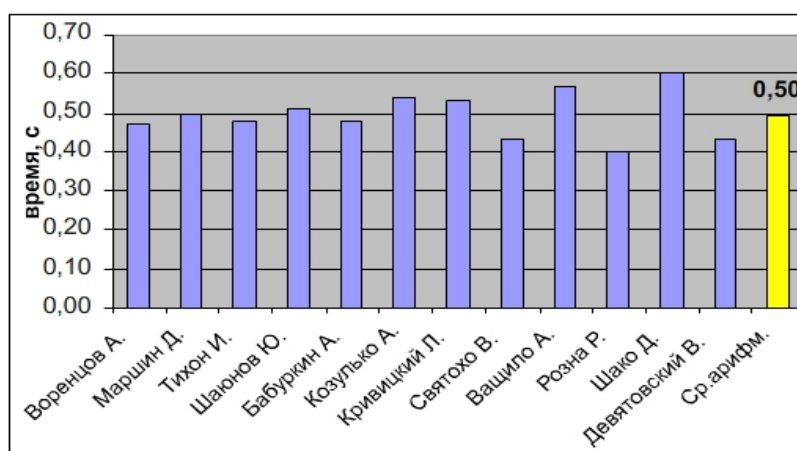


Рис. 39 – Время четвертого поворота

Отметим нарастающий характер длительностей отношений двух фаз с первого по третий повороты и существенный спад в четвертом повороте. Здесь отношение длительности одноопорной к двухопорной фазам поворотов можно рассматривать как один из показателей технического мастерства метателей молота (рис. 40).

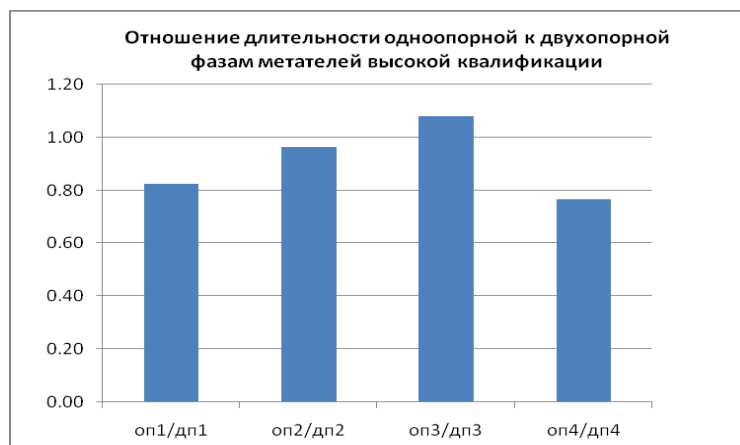


Рис. 40 – Отношение длительности одноопорной к двухопорной фазам поворотов метателей высокой квалификации

Здесь отношение длительности одноопорной к двухопорной фазам поворотов можно рассматривать как один из показателей технического мастерства метателей молота.

**Функциональная математическая модель временной структуры поворотов – критерий технического мастерства метателей молота высокой квалификации.** Функциональная математическая модель временной структуры поворотов – критерий технического мастерства метателей молота высокой квалификации и позволяет описать в математической форме общую тенденцию формирования временной структуры движений. *Общая тенденция организации временной структуры движений заключается в уменьшении времени выполнения каждого последующего структурного компонента метания (рис. 41).*

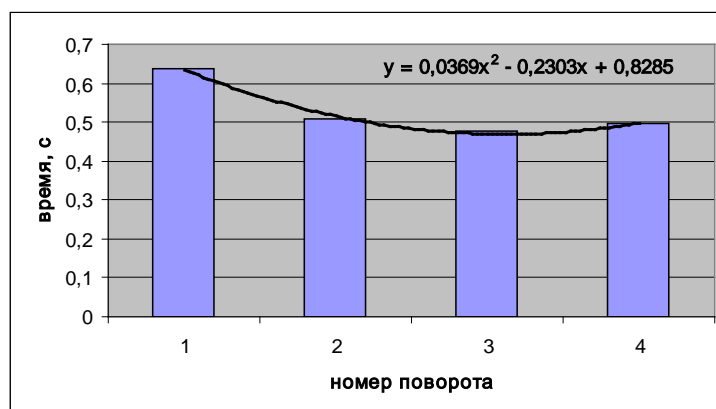


Рис. 41 – Функциональная модель ритма структурных компонентов вращательных движений биомеханической системы «молот-спортсмен»

Гистограмма времени выполнения отдельных структурных компонентов метания молота наглядно демонстрирует уменьшение длительности их выполнения.

Для математического описания рассматриваемого процесса введем уравнение модельных характеристик ритма поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен» по среднестатистическим данным испытуемых.

Уравнение строилось в виде параболической функции по заданным значениям времени выполнения каждого структурного компонента метания молота. Номер структурного элемента использовался в качестве аргумента. Уравнение имеет вид (3.4)

$$Y = 0,0369x^2 - 0,2303x + 0,8285. \quad (3.4)$$

Время выполнения структурного компонента ( $Y$ ) и его номер ( $x$ ), связаны формульной зависимостью (3.4), что позволяет в математической форме описать ритмическую структуру метания молота у спортсменов высокой квалификации.

Поставим вопрос. Каков должен быть диапазон ограничений на длительности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота, в зоне которых не происходит существенных технических перестроек, приводящих к значительным ошибкам в технике соревновательного упражнения? Будем считать, что отклонение от средней арифметической на  $\pm 1,96\delta$ , является тем статистическим критерием, который позволяет утверждать, что рассматриваемый диапазон отклонений (рис. 42) является педагогически оправданным и позволяет метателю молота выполнять двигательные действия без существенного нарушения технической основы движения.

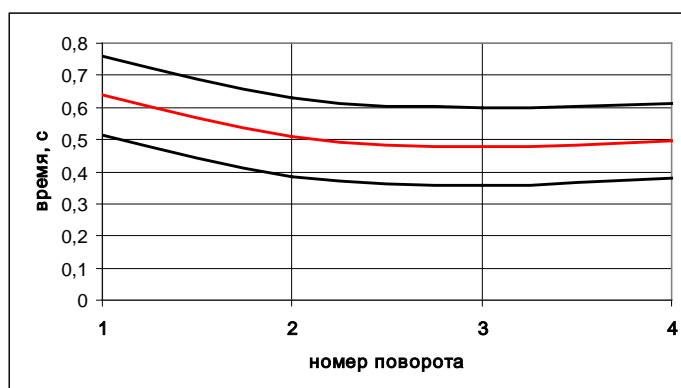


Рис. 42 – Модельные характеристики вариации временных параметров структурных компонентов вращательных движений биомеханической системы «молот-спортсмен»

Красной линией на рисунке обозначена линия тренда длительности выполнения структурных компонентов метания молота. Верхняя и нижняя черные линии показывают диапазон вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по времени. В зоне ограниченной черными линиями можно считать, что построение техники метания молота соответствует образцу.

В математической форме верхнюю грань ( $Y_{max}$ ) диапазона вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по времени можно представить в виде (3.5)

$$Y_{max} = 0,0355x^2 - 0,2252x + 0,9464. \quad (3.5)$$

Соответственно нижняя грань имеет вид (3.6)

$$Y_{min} = 0,0382x^2 - 0,2354x + 0,7106. \quad (3.6)$$

Распределение времени на выполнение отдельных структурных компонентов у метателя молота, имеющего лучший результат в проведенном исследовании, представлено на рисунке 43, анализ рисунка, свидетельствует об уменьшении времени выполнения отдельных структурных компонентов метания молота у спортсмена, имеющего наилучший результат, в сравнении с рассматриваемой временной характеристикой среднестатистического спортсмена. И особый акцент делается на уменьшение времени выполнения третьего вращения.

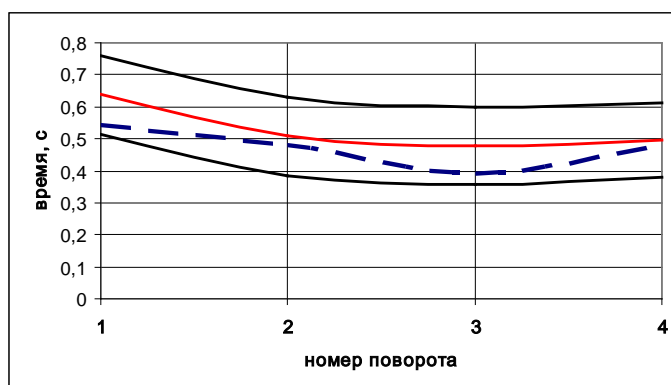


Рис. 43 – Временные характеристики структурных компонентов вращательных движений биомеханической системы «молот-спортсмен» у атлета, имеющего наилучший результат (■)

Все рассматриваемые структурные компоненты технических действий метателя молота были направлены на то, чтобы создать в финальной части метания необходимые условия для полета молота с наибольшей дальностью. Сама финальная часть метания по времени длится 0,30 с.

### **Пространственно-временные характеристики вращения молота и поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен»**

Так как время выполнения каждого последующего структурного компонента метания молота имело тенденцию уменьшения, то логично предположить, что угловая скорость вращательных движений биомеханической системы «молот-спортсмен» должна постепенно увеличиваться.

**Угловая скорость, угловое ускорение молота и их вариации в структурных компонентах.** На рисунке 44 показано изменение угловой скорости молота во всех фазах метания. Существуют индивидуальные для каждого метателя колебания угловой скорости в отдельных структурных компонентах метания. В то же время отмечается общая тенденция увеличения угловой скорости молота при переходах от одной фазы движения к другой (см. рисунок 44). В конце фазы 2-го раскручивания молота средняя угловая скорость радиус-вектора молота составляет 5,0-7,0 рад/с. В дальнейших вращательных движениях системы «молот-спортсмен» прирост скорости осуществляется практически по линейному закону вплоть до окончания второго поворота. К этому моменту времени достигается угловая скорость равная 11,0-13,0 рад/с.

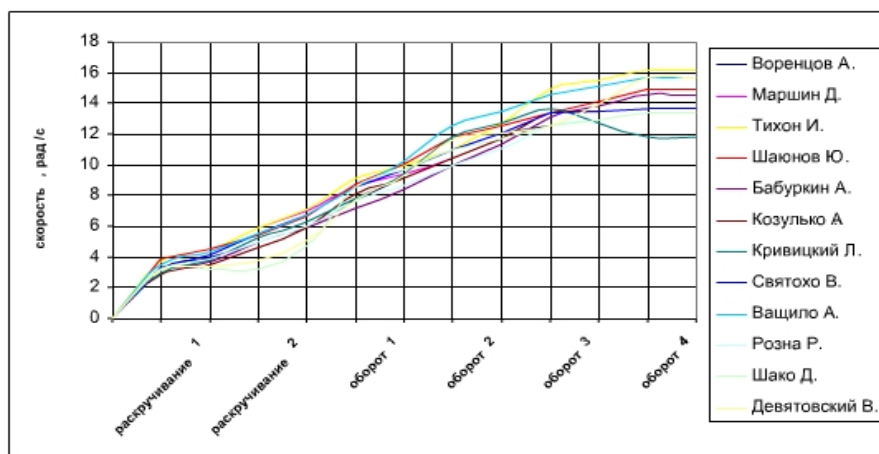


Рис. 44 – Угловая скорость молота

В дальнейшем, вследствие уменьшения углового ускорения молота (рис. 45) происходит снижение в приросте его угловой скорости. Отличительной особенностью изменения тенденций в приросте угловой скорости биомеханической системы «молот-спортсмен» является завершение третьего вращательного оборота. К этому моменту времени достигается до 98% максимального значения угловой скорости вращения молота.

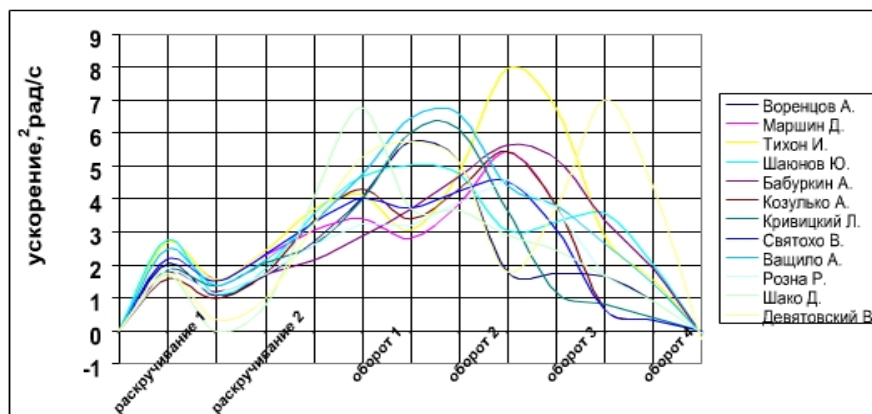


Рис. 45 – Угловое ускорение молота

В завершающем, четвертом повороте, набирается максимальная угловая скорость системы «молот-спортсмен», равная 12-14 рад/с, а угловое ускорение снижается до 0 рад/с<sup>2</sup>. Все внимание сконцентрировано на финальном усилии, и спортсмен непосредственно подготавливается к выполнению финальной части метания.

Количественные значения вариации скоростных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота, показаны на рисунке 46.

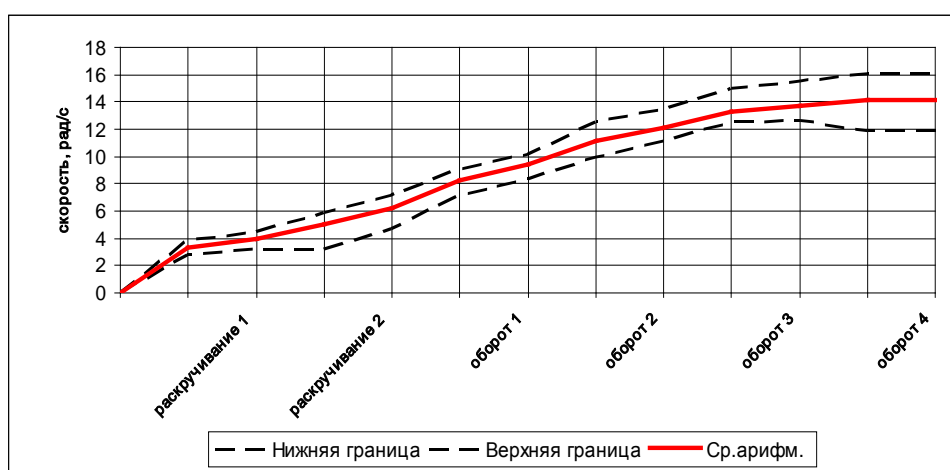


Рис. 46 – Вариации угловой скорости структурных компонентов раскручивания и оборотов молота

Красной линией отмечено среднестатистическое значение угловой скорости системы «молот-спортсмен» в динамике ее изменения по каждой структурной группе компонентов метания молота. Черными штрих-пунктирными линиями отмечены максимальные и минимальные ее значения.

Следует отметить тот факт, что нижняя граница вариации угловой скорости молота имеет тенденцию уменьшения в четвертом повороте, что не является целесообразным по причине возможного последующего снижения линейной скорости вылета и является неиспользуемым резервом повышения дальности полета.

На рисунке 47 представлены значения углового ускорения среднестатистического спортсмена (красная линия) и максимальные и минимальные значения (штрих-пунктирная линия) рассматриваемой биомеханической характеристики.

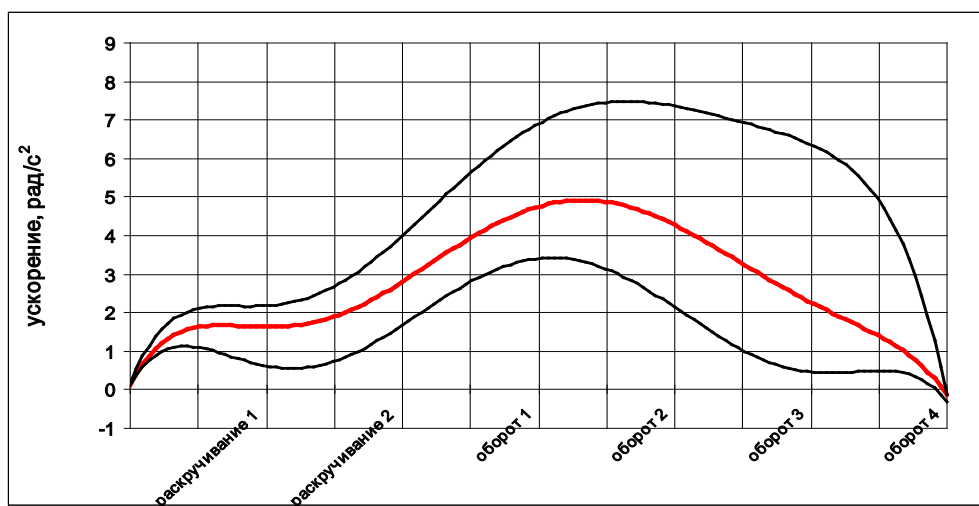


Рис. 47 – Вариации углового ускорения

Из динамики изменения углового ускорения системы «молот-спортсмен» (рис. 47), рассматриваемой на всей траектории метания молота, следует, что переломный момент в снижении прироста скорости наступает в средней части второго поворота. Ускорение достигает почти  $5 \text{ рад/с}^2$  и в дальнейшем снижается до нуля.

**Модельные характеристики скоростных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота.** На рисунке 48 показаны графики изменения угловой скорости среднестатистического спортсмена и ее вариации для каждого оборота молота, вычисленные по величине отклонения от среднеарифметического значения.

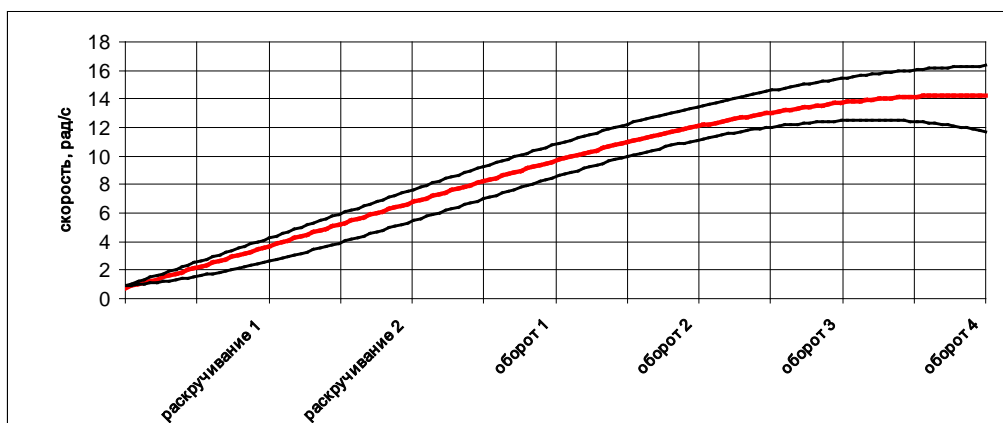


Рис. 48 – Модельные характеристики скоростных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота

Величина отклонения взята из статистического критерия педагогической обоснованности и равна  $\pm 1,96\sigma$ . В математической форме вариации скоростных параметров структурных компонентов раскручивания и оборотов молота имеют вид (3.7)

$$Y = -0,0066x^3 + 0,0787x^2 + 1,2288x - 0,5409. \quad (3.7)$$

Математическое описание верхней ( $Y_{max}$ ) и нижней ( $Y_{min}$ ) границ максимального и минимального значений угловой скорости радиус-вектора молота, в зависимости от номера ( $x$ ) раскручивания или оборота молота, можно представить в виде (3.8, 3.9)

$$Y_{max} = -0,0058x^3 + 0,0605x^2 + 1,4925x - 0,6255, \quad (3.8)$$

$$Y_{min} = -0,0165x^3 + 0,2836x^2 - 0,0535x + 0,6651. \quad (3.9)$$

В математической форме угловое ускорение молота ( $Y$ ) можно представить в виде функциональной зависимости от номера ( $x$ ) предварительного раскручивания и оборота молота (3.10)

$$Y = -0,0003x^6 + 0,0118x^5 - 0,201x^4 + 1,6373x^3 - 6,5457x^2 + 12,362x - 7,1499. \quad (3.10)$$

На рисунке 49 красным цветом показана динамика изменения углового ускорения молота, вычисляемая по уравнению (см. 3.10). Вычисляемые

значения функции ( $Y$ ) интерполируют величину модельных характеристик углового ускорения, показанного ранее на рисунке 49.

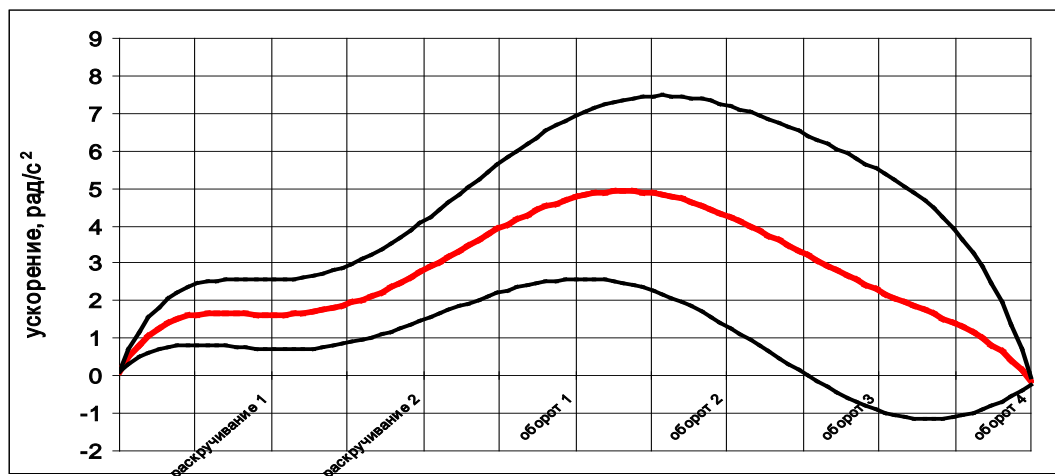


Рис. 49 – Модельные характеристики углового ускорения молота в предварительных раскручиваниях и оборотах

Верхняя ( $Y_{max}$ ) и нижняя ( $Y_{min}$ ) границы отклонения углового ускорения от модельных характеристик имеет вид (3.11, 3.12)

$$Y_{max} = -0,0004x^6 + 0,0157x^5 - 0,2643x^4 + 2,1582x^3 - 8,7333x^2 + 16,895x - 9,9365. \quad (3.11)$$

$$Y_{min} = -0,0002x^6 + 0,0079x^5 - 0,1376x^4 + 1,1164x^3 - 4,3582x^2 + 7,8292x - 4,3633. \quad (3.12)$$

Вычисляемые по уравнениям (см. 3.11, 3.12) значения  $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$  показывают коридор возможных вариаций углового ускорения молота. Выход за границы коридора означает наличие технических погрешностей в организации пространственно-временной структуры соревновательного упражнения.

При анализе линейной скорости ОЦМ биомеханической системы рассматривалась лишь ее горизонтальная составляющая (рис. 50), так как быстрота перемещения ОЦМ спортсмена в вертикальной плоскости не представляют ни теоретического, ни практического интереса ввиду малости изменения ее абсолютных значений.

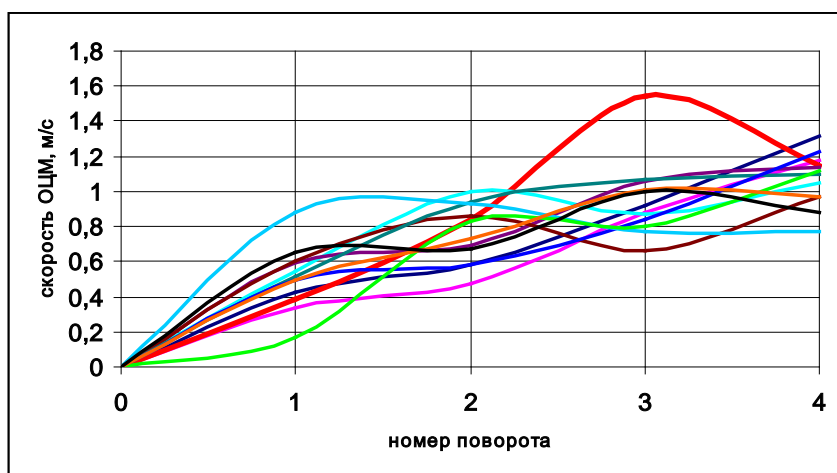


Рис. 50 – Горизонтальная составляющая линейной скорости ОЦМ атлета при выполнении поворотов

На рисунке 51 красной линией выделено изменение горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ сильнейшего спортсмена. Для анализируемого атлета характерным является постепенное увеличение линейной скорости ОЦМ от 0,0 м/с до 1,55 м/с в третьем повороте. К окончанию четвертого поворота происходит снижение горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ спортсмена до 1,2 м/с. Объяснение этому факту можно видеть в подготовке спортсмена к выполнению финального усилия, на что и переключается внимание атлета.

Индивидуальные отклонения от среднего значения горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ метателя молота при выполнении поворотов (рис. 51) ограничены диапазоном колебаний в пределах 0,4 м/с-0,6 м/с.

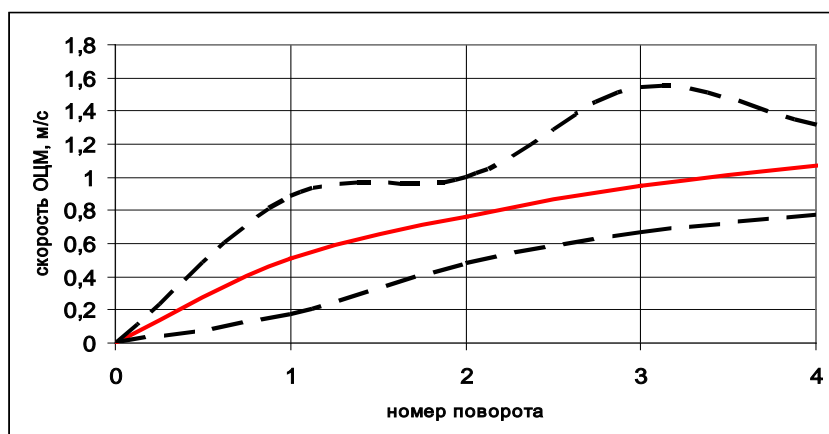


Рис. 51 – Вариации (■) горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ атлета (■) при выполнении поворотов

Отклонения в диапазоне изменения  $\pm 1,96\sigma$  от среднего значения горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ атлета (рисунок 52) представляют разброс возможных индивидуальных значений рассматриваемой биомеханической характеристики в рамках которого метание молота осуществляется без грубых технических ошибок.

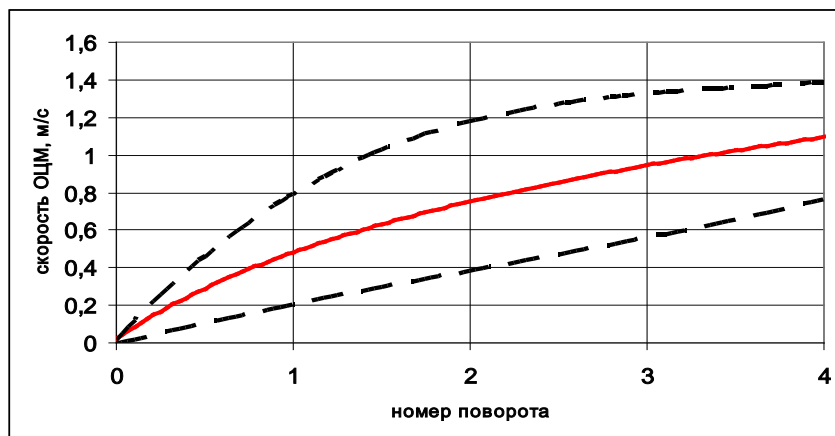


Рис. 52 – Модельные характеристики горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ атлета (■) и коридор ограничений по максимуму и минимуму (■) ее значений в каждом из поворотов

Горизонтальная составляющая линейной скорости ОЦМ спортсмена и коридор ограничений для каждого структурного элемента (повороты) метания молота в математической форме имеют вид (3.13-3.15)

$$Y = 0,6682\text{Ln}(x) + 0,0189. \quad (3.13)$$

$$Y_{max} = 0,0256x^3 - 0,3494x^2 + 1,6449x - 1,3052. \quad (3.14)$$

$$Y_{min} = 0,0051x^3 - 0,0473x^2 + 0,3193x - 0,2874. \quad (3.15)$$

Уравнение (см. 3.13) является аналитической моделью функциональной направленности для определения биомеханического критерия эталонной техники по горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ спортсмена в метании молота. Уравнения (см. 3.14, 3.15) задают диапазон возможных отклонений линейной скорости ОЦМ атлета от эталонной техники.

**Сравнительный биомеханический анализ метания молота спортсменами высокой и средней квалификации** выполнялся по двум основным направлениям. В первом направлении наибольшее внимание было уделено выявлению:

- различий в биомеханических параметрах пространственно-временной организации структурных компонентов метания молота у спортсменов различной квалификации;
- корреляционной связи между дальностью полета молота и временными параметрами выполнения структурных элементов метания;
- достоверности различий по длительности выполнения структурных компонентов метания молота у спортсменов различной квалификации.

Во втором направлении рассматривались биомеханические и статистические параметры пространственно-временной структуры одноопорной, двухопорной фаз метания молота и ритмической организации структурных компонентов.

**Биомеханические параметры пространственно-временной организации структурных компонентов** Для выявления различий в технике выполнения отдельных кинематических компонентов метания молота у спортсменов различной технической подготовленности был выполнен сравнительный биомеханический анализ пространственно-временных характеристик метания молота у спортсменов различной спортивной квалификации. Метатели молота были условно выделены в две группы: высокой и средней технической подготовленности. В группу спортсменов высокой квалификации включены атлеты, имеющие спортивную квалификацию не ниже мастера спорта Республики Беларусь. Спортсмены более низкой технической подготовленности, имеющие разряд кандидата в мастера спорта и I спортивный разряд были отнесены к группе средней квалификации.

На рисунках 53 и 54 приведены гистограммы времени первого и второго предварительного раскручивания молота метателями высокой и средней квалификации. Длительность первого раскручивания молота у спортсменов средней квалификации несколько больше и составляет 1,92 с сравнительно с 1,90 с, имеющая место у спортсменов высокой квалификации. Разница – статистически недостоверна ( $t=0,16$ ). Второе предварительное раскручивание молота выполняется значительно быстрее. Длительность этого структурного компонента техники метания молота у спортсменов средней квалификации составляет 1,34 с, у атлетов высокой квалификации – 1,30 с. Разница несущественна и статистически недостоверна ( $t=0,53$ ).

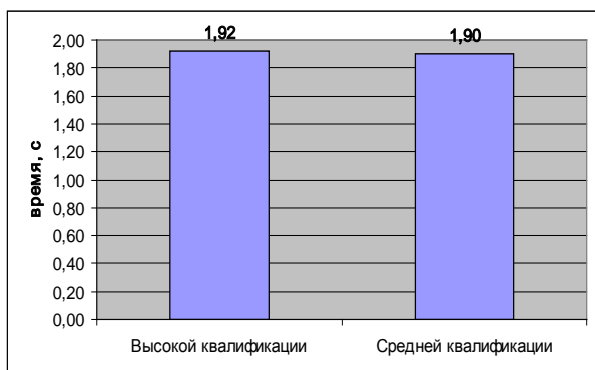


Рис. 53 – Время первого предварительного раскручивания молота

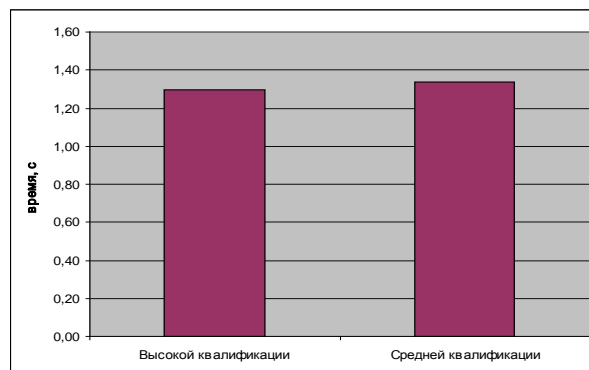


Рис. 54 – Время второго предварительного раскручивания молота

Корреляционный анализ дальности полета молота и времени раскручивания молота свидетельствует о низкой связи между этими среднестатистическими параметрами. Для дальности полета молота и времени первого предварительного раскручивания молота у спортсменов высокой квалификации  $r=-0,26$ , у спортсменов средней квалификации –  $r=-0,42$ . Во втором предварительном раскручивании молота эти показатели по абсолютной величине еще меньше и составляют соответственно  $r=0,15$  и  $r=0,06$ , а их положительное значение к тому же указывает и на необходимость увеличения времени второго раскручивания молота для увеличения дальности полета молота, что противоречит законам механики, так как уменьшает угловую, а следовательно, и линейную скорость молота.

В то же время несущественное, статистически недостоверное различие длительности первого и второго предварительного раскручивания молота у спортсменов высокой и средней квалификации, свидетельствует о возможности допускаемого произвола в скорости выполнения этих структурных компонентов метания атлетами различной квалификации.

На рисунках 55 - 58, представленных в виде гистограмм, показано время выполнения последующих четырех оборотов молота у спортсменов высокой и средней квалификации. Для рассматриваемых случаев существенным является более удлиненное по времени выполнение каждого структурного элемента спортсменами средней квалификации по сравнению со спортсменами высокой квалификации.

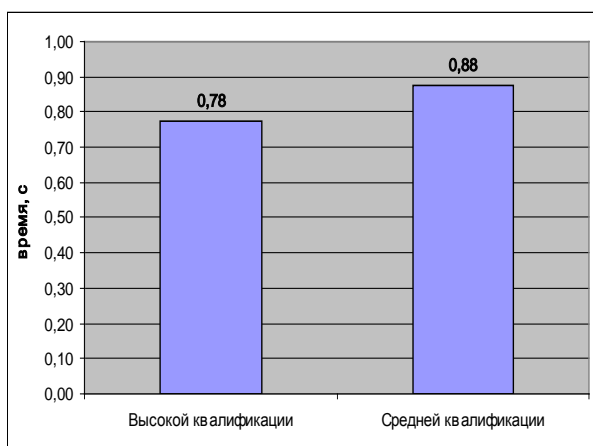


Рис. 55 – Время первого оборота молота

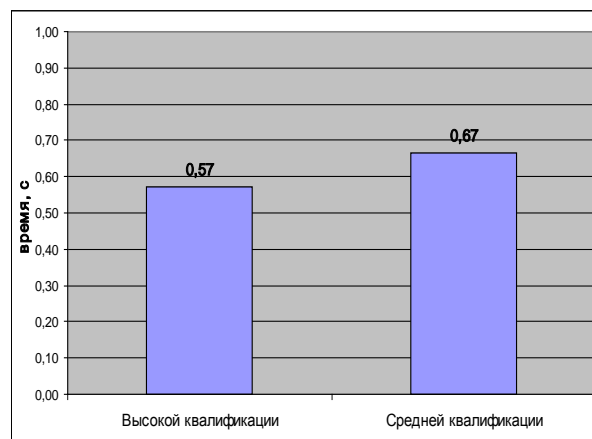


Рис. 56 – Время второго оборота молота

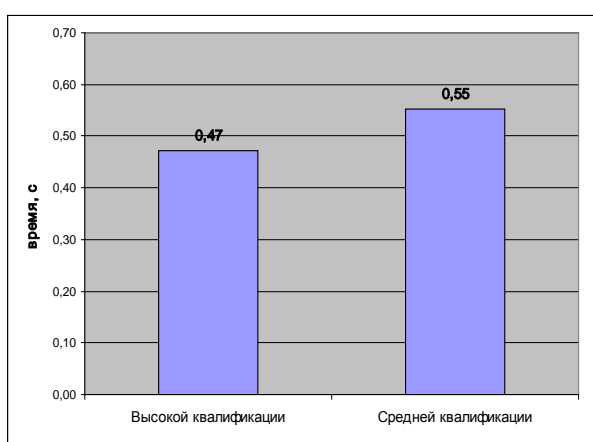


Рис. 57 – Время третьего оборота молота

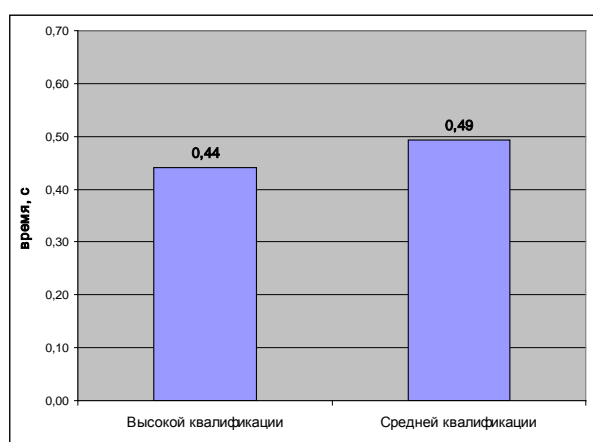


Рис. 58 – Время четвертого оборота молота

Так время первого оборота молота у спортсменов высокой квалификации (0,78 с) достоверно отличается ( $t=3,81$ ) от времени первого оборота атлетов средней квалификации (0,88 с). Однако ни один из рассматриваемых показателей не коррелирует с результатом дальности полета молота на высоком уровне. Для спортсменов высокой квалификации  $r=-0,25$ ; для спортсменов средней квалификации  $r=0,11$ .

Второй оборот молота выполняется спортсменами высокой квалификации за 0,57 с, атлетами средней квалификации за 0,67 с. Здесь также отмечается достоверное различие по времени выполнения рассматриваемого структурного компонента ( $t=4,49$ ) между спортсменами высокой и средней квалификации, с одновременно слабой связью между длительностью выполнения и дальностью полета молота ( $r=-0,41$  и  $r=0,02$ ).

Время выполнения третьего оборота молота спортсменами высокой квалификации (0,47 с) еще более отличается от длительности вращения спортивного снаряда (0,55 с) атлетами средней квалификации ( $t=6,05$ ). Сильная корреляционная связь между временем оборота молота и дальностью его полета отсутствует как в группе спортсменов высокой квалификации ( $r = -0,24$ ), так и средней квалификации ( $r = -0,55$ ).

Важнейший по техническим действиям метателей молота четвертый оборот спортивного снаряда выполняется спортсменами высокой квалификации за 0,44 с, атлетами средней квалификации за 0,49 с и различие в этих показателях является статистически достоверным ( $t=2,65$ ). Корреляция между дальностью полета молота и временем четвертого оборота молота выражена слабо. Для спортсменов группы высокой квалификации коэффициент корреляции равен  $-0,25$ ; для атлетов сравниваемой группы этот показатель составляет  $-0,21$ .

Составной элемент четвертого оборота молота – финальное усилие. Время его выполнения исключительно непродолжительно и для группы спортсменов высокой квалификации оно равно 0,30 с, а для спортсменов средней квалификации – 0,35 с (рис. 59). Различие между рассматриваемым показателем в группе атлетов высокой квалификации и средней квалификации является статистически достоверным ( $t=2,41$ ). Низкие коэффициенты корреляции между дальностью полета молота и временем выполнения финальной части метательного движения не обеспечивают сильной связи между рассматриваемыми показателями как в группе спортсменов высокой квалификации ( $r=0,27$ ), так и в группе спортсменов средней квалификации ( $r = -0,18$ ).

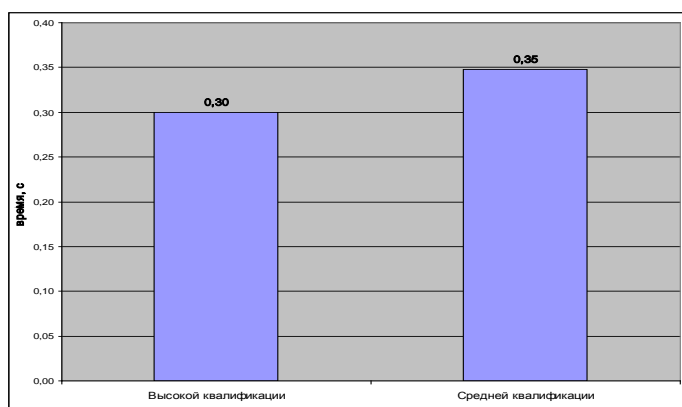


Рис. 59 – Время финального вращения молота

Сравнительный анализ кинематических структур метания молота спортсменами высокой и средней квалификации, непосредственно связанный с вращательной активностью метателя, свидетельствует о том, что многие фазовые элементы соревновательного упражнения очень слабо связаны с дальностью полета спортивного снаряда. В то же время между одними и теми же отдельными кинематическими структурами метания молота спортсменами высокой и средней квалификации существуют статистически достоверные различия, свидетельствующие о различном скоростном режиме двигательных действий, а, следовательно, и о различной организации в построении движений и техническом мастерстве атлетов.

Так время входа в поворот (рис. 60) у спортсменов высокой квалификации (0,42 с) существенно не отличается от этого показателя у атлетов средней квалификации (0,46 с), что подтверждается и статистическим параметром различия ( $t=1,18$ ).

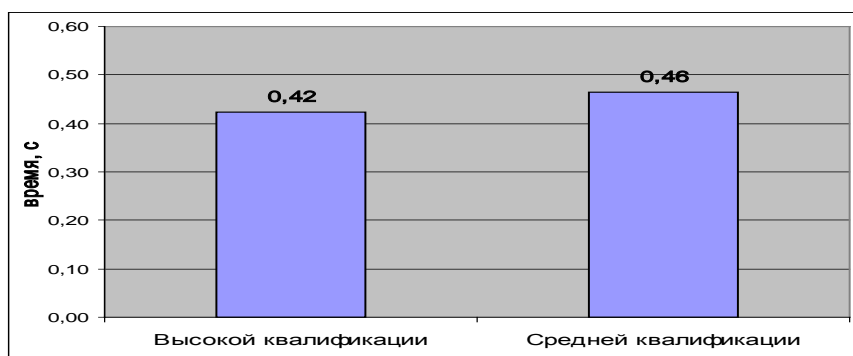


Рис. 60 – Время входа в поворот

Корреляционная связь рассматриваемых временных характеристик движения и дальности полета молота – слабая: у атлетов высокой квалификации  $r=-0,17$ , а у спортсменов средней квалификации  $r=0,24$ . К тому же положительное значение коэффициента корреляции у метателей средней квалификации противоречит объективной картине биомеханики соревновательного упражнения. Получается, что чем больше время поворота, тем больше дальность полета молота – прямая зависимость. В то же время из уравнений движения тела, брошенного под углом к горизонту, следует, что увеличение дальности полета связано со скоростью вылета прямой зависимостью и с этой целью необходимо уменьшать время, затрачиваемое на цикл оборота. Следовательно, отмечается явное противоречие корреляционной связи в рассматриваемом элементе движения с тем выводом, который следует из уравнений классической механики.

**Биомеханическая и статистическая характеристика временного ряда одноопорных фаз во вращательных движениях системы «молот-спортсмен»** Биомеханическая и статистическая характеристика временного ряда одноопорных фаз во вращательных движениях системы «молот-спортсмен» проводилась на основе сравнительного анализа длительности выполнения одноопорной фазы метания молота у атлетов высокой и средней квалификации (рис. 61)

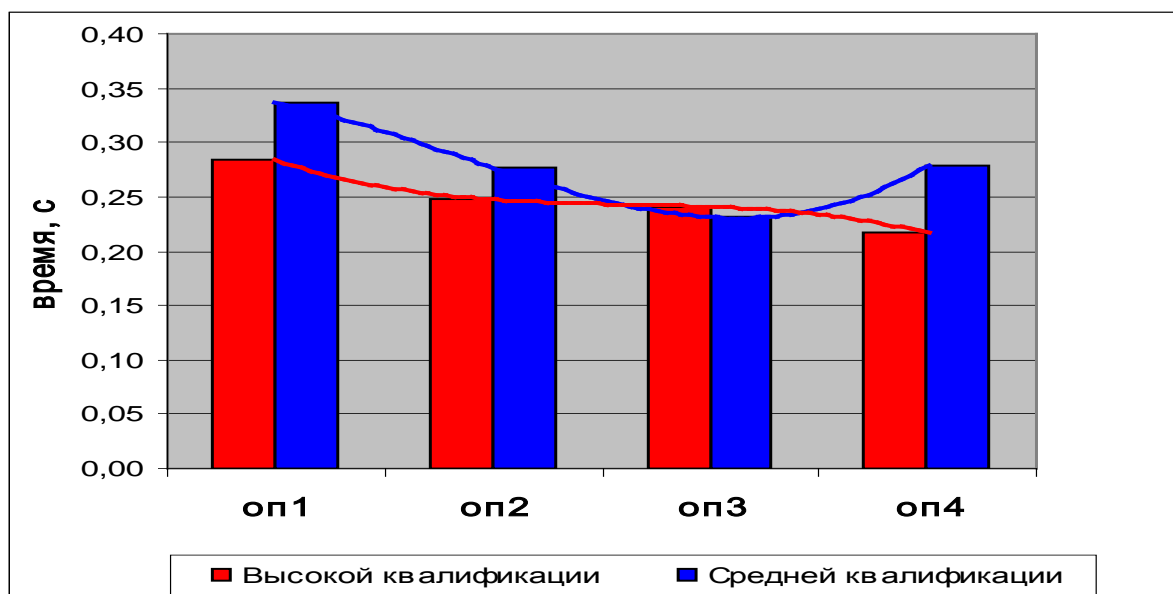


Рис. 61 – Гистограмма и тренд длительности выполнения одноопорной фазы метания молота у атлетов высокой и средней квалификации

У спортсменов высокой квалификации отмечается ниспадающий характер длительности одноопорных фаз метания молота. Функциональная связь между временем выполнения одноопорной фазы поворота и ее номером устанавливается в виде (3.25)

$$Y = -0,0078x^3 + 0,0613x^2 - 0,1651x + 0,395. \quad (3.25)$$

Для спортсменов средней квалификации рассматриваемая зависимость имеет вид (3.26)

$$Y = 0,0131x^3 - 0,0717x^2 + 0,063x + 0,3322. \quad (3.26)$$

Верхняя ( $Y_{max}$ ) и нижняя границы ( $Y_{min}$ ) диапазона отклонений от среднестатистического исполнения в группе спортсменов высокой

квалификации показаны на рисунке 62, 63 и описываются формулами (3.27, 3.28)

$$Y_{max} = -0,0074x^2 + 0,0182x + 0,3564, \quad (3.27)$$

$$Y_{min} = -0,0121x^3 + 0,1038x^2 - 0,2904x + 0,3971. \quad (3.28)$$

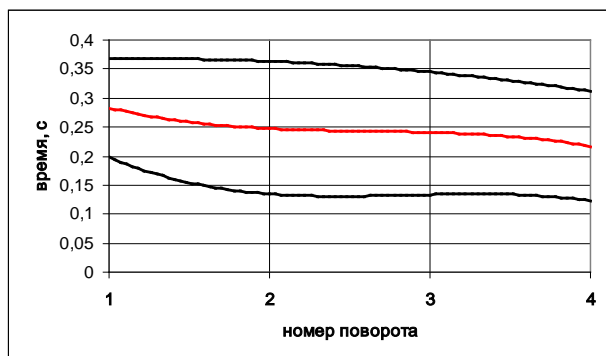


Рис. 62 – Модельные характеристики времени одноопорных фаз у спортсменов высокой квалификации

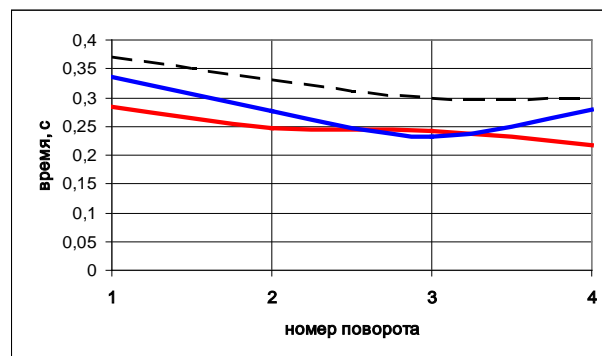


Рис. 63 – Время выполнения одноопорных фаз у спортсменов высокой и средней квалификации и верхняя граница возможного отклонения по модельным характеристикам

Считалось, что в рамках коридора образованного верхней и нижней границами длительности одноопорных фаз метания молота, атлет не совершает грубых технических ошибок. Необходимо отметить также, что длительность выполнения одноопорной фазы каждого последующего структурного компонента должна иметь тенденцию уменьшения.

Длительность одноопорных фаз и дальность полета молота в группе спортсменов высокой квалификации имеют слабую корреляционную связь, численные значения которой для каждого поворота соответственно равны - 0,08; -0,40; -0,09, -0,23.

В группе атлетов средней квалификации рассматриваемые показатели соответственно равны -0,80; -0,02; -0,27; -0,33. Здесь только в первом повороте проявляется сильная обратная корреляционная связь между временем выполнения одноопорной фазы и дальностью полета молота ( $r = -0,80$ ). В остальных фазах движения эта связь практически отсутствует.

В анализируемых фазах метания молота не отмечается достоверная разница по их длительности выполнения между группами спортсменов высокой и средней квалификации. Так в первом вращении биомеханической

системы «молот-спортсмен» t-критерий Стьюдента равен 2,21; во втором – 1,29; в третьем – 0,45 и в четвертом – 1,45. Следовательно, спортсмены высокой и средней квалификации практически не отличаются по времени выполнения одноопорной фазы движения друг от друга. Некоторое отличие можно усмотреть лишь в первом повороте, но и оно статистически не достоверно для групп со степенью свободы равной 20.

**Длительность выполнения двухопорной фазы и ее биомеханическая интерпретация.** Длительность выполнения двухопорной фазы и ее биомеханическая интерпретация после входа спортсмена в поворот и по окончании финального усилия дополнили картину ритмического рисунка поворотов (рис. 64 - 67) и способствовали установлению функциональной связи между временем ее выполнения и номером вращения.

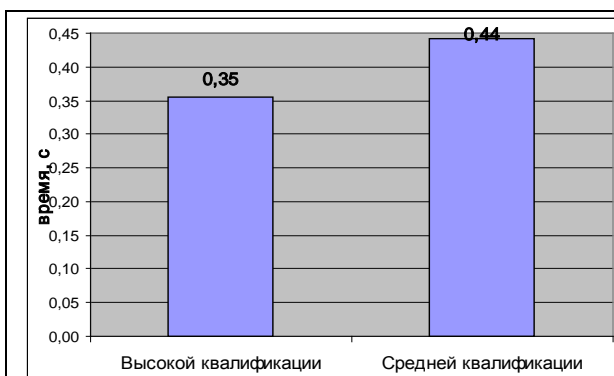


Рис. 64 – Время двухопорной фазы первого поворота

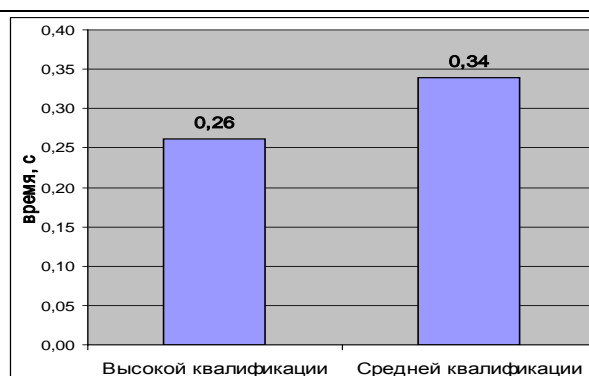


Рис. 65 – Время двухопорной фазы второго поворота

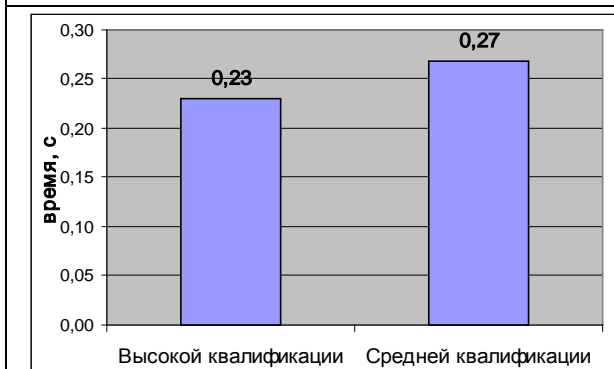


Рис. 66 – Время двухопорной фазы третьего поворота

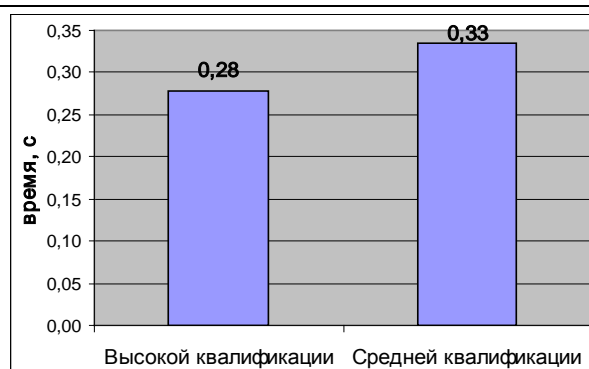


Рис. 67 – Время двухопорной фазы четвертого поворота

Формульное выражение для описания длительности выполнения двухопорных фаз в кинематических структурах вращательного типа «молот-спортсмен» у атлетов высокой квалификации имеет вид (3.29)

$$Y = 0,034x^2 - 0,195x + 0,5152. \quad (3.29)$$

Для спортсменов средней квалификации длительность временной последовательности двухопорной фазы представляется в виде (3.30)

$$Y = 0,017x^3 - 0,0856x^2 + 0,0341x + 0,4767. \quad (3.30)$$

Уравнения (см. 3.29, 3.30) в математической форме описывают графическое представление гистограммы временного тренда (рис. 68) анализируемых структурных групп соревновательного упражнения.

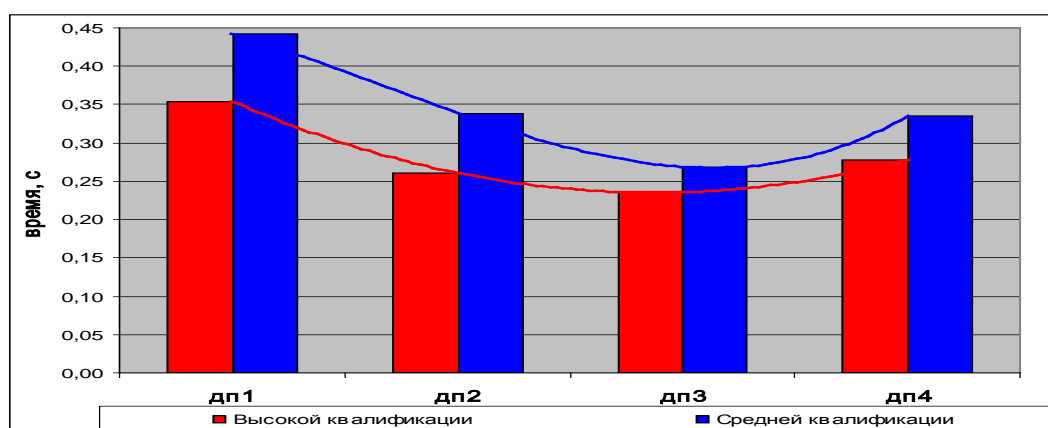


Рис. 68 – Гистограмма и тренд длительности выполнения двухопорной фазы метания молота у атлетов высокой и средней квалификации

Длительность выполнения двухопорных фаз (см. рисунок 103) и дальность полета молота в группе спортсменов высокой квалификации имеют слабую корреляционную связь, численные значения которой для каждого поворота соответственно равны -0,07; -0,06; -0,27; 0,16.

В группе атлетов средней квалификации рассматриваемые показатели соответственно равны 0,13; 0,42; 0,30; 0,04. Здесь только в первом повороте проявляется слабая прямая корреляционная связь между временем выполнения двухопорной фазы и дальностью полета молота ( $r=0,42$ ). При этом все связи – прямые, что означает, что увеличение дальности полета спортивного полета непосредственно связано с увеличением длительности двухопорной фазы. Но в рамках целостного выполнения упражнения следствием таких структурных перестроек движения будет уменьшение угловой скорости вращения биомеханической системы «молот-спортсмен», что не является целесообразным.

Не во всех анализируемых фазах метания молота отмечается достоверная разница по их длительности выполнения между группами спортсменов высокой и средней квалификации. Так в первом вращении биомеханической системы «молот-спортсмен» t-критерий Стьюдента равен 3,29; во втором – 4,88; в третьем – 1,56 и в четвертом – 3,65. Следовательно, спортсмены высокой и средней квалификации не отличаются по времени выполнения двухопорной фазы движения в третьем повороте.

Отклонения от среднестатистического показателя времени выполнения двухопорной фазы у спортсменов высокой квалификации (рис. 69, 70) можно представить в виде верхней и нижней границ коридора, в котором возможны вариации временных показателей без значительного ухудшения техники анализируемого движения.

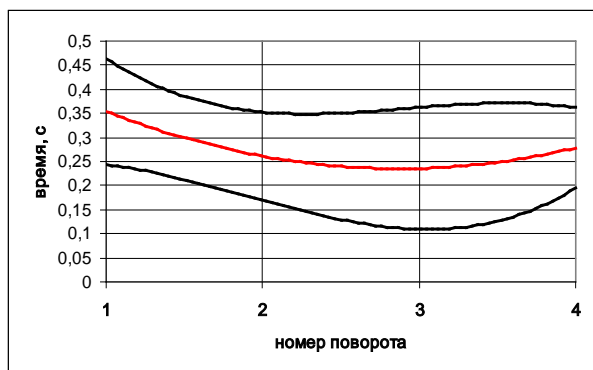


Рис. 69 – Модельные характеристики длительности (■) двухопорных фаз у спортсменов высокой квалификации, верхняя и нижняя границы (■) возможного отклонения от средних параметров

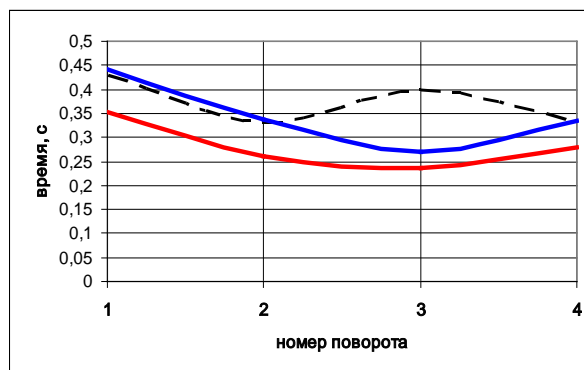


Рис. 70 Тренд длительности выполнения двухопорной фазы метания молота у атлетов высокой (■), средней (■) квалификации и верхняя граница (---) диапазона, ограничивающая выполнение без грубейших технических ошибок

Численные значения верхней ( $Y_{max}$ ) и нижней ( $Y_{min}$ ) границ отклонения определялись по формуле  $Y_{max}=Y+1,96\sigma$ ,  $Y_{min}=Y-1,96\sigma$ . В математическом представлении зависимость длительности времени двухопорной фазы движения от номера поворота ( $x$ ) имеет вид (3.31, 3.32)

$$Y_{max} = -0,022x^3 + 0,1927x^2 - 0,5362x + 0,8301, \quad (3.31)$$

$$Y_{min} = 0,0217x^3 - 0,1227x^2 + 0,1415x + 0,2033. \quad (3.32)$$

Выполнение вращений биомеханической системой «молот-спортсмен» с длительностью двухопорной фазы определяемой границами верхнего (см.

3.31) и нижнего (см. 3.32) коридора ограничений по времени, можно считать исполнением без грубейших технических ошибок. Однако в границах коридора должна существовать тенденция продвижения по временному ряду двухопорных фаз отдельных структурных элементов вращения, построенная по параболе, при которой время выполнения анализируемой кинематической структуры в четвертом повороте больше, чем в третьем.

### **Биомеханика поворотов системы «молот-спортсмен».**

Анализ временных характеристик кинематических структур вращательного режима биомеханической системы «молот-спортсмен» после предварительного раскручивания молота и входа спортсмена в поворот выявил типичные закономерности, определяющие биомеханику рациональной временной организации поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен».

На рисунках (71-74) в количественном виде показана продолжительность выполнения поворотов системы «молот-спортсмен», включающая как одноопорные, так и двухопорные фазы метания спортивного снаряда.

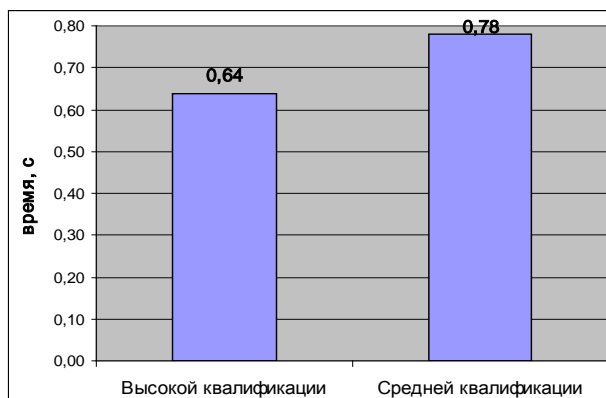


Рис. 71 – Время первого поворота

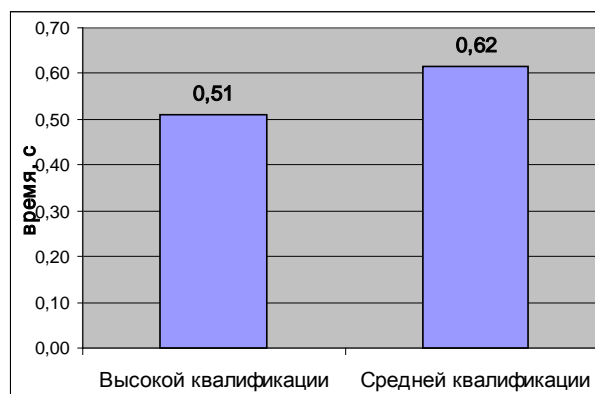


Рис. 72 – Время второго поворота

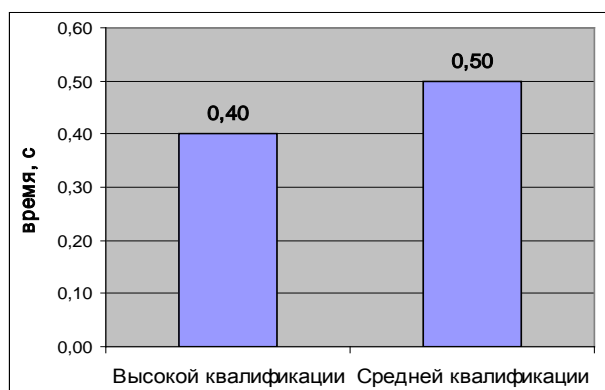


Рис. 73 – Время третьего поворота

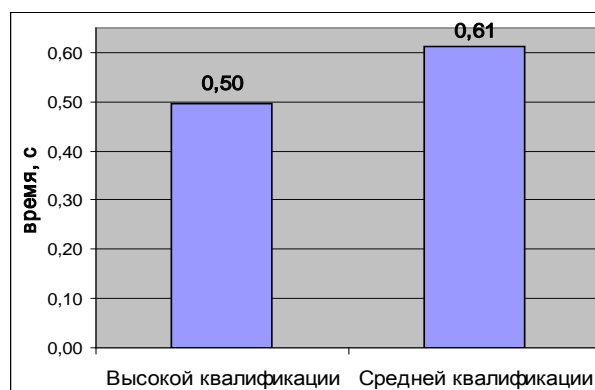


Рис. 74 – Время четвертого поворота

Формульное выражение, связывающее длительность ( $Y$ ) выполнения поворота в зависимости от его номера ( $x$ ) в кинематических структурах вращательного типа «молот-спортсмен» у атлетов высокой квалификации имеет вид (3.33)

$$Y = -0,0079x^3 + 0,0962x^2 - 0,3625x + 0,9117. \quad (3.33)$$

Аналогичной математической структурой определяется длительность выполнения поворотов у спортсменов средней квалификации (3.34)

$$Y = 0,0302x^3 - 0,1572x^2 + 0,097x + 0,8089. \quad (3.34)$$

Графическое представление гистограммы временного тренда анализируемых структурных групп соревновательного упражнения можно получить из рисунка 75.

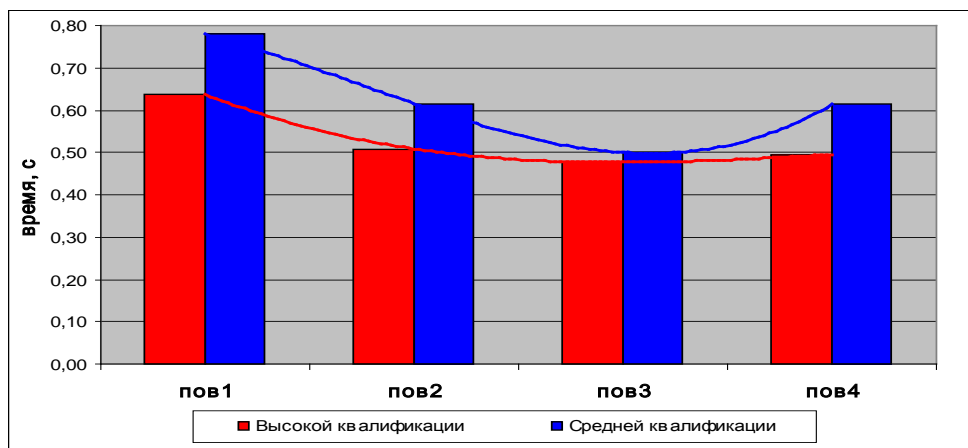


Рис. 75 – Гистограмма и тренд длительности выполнения поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен» у атлетов высокой и средней квалификации

Длительность выполнения поворотов (см. рисунок 110) и дальность полета молота в группе спортсменов высокой квалификации имеют слабую корреляционную связь, численные значения которой для каждого поворота соответственно равны 0,01; -0,42; -0,36; -0,07.

В группе атлетов средней квалификации рассматриваемые показатели соответственно равны -0,61; 0,18; -0,08; -0,35. Здесь только в первом повороте проявляется значимая обратная корреляционная связь между

временем его выполнения и дальностью полета молота ( $r = -0,61$ ). В остальных поворотах такой значимой связи нет.

Не во всех анализируемых фазах метания молота отмечается достоверная разница по их длительности выполнения между группами спортсменов высокой и средней квалификации. Так в первом вращении биомеханической системы «молот-спортсмен» t-критерий Стьюдента равен 4,90; во втором – 4,22; в третьем – 1,11 и в четвертом – 2,79. Следовательно, длительность выполнения только третьего поворота не имеет достоверных различий у спортсменов высокой и средней квалификации.

Отклонения от среднестатистического показателя времени выполнения поворотов у спортсменов высокой квалификации можно представить в виде верхней ( $Y_{max}$ ) и нижней ( $Y_{min}$ ) границ коридора, представляющего диапазон отклонений и описываемых уравнениями (3.35, 3.36)

$$Y_{max} = 0,0355x^2 - 0,2252x + 0,9464, \quad (3.35)$$

$$Y_{min} = 0,0382x^2 - 0,2354x + 0,7106. \quad (3.36)$$

В рамках модельных характеристик длительности поворотов (рисунок 76) возможны отклонения по времени их выполнения, не приводящие к серьезным искажениям техники метания и, выступающие в качестве критериев рациональной организации временной структуры движений (рис. 77).

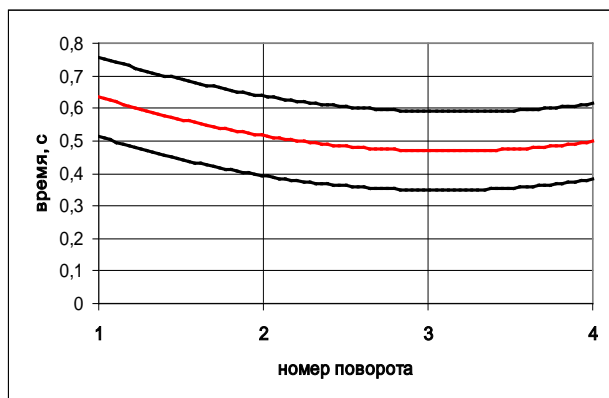


Рис. 76 – Модельные характеристики длительности (■) поворотов у спортсменов высокой квалификации, верхняя и нижняя границы (■) возможного отклонения от средних параметров

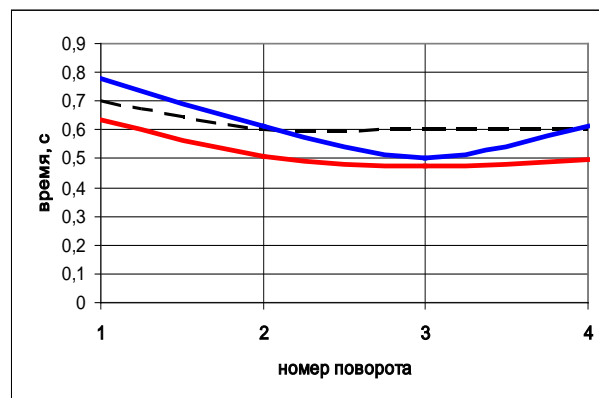


Рис. 77 – Тренд длительности выполнения поворотов у атлетов высокой (■), средней (■) квалификации и верхняя граница (---) диапазона, ограничивающая выполнение без грубейших технических ошибок

Сравнительный анализ свидетельствует о том, что спортсмены средней квалификации затрачивают больше времени на выполнение всех четырех поворотов (рис. 78). У спортсменов высокой квалификации суммарное время четырех поворотов составляет 2,13 с, у метателей молота средней квалификации соответственно – 2,51 с, или на 18% больше. Отметим нарастающий характер длительностей отношений двух фаз с первого по третий повороты и существенный спад в четвертом повороте (рис. 79).

Для спортсменов средней квалификации характерно:

- неярко выраженное нарастание отношения длительности одноопорной к двухопорной фазам от первого к третьему повороту;
- отсутствие резкого спада в четвертом повороте.

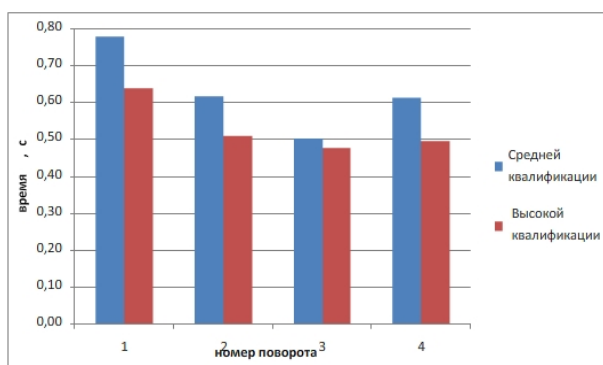


Рис. 78 – Длительность поворотов

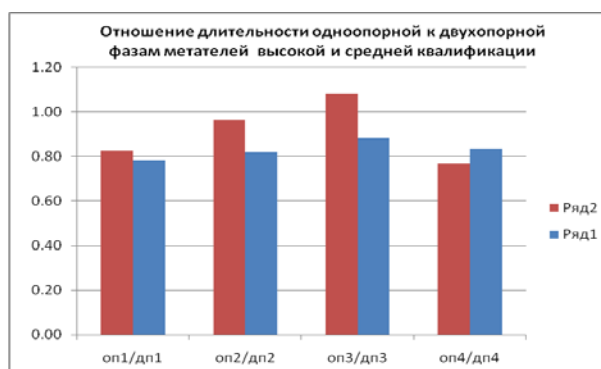


Рис. 79 – Отношение длительности одноопорной и двухопорной фаз у спортсменов высокой (■) и средней (■) квалификации

Полученные данные свидетельствуют:

- о более размытой и неточной дифференцировке пространственно-временных соотношений у спортсменов, не достигших технического совершенства;
- о более акцентированной и активной работе в двухопорной фазе спортсменов высокой квалификации, направленной на повышение угловой скорости биомеханической системы «молот-спортсмен»;
- о большей продолжительности двухопорной фазы в заключительном повороте и финальном усилии у спортсменов высокой квалификации.

Отношение длительности одноопорной к двухопорной фазе поворота (Y) у спортсменов высокой квалификации в математической форме имеет вид (3.37)

$$Y = -0,0683x^3 + 0,399x^2 - 0,5803x + 1,0742. \quad (3.37)$$

Отклонения от среднестатистического показателя отношения длительности одноопорной к двухопорной фазе поворота у спортсменов высокой квалификации можно представить в виде верхней ( $Y_{max}$ ) и нижней ( $Y_{min}$ ) границ коридора. Диапазон отклонения для всех поворотов описывается уравнениями (3.38)

$$\begin{aligned} Y_{max} &= -0,2275x^3 + 1,4466x^2 - 2,4357x + 2,4545, \\ Y_{min} &= 0,091x^3 - 0,6486x^2 + 1,2751x - 0,3061. \end{aligned} \quad (3.38)$$

В рамках модельных характеристик отношение длительности одноопорной к двухопорной фазе поворота показано на рисунке 80.

Для спортсменов средней квалификации характерным является более равномерное изменение отношения длительностей одноопорной и двухопорной фаз поворотов (рис. 81) в процессе метания молота.

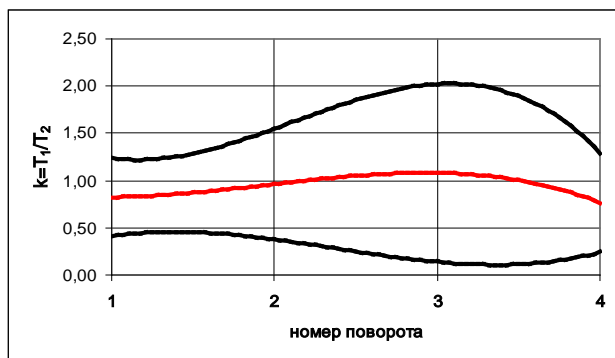


Рис. 80 – Модельные характеристики отношения длительности одноопорной и двухопорной фаз поворотов (■) у спортсменов высокой квалификации и диапазон возможных отклонений (■) от средних параметров

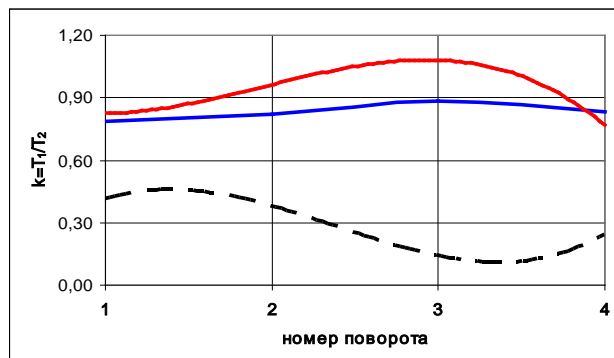


Рис. 81 – Отношение длительности одноопорной и двухопорной фаз поворотов у спортсменов высокой (■) и средней (■) квалификации и граница возможного отклонения (■) от средних параметров

По рассматриваемому биомеханическому показателю спортсмены средней квалификации, не выходя за границу технических погрешностей и ошибок, достаточно близки к атлетам высокой квалификации.

**Скоростные параметры метания молота.** Скоростные параметры метания молота, в сравнительном сопоставлении у спортсменов высокой и средней квалификации, использовались при анализе трех биомеханических характеристик: угловой скорости, углового ускорения спортивного снаряда

(рисунок 82, 83) и горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ спортсменов (рисунок 84).

Начиная со второго структурного компонента метания молота (см. рисунок 3.103) происходит постепенный разрыв между угловой скоростью молота у спортсменов высокой и средней квалификации. К концу третьего поворота разница в угловой скорости молота достигает 2 рад/с, что составляет около 15% от результатов спортсменов высокой квалификации. Таким образом, спортсмены средней квалификации выполняют метание молота по скоростным характеристикам на уровне 85% от спортсменов высокой квалификации.

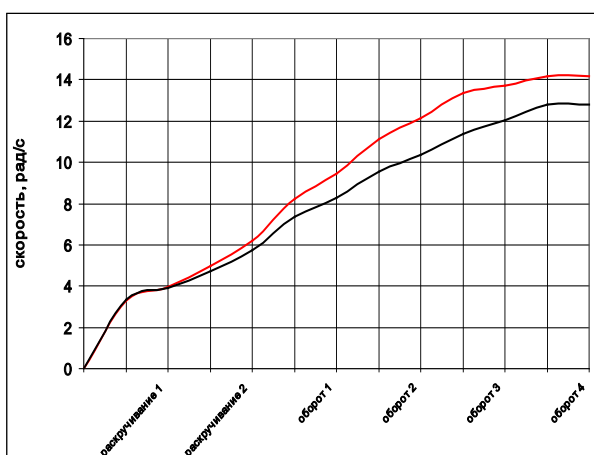


Рис. 82 – Угловая скорость молота у спортсменов высокой (■) и средней (■) квалификации

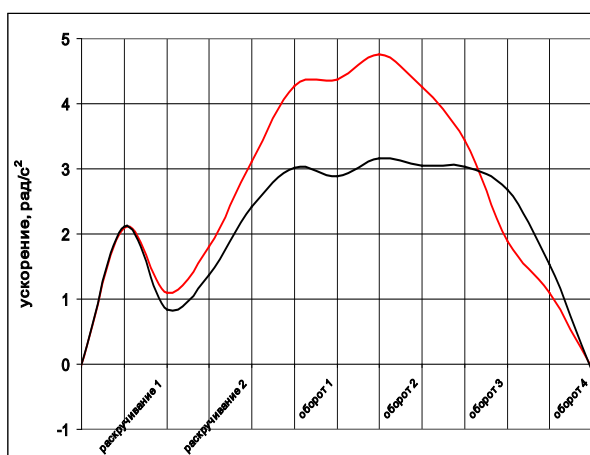


Рис. 83 – Угловое ускорение молота у спортсменов высокой (■) и средней (■) квалификации

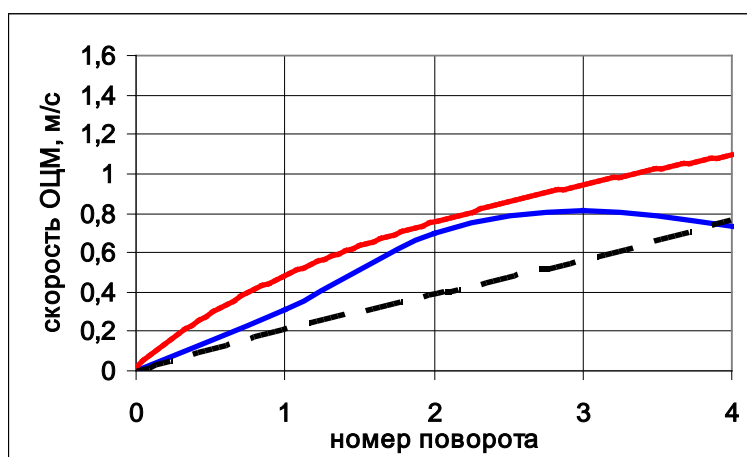


Рис. 84 – Горизонтальная составляющая линейной скорости ОЦМ спортсменов высокой (■) и средней (■) квалификации и границы возможного отклонения (■) от модельных характеристик

Для спортсменов высокой квалификации характерно наличие глобального максимума по угловому ускорению молота между первым и вторым поворотом метателя, который близко приближается к отметке 5 рад/с<sup>2</sup>.

У спортсменов средней квалификации такого ярко выраженного глобального максимума углового ускорения молота нет. Практически после завершения второго раскручивания и по окончании третьего поворота максимум углового ускорения молота имеет форму плато, значения которого варьируют в пределах 2,8-3,2 рад/с<sup>2</sup>. Следовательно, по угловому ускорению молота спортсмены средней квалификации реализуют 60%-70% от возможностей атлетов высокой квалификации.

Если у спортсменов высокой квалификации с каждым последующим поворотом биомеханической системы «молот-спортсмен» отмечается возрастающий характер горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ, то у атлетов средней квалификации на третьем повороте достигается максимум значения анализируемой биомеханической характеристики, с последующим снижением к четвертому повороту.

Отмечаемые различия являются довольно существенными, так как в заключительной части четвертого поворота у спортсменов средней квалификации горизонтальная составляющая линейной скорости ОЦМ выходит за границы диапазона, в рамках которого техника метания молота является эталонной для атлетов групп спортивного совершенствования.

**Стартовые условия вылета молота.** Все предварительные технические действия спортсмена были направлены на то, чтобы создать наиболее благоприятные стартовые условия для вылета молота. Одним из факторов влияющих на дальность полета молота является горизонтальная скорость ОЦМ тела спортсмена, формирующая вместе с вертикальной составляющей и вращательной компонентой биомеханической системы «молот-спортсмен» результирующую линейную скорость вылета молота.

Вклад этого фактора в дополнительное приобретение горизонтальной составляющей линейной скорости вылета молота относительно невелик, но пренебрегать им в зоне рекордных достижений не стоит. Оценим весомость вклада горизонтальной составляющей линейной скорости ОЦМ тела спортсмена в балансе горизонтальной составляющей линейной скорости молота в момент вылета. Рассмотрим первоначально количественные значения рассматриваемого показателя по зонам поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен» (табл. 3).

Таблица 3

## Линейная скорость ОЦМ метателя молота по зонам поворотов

Квалификация спортсменов	Первый поворот (м/с)	Второй поворот (м/с)	Третий поворот (м/с)	Четвертый поворот (м/с)
Высокая	0,50	0,76	0,96	1,19
Средняя	0,31	0,70	0,81	0,73

В таблице 3 представлены среднестатистические данные по двум группам спортсменов: атлеты высокой и средней квалификации. Здесь можно отметить, что в группе спортсменов высокой квалификации происходит постепенное возрастание скорости по зонам поворотов. И в конце четвертого поворота линейная скорость ОЦМ метателя в горизонтальном направлении становится равной 1,19 м/с.

Для спортсменов средней квалификации максимальное значение линейной скорости ОЦМ приобретает раньше (0,81 м/с, третий поворот – см. таблицу 3) с дальнейшим ее уменьшением до 0,73 м/с. Вполне понятно, что такой кинематический рисунок перемещения ОЦМ тела спортсмена в горизонтальном направлении характеризует недостаточное техническое мастерство спортсменов средней квалификации.

Линейное ускорение ОЦМ тела атлета (таблица 4) формирует изменение его линейной скорости.

Таблица 4

## Линейное ускорение ОЦМ метателя молота по зонам поворотов

Квалификация спортсменов	Первый поворот (м/с <sup>2</sup> )	Второй поворот (м/с <sup>2</sup> )	Третий поворот (м/с <sup>2</sup> )	Четвертый поворот (м/с <sup>2</sup> )
Высокая	0,83	0,46	0,38	0,16
Средняя	0,11	0,44	0,04	-0,05

Спортсмены высокой квалификации поддерживают положительное ускорение ОЦМ в зоне всех четырех структурных компонентов метания молота (см. таблицу 4), с плавным уменьшением от 0,83 м/с<sup>2</sup> в первом повороте до 0,16 м/с<sup>2</sup> в четвертом. Спортсмены средней квалификации не могут приобрести необходимого ускорения в первом повороте и резко теряют его, начиная со второго поворота, что приводит к потере набранной к третьему повороту линейной скорости ОЦМ тела спортсмена.

И, наконец, отметим еще два компонента биомеханики движений спортсмена, непосредственно, влияющих на дальность полета молота.

Первый из них – угол вылета молота, второй – его линейная скорость (таблица 5).

Таблица 5

Пространственно-временные параметры стартовых условий вылета молота

Квалификация спортсменов	Радиус вращения молота (м)	Расстояние от ОЦМ системы до опоры (м)	Расстояние от ОЦМ спортсмена до опоры (м)	Высота выпуска молота (м)	Угол вылета молота (град)	Линейная скорость вылета молота (м/с)
<i>Высокая</i>	1,90	1,25	1,18	1,85	39,54	28,41
<i>Средняя</i>	1,59	1,19	1,11	1,75	38,92	25,20

У спортсменов высокой квалификации линейная скорость вылета молота (28,41 м/с) на 11,3% больше, чем у спортсменов средней квалификации (25,20 м/с). Линейная скорость перемещения ОЦМ тела спортсмена по горизонтали у спортсменов высокой квалификации (1,19 м/с) составляет 5,43% от 21,9 м/с – горизонтальной скорости вылета молота. У спортсменов средней квалификации линейная скорость перемещения ОЦМ тела спортсмена по горизонтали (0,73 м/с) составляет 3,7% от горизонтальной скорости вылета молота (19,6). Таким образом, как в абсолютном значении, так и в процентном соотношении спортсмены средней квалификации уступают спортсменам высокой квалификации по вкладу, вносимому горизонтальной скоростью перемещения ОЦМ тела атлета в формирование горизонтальной составляющей скорости вылета молота.

Дополнительно необходимо отметить, что, учитывая начальную высоту выпуска молота, оптимальным углом вылета молота является угол равный примерно  $44^{\circ}$ . Реальный угол вылета молота составляет  $38,9^{\circ}$ - $39,5^{\circ}$ , что на  $4^{\circ}$ - $5^{\circ}$  меньше теоретически прогнозируемого оптимального угла вылета молота. Следовательно, всем спортсменам следует повышать точность угла вылета молота, с ориентацией его увеличения на  $4^{\circ}$ - $5^{\circ}$ .

**Управление технической подготовкой метателей молота на основе срочной информации о биомеханических характеристиках метания.**

**Биомеханические критерии оценки уровня технического мастерства метателя молота** основывались на результатах выполненного исследования. В качестве модельных характеристик, позволяющих получить объективную и оперативную информацию об уровне технического мастерства метателей молота, использовались кинематические

характеристики, как отдельных фаз соревновательного упражнения, так и всего упражнения в целом.

По результатам исследования были разработаны и использованы в педагогическом эксперименте:

- модель 1 – временная продолжительность раскручивания и оборотов молота;
- модель 2 – временная продолжительность выполнения поворотов;
- модель 3 – длительность одноопорных фаз поворотов;
- модель 4 – длительность двухопорных фаз поворотов;
- модель 5 – отношение длительности одноопорной фазы поворотов к двухопорной;
- модель 6 – угловая скорость молота в раскручиваниях и оборотах;
- модель 7 – угловое ускорение молота в раскручиваниях и оборотах;
- модель 8 – горизонтальная составляющая линейной скорости ОЦМ биомеханической системы «молот-спортсмен».

Критерием технического мастерства являлась линия тренда биомеханических характеристик, описываемая адекватной функциональной моделью (рис. 84).

**Определение уровня технической подготовленности спортсменов** средней квалификации определялся по приближенности или удаленности индивидуальных биомеханических показателей к критериям эталонной техники метания молота.

Группу испытуемых, для которых планировалось экспериментальная проверка эффективности оперативной коррекции технической подготовки на основе срочной информации о биомеханических характеристиках двигательных действий, составили метатели молота средней квалификации в количестве 9 человек, имеющие I разряд и спортивное звание кандидата в мастера спорта Республики Беларусь. По среднестатистическим показателям расчетных характеристик кинематической структуры соревновательного упражнения определилась общая стратегия технического совершенствования группы испытуемых. Полученные в первоначальном тестировании биомеханические данные сопоставлялись на основе функциональных моделей с критериями рациональной техники метания молота (рис. 85, 86).

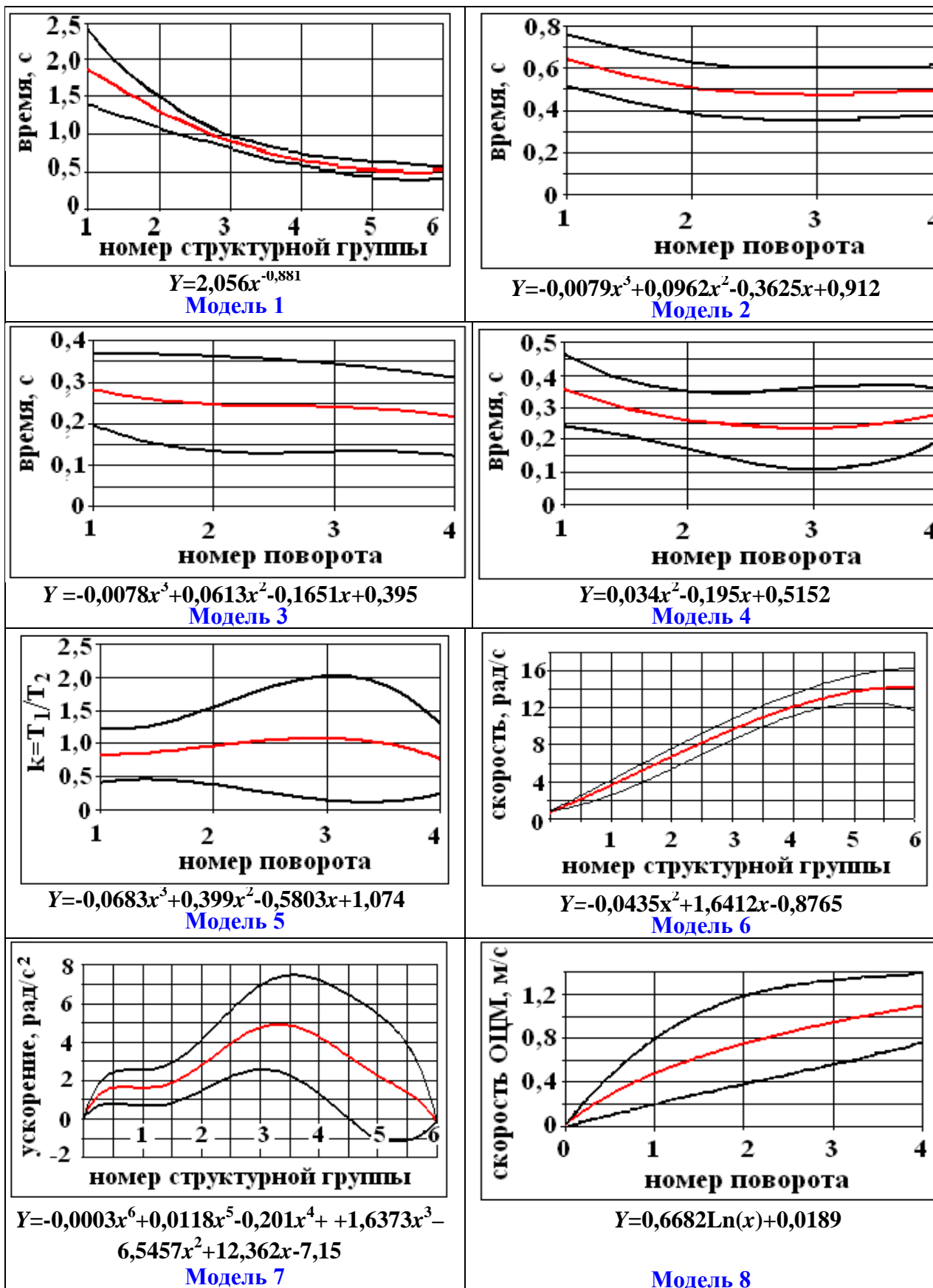


Рис. 85 – Аналитические модели (Y), биомеханические критерии (■) и граничные значения (■) эталонной техники метания молота

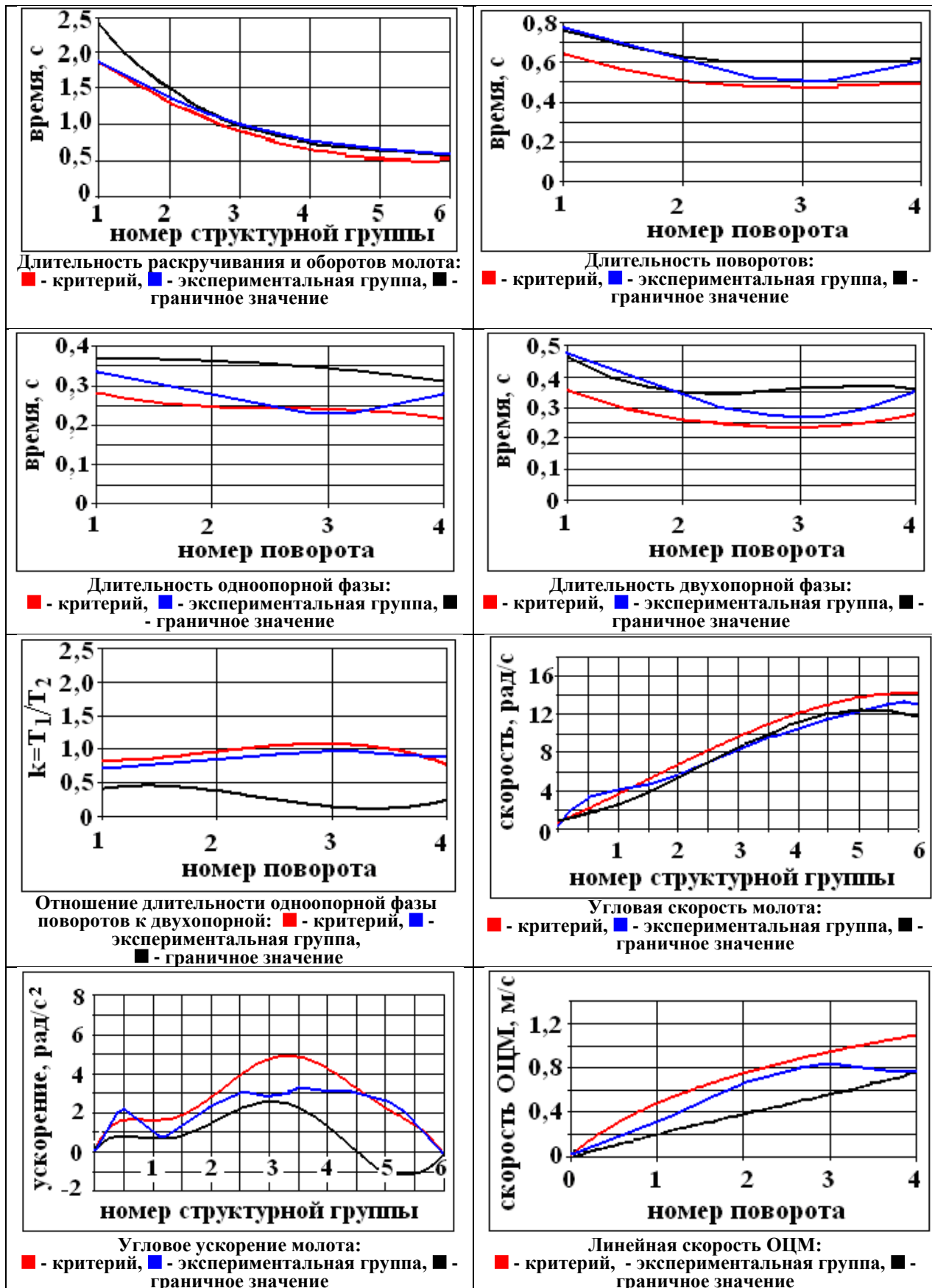


Рис. 86 – Биомеханические показатели уровня технического мастерства спортсменов средней (■) квалификации

В результате тестирования и оценки уровня технического мастерства спортсменов средней квалификации сделаны следующие основные выводы:

1. *Длительность раскручивания и оборотов молота* – обратить внимание на уменьшение времени второго раскручивания молота и в четвертом обороте, где отмечается статистически большее время выполнения раскручивания и оборотов молота по сравнению с эталонными значениями.

2. *Длительность поворотов* – первый поворот – не превосходит граничное значение, второй – на его уровне, третий – приближен к критерию рационального выполнения, четвертый – в пределах граничного значения. Уменьшить время вращения в первом, втором и особенно в четвертом.

3. *Длительность одноопорной фазы* – во всех поворотах превосходит граничное значение, во второй половине второго поворота и в начале третьего – превосходит результаты спортсменов высокой квалификации, начиная с третьего поворота происходит увеличение длительности – техническая ошибка. Неравномерность ритма.

4. *Длительность двухопорной фазы* – в первом повороте несколько недостает до граничного значения, начиная со второго и завершая четвертым поворотом - превосходит граничное значение. Ни одна из двухопорных фаз не превосходит результатов спортсменов высокой квалификации. Необоснованно сильное увеличение длительности выполнения анализируемого структурного компонента в четвертом повороте – техническая ошибка.

5. *Отношение длительности одноопорной фазы поворотов к двухопорной* – во втором и третьем поворотах необходимо уменьшить длительность двухопорной фазы.

6. *Угловая скорость молота* – в первом раскручивании соответствует критерию, во втором – в границах рациональной техники, 1-3 поворота не соответствуют рациональной технике, в четвертом – в границах рациональной техники, но требуется увеличение скорости на 1,5 рад/с.

7. *Угловое ускорение молота* – требуется увеличение ускорения в третьем обороте молота.

8. *Линейная скорость ОЦМ биомеханической системы* – для предотвращения резкого снижения скорости в четвертом повороте добиться поддержания и достичь некоторого увеличения линейной скорости ОЦМ после третьего поворота.

После первичного тестирования испытуемых аналогичные выводы были сделаны индивидуально для каждого испытуемого.

**Организация оперативной педагогической коррекции учебно-тренировочного процесса** атлетов средней квалификации осуществлялась по следующей технологии:

1. Видеосъемка метателя при выполнении соревновательного упражнения на цифровую видеокамеру.

2. Запись видеофайла отснятого упражнения в память ПЭВМ.

3. Просмотр видеоизображения, *отметка номеров кадров*, необходимых для расчета кинематических характеристик движения (одноопорная фаза поворота, двухопорная и т.д) и *внесение их в память ПЭВМ*.

4. Компьютерный расчет по исходным данным биомеханических характеристик упражнения.

6. Построение графиков анализируемых показателей.

7. Компьютерное сравнение рассчитанных характеристик с критериями рациональной техники, вычисляемых по функциональным моделям.

8. Цветовая отметка на графиках «слабого звена» техники. Распечатка в цифровой форме критериев рациональной техники и вычисленных по материалам видеосъемки. Выделение цветом цифровой информации о «слабых звеньях» техники метания.

9. Педагогические рекомендации тренером спортсмену о коррекции техники движения.

Наиболее трудоемкая по времени операция (3) занимает примерно 5 минут, то есть время необходимое спортсмену для восстановления. Остальные операции не требуют существенных затрат времени. И при индивидуальной работе со спортсменом оперативная биомеханическая коррекция движений вполне осуществима для 5-6 метаний за одно тренировочное занятие.

**Обоснования эффективности биомеханического контроля за технической подготовленностью метателей молота на основе функциональных моделей** проходил в период с 15.05.2008 г. по 15.08.2008 г. на тренировочных сборах подготовки метателей в (г. Гродно, Стайки). Общая продолжительность педагогического эксперимента – 4 месяца. На тренировочных занятиях осуществлялась оперативная коррекция техники метания каждого испытуемого на основе срочной информации о биомеханических показателях системы «молот-спортсмен».

До начала и после завершения педагогического эксперимента испытуемые показали следующие соревновательные и запланированные им тренерским составом результаты (таблица б).

## Результаты педагогического эксперимента

Статистические показатели	Результаты в начале эксперимента, (дальность полета молота, м)	Запланированные соревновательные результаты на окончание учебно-тренировочных сборов (дальность полета молота, м)	Результаты в конце эксперимента, (дальность полета молота, м)
1	2	3	4
$\bar{X}$	59,95	60,23	60,72
$\sigma$	2,83	2,82	2,62
$\pm m$	0,94	0,94	0,87
$t_{2,3}$ - критерий Стьюдента	$t=8,85; p<0,05$		
$t_{2,4}$ - критерий Стьюдента	$t=3,64; p<0,05$		
$t_{3,4}$ - критерий Стьюдента	$t=2,63; p<0,05$		

Анализ статистических показателей запланированного соревновательного результата с исходными данными спортсменов до начала педагогического эксперимента (см. таблицу 6) свидетельствует о достаточно жестких педагогических условиях достижения планируемых показателей. Прирост результатов в среднем составляет 0,28 м, и статистически достоверно отличается от результатов испытуемых до начала педагогического эксперимента ( $t_{2,3}=8,85; p<0,05$ ). Следовательно, учебно-тренировочные занятия должны были бы быть достаточно эффективными, чтобы получить статистически значимый положительный сдвиг в результатах метания молота.

В результате использования в учебно-тренировочных занятиях средств оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота результаты в соревновательном упражнении улучшились и по окончании педагогического эксперимента прирост дальности полета молота, по отношению к исходным данным, составил 0,78 м. Прирост статистически достоверен ( $t=3,64; p<0,05$ ), что свидетельствует об эффективности предложенной методики оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота и целесообразности его использования в учебно-тренировочном процессе метателей молота.

Сравнение запланированных результатов в метании молота с зарегистрированной дальностью полета молота по окончании педагогического эксперимента свидетельствует о достоверности различий их

средних арифметических ( $t=2,63$ ;  $p<0,05$ ). Прирост составил 0,49 м. Следовательно, и по отношению к контрольным цифрам достигнут достоверный прирост результатов в дальности полета молота.

Таким образом, статистическая обработка результатов педагогического эксперимента позволила сделать вывод об эффективности оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота. Функциональные модели технического мастерства спортсменов ориентируют занимающихся на достижение запланированных результатов в технической подготовке, способствуют ускорению процесса совершенствования техники метания и достижения лучшего соревновательного результата.

### **Выявленные критерии технического мастерства:**

1. Выявлены временные диапазоны предварительного раскручивания и оборотов молота во вращательных движениях системы «молот-спортсмен». Определено, что общая тенденция временной организации движений заключается в уменьшении времени выполнения каждого последующего структурного компонента метания, осуществляемое в соответствии с зависимостью  $Y=2,056x^{-0,881}$ , где  $Y$  – время,  $x$  – номер раскручивания спортивного снаряда или вращения биомеханической системы.

2. С приближением к финальному усилию существенно уменьшается диапазон вариативности выполнения отдельных структурных компонентов метания молота по длительности и «сбой» на любом из них уже невозможно компенсировать. Верхняя граница воронки вариативности имеет вид  $Y_{max} = -0,0214x^4 + 0,3109x^3 - 1,4491x^2 + 1,9564x + 1,4964$ . Нижняя граница воронки вариативности длительности структурных компонентов в метании молота описывается уравнением  $Y_{min} = -0,027x^3 + 0,3485x^2 - 1,5203x + 2,7265$ .

3. Показано, что выполнение технических действий метателя в границах воронки вариативности не ведет к техническому нарушению системы движений, но их общая временная организация должна происходить в соответствии с общей тенденцией зависимости  $Y=2,056x^{-0,881}$ .

4. Разработана функциональная модель временного ритма структурных компонентов вращательных движений биомеханической системы «молот-спортсмен, которая в математическом описании имеет вид полиномиальной зависимости  $Y = 0,0369x^2 - 0,2303x + 0,8285$ .

5. У спортсменов высокой квалификации отмечается ниспадающий характер длительности одноопорных фаз метания молота. Функциональная связь между временем выполнения одноопорной фазы поворота и его номером устанавливается в виде  $Y = -0,0078x^3 + 0,0613x^2 - 0,1651x + 0,395$ .

6. Определено, что временной ряд длительности выполнения двухопорных фаз в кинематических структурах вращательного типа «молот-спортсмен» у атлетов высокой квалификации имеет ниспадающий характер с некоторым «всплеском» в четвертом повороте и может быть описан функциональной моделью вида  $Y = 0,034x^2 - 0,195x + 0,5152$ .

7. С первого по третий повороты биомеханической системы «молот-спортсмен» отмечается нарастающий характер длительностей отношения одноопорной фазы к двухопорной и существенный спад в четвертом повороте, что является характерным для спортсменов высокой квалификации.

Для спортсменов средней квалификации характерно:

- неярко выраженное нарастание отношения длительности одноопорной к двухопорной фазам от первого к третьему повороту;
- отсутствие резкого спада в четвертом повороте.

Полученные данные свидетельствуют:

- о более размытой и неточной дифференцировке пространственно-временных соотношений у спортсменов, не достигших технического совершенства;
- о более акцентированной и активной работе в двухопорной фазе спортсменов высокой квалификации, направленной на повышение угловой скорости биомеханической системы «молот-спортсмен»;
- о большей продолжительности двухопорной фазы в заключительном повороте и финальном усилии у спортсменов высокой квалификации.

8. Спортсмены высокой квалификации поддерживают положительное ускорение ОЦМ в зоне всех четырех структурных компонентов метания молота, с плавным уменьшением от  $0,83 \text{ м/с}^2$  в первом повороте до  $0,16 \text{ м/с}^2$  в четвертом. Спортсмены средней квалификации не могут приобрести необходимого ускорения в первом повороте и резко теряют его, начиная со второго поворота, что приводит к потере набранной к третьему повороту линейной скорости ОЦМ тела спортсмена.

9. Большая длительность выполнения поворотов биомеханической системы «молот-спортсмен» приводит к потере линейной скорости вылета молота. У спортсменов высокой квалификации суммарное время четырех поворотов составляет 2,13 с, у метателей молота средней квалификации соответственно – 2,51 с, или на 18% больше.

10. Атлетам, как высокой, так и средней квалификации следует повышать точность угла вылета молота, с ориентацией на его увеличение  $4^{\circ}$ - $5^{\circ}$ .

11. Оперативная коррекция техники метания молота, основанная на срочной видеоинформации и компьютерном расчете по разработанным функциональным моделям биомеханики движения, позволила построить учебно-тренировочный процесс метателей молота с опережающим достижением запланированных соревновательных результатов и существенно повысить эффективность тренировочных занятий.

**Проведенный биомеханический анализ пространственных движений у метателей молота высокой квалификации показал, что критерием** эффективности может являться то, что спортсмен между отдельными фазами поворотов наилучшим образом реализует кинетическую энергию собственного тела и выбирает правильный ритм метания. Особенно это важно в финальном усилии, когда метатель полностью использует набранную в поворотах кинетическую энергию всей системы «метатель-снаряд» для наиболее эффективного ускорения молота. При этом, угловая скорость и момент инерции тела (количество движения) должны резко уменьшиться.

Правильное положение тела в отдельных фазах предварительных вращений (радиус вращения тазового пояса должен быть максимально большим) и в начале первого поворота в формате широкого и свободного размаха способствует достижению оптимальной скорости не только для молота, но самое главное, ЦТТ, что обеспечивает более плавный переход с предварительных вращений на повороты.

Во время финального движения следует сохранять большой радиус движения тела и в связи с этим и большой радиус движения молота, что позволяет при относительно небольшой угловой скорости добиться высокой линейной скорости выбрасывания молота.

Обращается также на способность метателя умело распределять равновесие в продольной и поперечной плоскостях.

Естественно, что нельзя беспрестанно увеличивать скорость выполнения поворотов. В то же время, в сохранении большого радиуса движения молота видится определенный резерв совершенствования технического мастерства метателей молота высокой квалификации.

Остановимся на характеристике силовых и временных параметров движения в процессе метания молота. Основным критерием оценки эффективности техники по праву являются стабильность и вариативность таких параметров, как : активная и пассивная фазы в поворотах и финале, их количественная характеристика по развиваемым усилиям и времени.

По их анализу у высококвалифицированных метателей были сделаны следующие важные заключения :

1. Наибольшей стабильностью отличается время выполнения пассивной фазы, в которой вариативность практически отсутствует;

2. Отмечена высокая стабильность и величина прироста усилия в активной фазе (не более 15-16%);

3. Наибольшей вариативностью отличаются показатели снижения усилия в пассивной фазе (до 50%) и в активной фазе (45-65%);

4. В первых двух поворотах прирост усилия несколько варьирует (54,4-47,6 кг), а в последующих поворотах и финале абсолютно стабилен (68,0 – 68,0 – 68,0 кг);

5. Не следует усложнять сильным акцентным выделением финала, так как весь мощный финал на фоне высокого натяжения троса снаряда требует от атлета совершенной координации и незаурядных физических способностей (натяжение на тросе снаряда 200 кг и более в условиях дефицита времени – 0,2 – 0,3 сек);

6. Ведущий компонент техники метания молота активная фаза, в которой наблюдается стабильный порядок включения основных звеньев тела: бедро-спина-плечо;

7. Более чем в 50% вспомогательных упражнений (метания гири, веса, ядра; со штангой – рывки, тяги, приседания, взятие на грудь, наклоны, скручивающие движения с отягощением) сохраняется координационная структура метания молота, что указывает на высокую взаимосвязь и целенаправленность основных средств физической подготовки у спортсменов высокой квалификации;

8. Время выполнения поворотов и финального движения от поворота к повороту (2-х опорная и 1-о опорная фазы) последовательно уменьшается и несколько выше в финальном движении (по сравнению с 4-м поворотом); 2-х опорная фаза в 1,5 – 1,8 раза больше по времени, чем одноопорная.

Уменьшить отток одаренных метателей молота из национальной команды по легкой атлетике по причине ранней стабилизации спортивных результатов или нарушений в состоянии уровня технической подготовленности позволит рационализация тренировочных нагрузок. Важнейшим шагом в этом направлении является понимание того, что запланированная тренировочная нагрузка не всегда должна выполняться в полном объеме и с широким охватом традиционных средств силовой и бросковой подготовок и их рациональных планируемых соотношений (по месяцам). Тем более на этом этапе важен учет индивидуальных особенностей в соответствии с календарем соревнований. Это продиктовано тем, что даже при самом тщательном составлении оперативных, текущих или перспективных планов невозможно предугадать изменение функционального состояния, его силового и скоростно-силового потенциала и их соответствия

с уровнем технической подготовленности высококвалифицированных метателей молота. Для определения допустимой величины нагрузок физической, технической и психологической направленности необходимо знать реакцию организма атлета на раннее выполненную работу и степень его восстановления.

Решению обозначенной проблемы служит разработанная нами **методика коррекции тренировочных нагрузок** высококвалифицированных спортсменов на основе показателей экспресс-контроля текущего состояния уровня технической подготовленности в сопряженном измерении с уровнем двигательной подготовленности. Выбор соревновательного этапа подготовки обусловлен его исключительной ролью в создании у метателей молота (кандидаты в национальную команду по легкой атлетике) прочной функциональной и двигательно-координационной базы, необходимой для эффективной адаптации к специализированным высокоинтенсивным тренировочным нагрузкам спорта высших достижений. Поэтому, в основу подготовки был положен 4-х летний Олимпийский цикл, который закончился в 2008 и начался в 2009 году. То есть, это лишь **первый год олимпийского цикла** подготовки.

Четырехлетний цикл подготовки спортсменки, по существу, является образцовой и выверенной научно-методической схемой, имеющей уникальный, индивидуально неповторимо выраженный характер.

**Целевым критерием 4-летнего олимпийского цикла** (далее, в сокращенном варианте – О.Ц.) является возможность осуществлять анализ и синтез системных явлений и процессов, оценивать их и формировать утверждения о перспективности спортсменов в борьбе за олимпийские награды, планировать и контролировать явления и процессы, составлять представления о них и, главное, конструировать их.

В этой схеме одним из важнейших компонентов подготовки является психологическая составляющая, которая органически связана с педагогикой, кинезиологией и практикой спорта. В то же время, психологическая подготовка, это отдельная тема разговора, которая требует специфических знаний и особых способов ее реализации. Поэтому, в нашей работе мы можем лишь обозначить ее огромную значимость для теории и практики спорта высших достижений. Остановимся, прежде всего, на педагогической сути этих явлений, то есть, на научно-методической концепции построения 4-х летнего О.Ц. подготовки высококвалифицированных спортсменов (на примере метания молота). Эта **концепция** при ее представлении должна придерживаться определенного формата, а именно: **схематизации, моделирования**, использования **аналитического и системного** подходов.

Сама по себе **схематизация** О.Ц. это лишь отображение систематизируемого объекта не полностью, а лишь в тех его компонентах и связях между ними, которые субъекту кажутся заслуживающими внимания.

Поэтому построение схемы О.Ц. предполагает нужную степень предварительного смыслового, содержательного обобщения и оценивания состава, структуры и функции этого объекта.

Для решения конкретной задачи по схематизации О.Ц. лучше всего, если схема содержит все необходимые для этого детали и не содержит никаких лишних. В таком варианте она пригодна для решения именно этой задачи и ее формирование не выходит за рамки этой задачи.

Эта схема, ориентированная на решение конкретной задачи, своеобразная **модель**, содержащая все существенные для этого компоненты и не содержащая несущественные. В связи с чем, следующим «шагом» является – «отсекание» несущественных компонентов и последующая «детализация» и более глубокое осмысливание предположительно существенных компонентов. Происходит «выход» на специализированную *схему второго порядка*, которая в отличие от «общей» схемы объекта ограничена временем действия, диапазоном средств, обладающих управляющими функциями в структуре конкретного круга задач и всех тех компонентов, которые необходимы для ее эффективного использования.

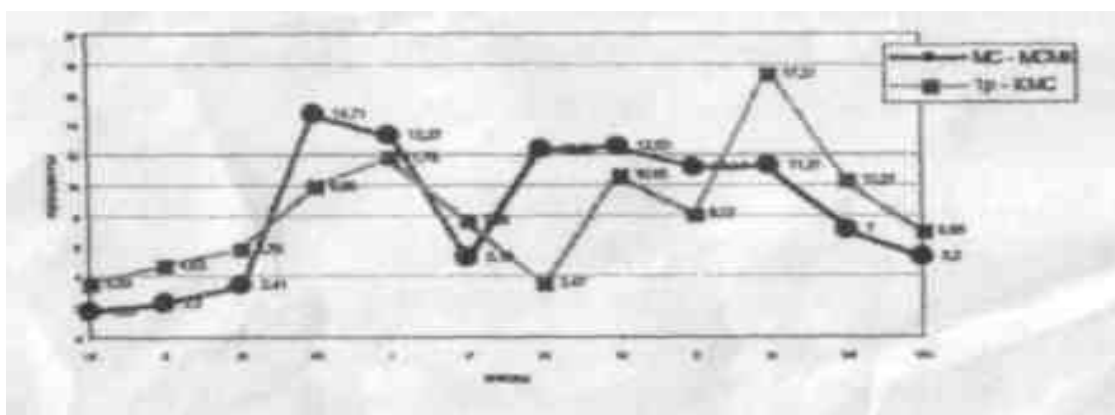
Важно не просто обеспечить высокую точность запланированных параметров конкретной модели, а, главное, создать условия для обеспечения разрешающей способности к реализации в ведущих двигательных действиях сенсорных механизмов коррекционной направленности в плане воспроизводства кинематических и динамических параметров, адаптированных к условиям напряженной соревновательной борьбы путем педагогического вмешательства тренера и специалистов по научно-методическому обеспечению с предполагаемой долей коррекционных мероприятий. Это важнейшая составляющая оценки формирования спортивной формы каждого спортсмена, когда основным педагогическим инструментарием коррекционного процесса выступает комплекс технической подготовленности, выраженный в биомеханических показателях и уровень его реализации от соревнования к соревнованию (в соответствии с календарем соревнований).

Так, например, в метаниях, тренировочные броски максимальной мощности являются своеобразными показателями функциональных возможностей и уровня координации движений. Для того, чтобы в процессе тренировок обеспечить положительную динамику спортивных результатов, необходимо на какое-то время закрепиться на определенном рубеже, создать прочный фундамент двигательных качеств, стабилизировать технику, а, значит, и максимальные тренировочные результаты (по А.П.Бондарчуку). Только после этого можно в процессе тренировки повысить свои функциональные возможности и поднять координационные связи на новую, более высокую ступень. Или, наоборот, при преждевременном достижении высокого уровня функциональных возможностей и уровня координации

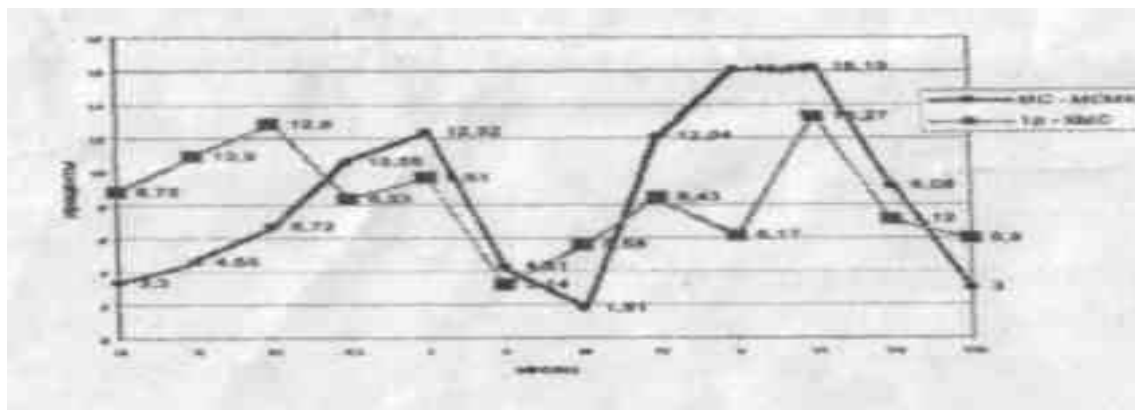
движений (наличие противоречия между календарем главных соревнований и достижением спортивной формы), следует сознательно «заблокировать» состав средств «второго порядка» (специализированная схема) путем активного заполнения тренировочного процесса составом средств «первого порядка» (общая схема) с целью понижения уровня соревновательной готовности.

Так, например, у А.Бондарчука (метание молота), когда в сезоне он установил 2 мировых рекорда, было 8 периодов временной стабилизации максимальных тренировочных результатов. Самый длительный из них занял по времени 3 месяца, а самый короткий – 3 недели.

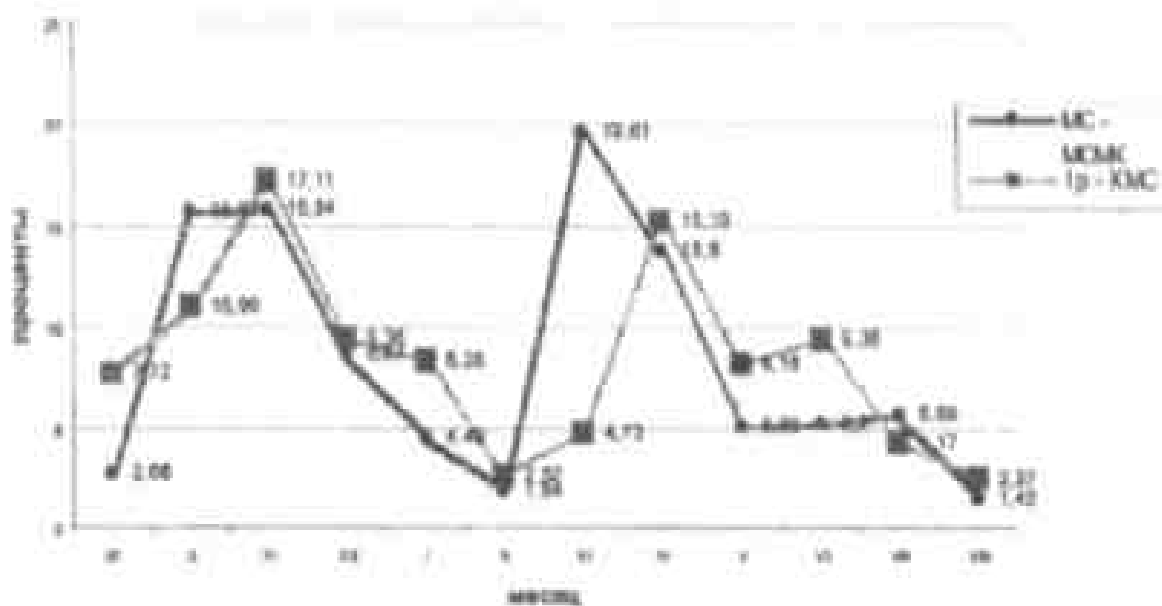
В годичном цикле распределение объема метательных снарядов для членов сборной команды происходило по следующей схеме (рис.87).



Распределение объема тренировочной нагрузки в метании основного снаряда



Распределение объема тренировочной нагрузки в метании облегченного снаряда



Распределение объема тренировочной нагрузки в метании утяжеленного снаряда

Рис. 87 – Параметры тренировочной нагрузки в годичном цикле

### 2.3.2 Объект исследования – толкание ядра

**Целью** исследований (П.В. Медведев, 2006) было изучение пространственно-временных параметров техники сильнейших толкательниц ядра и обоснование их влияния на спортивный результат. Предполагалось, что предполагаемые пространственно-временные параметры техники сильнейших толкательниц ядра позволят эффективно управлять процессом обучения и совершенствования на разных этапах спортивного мастерства.

Были поставлены следующие задачи:

1. Определить угловые характеристики техники сильнейших толкательниц ядра и их вариативность по фазам и моментам.
2. Выявить временные параметры фаз толкания ядра.
3. Установить ритмовую структуру техники толкания ядра.

Для решения поставленных задач применялись следующие **методы исследования:** анализ научно-методической литературы; видеоманометрия; автоматизированная система ARAS, педагогический эксперимент (констатирующий); педагогические наблюдения; математико-статистические методы исследования.

В последнее время для изучения движений человека используются высокоточные автоматизированные системы, таких как ELITE, SELSPORT, VICON, COSTEL, PEAK PERFORMANCE, VIDEOMOTION и другие, все они

основаны на использовании видеосъемки, а значит, движение можно исследовать на больших расстояниях, в том числе и в соревновательных условиях. Одной из таких систем является ARAS (Ariel Performance Analysis System), которая представляет собой программный комплекс, позволяющий производить «захват» видео (до 9 видеокамер одновременно), обработку видеоматериала, преобразование, фильтрацию, показ, ЭМГ анализ, анализ данных с тензоплатформы и др. Эти функции могут быть синхронизированы или использоваться независимо.

Приведем пример использования ARAS на Олимпийских играх в Афинах 2004 г. Исследования проводились с целью изучения и анализа техники толкателей ядра (G.B/Ariel, 2004). Для сбора видеоматериала использовались высокоскоростные цифровые видеокамеры, съемка проводилась с частотой 60 кадров в секунду. Две неподвижные камеры были расположены в ключевых позициях,  $45^\circ$  по отношению друг к другу. Кроме того еще три камеры использовались телекомпанией NBC. Были зарегистрированы все попытки участников квалификационных и финальных соревнований мужчин и женщин. Собранные видеоматериалы были автоматически переданы двум ноутбукам через карты интерфейса IEEE1394 PCMCIA и синхронизированы так, чтобы произнести файлы, отображающие все движения атлета. Урезанные видео-файлы каждого участника соревнований затем были переданы через Интернет на сервер для выполнения дальнейшей обработки и анализа.

Таким образом, проведены измерения объектов, попадающих в видимую область камеры для получения коэффициентов калибровки, которые проверены на фоне известных официальных размеров – диаметра круга для толкания ядра (2,135м).

Система анализа APAS использовалась, чтобы провести биомеханические преобразования. С помощью синхронизированной последовательности данных каждой из видеокамер. Видеоматериалы, полученные конкретной камерой, были переведены в цифровую форму, состоящую из 18 точек. Части тела включали: стопу, голень, колено, бедро, запястье, локоть и плечо для левых и правых сторон тела, шею, подбородок, вершину головы, а также, ядро. Данные точек были переведены в цифровую форму и вносились в DLT модуль для преобразования к реальным смещениям. При этом, координаты конечных точек были уточнены, используя кубический фильтр Сплайна.

Проведенные исследования с использованием данной методики позволили объективно изучить кинематические характеристики техники толкателей ядра, участников Олимпийских игр в Афинах 2004 г.

Представленная методика изучения и анализа техники спортивных упражнений (на примере толкания ядра) дала возможность автоматизировать этот сложный и трудоемкий процесс, сделать его предельно объективным и

информативным (рис.88 и рис. 89). Необходимость овладения методиками анализа техники спортивных движений на основе автоматизированных систем не вызывает сомнений.

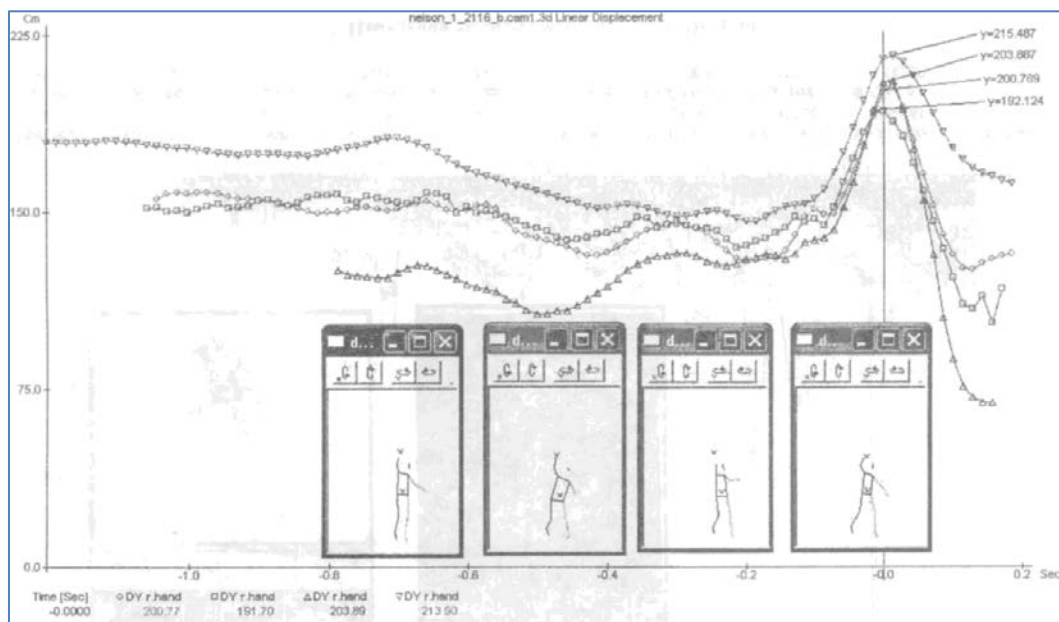


Рис. 88 – Вертикальные изменения высоты кисти с ядром

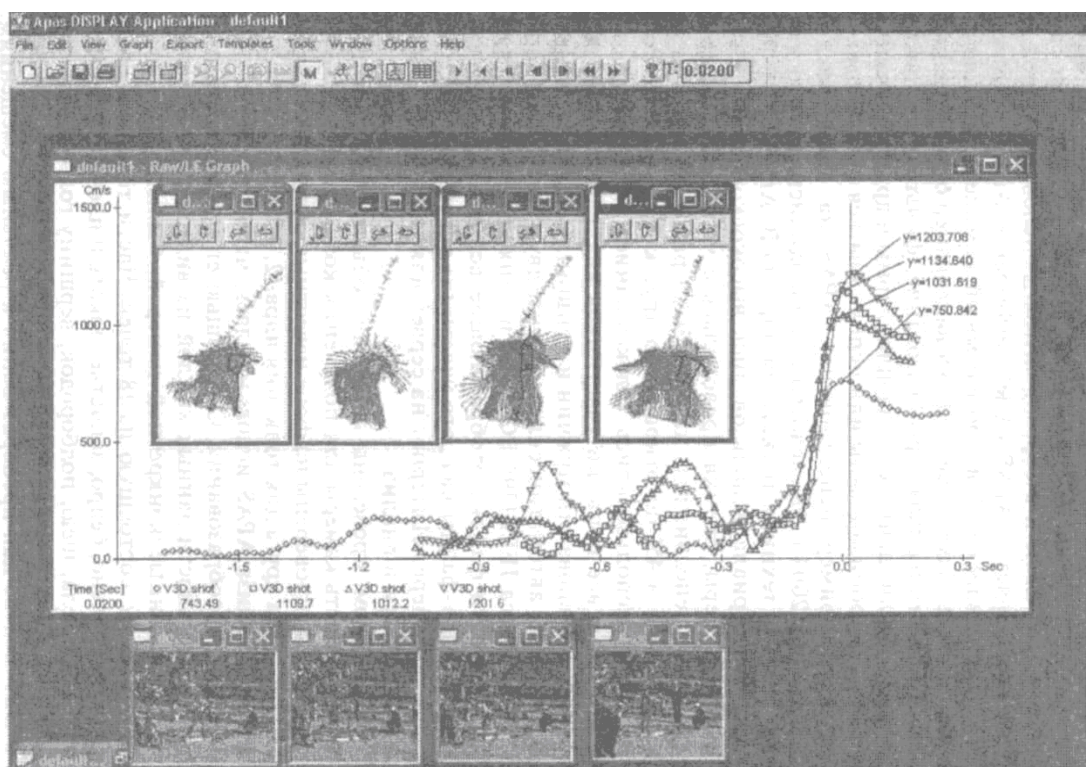


Рис. 89 – Результирующие скоростные кривые, вычисленные для лучших бросков

Для измерения угловых показателей были выбраны оцифрованные видеозаписи 15 сильнейших толкателей ядра, использующих способ прямолинейного разбега, - чемпионов и призеров Олимпийских игр и Чемпионатов мира. Для измерения временных параметров была отобрана 31 попытка среди участников Олимпийских игр 2008г., в квалификационных и финальных соревнованиях.

Определяя угловые параметры, мы все действия толкателя (по признаку решения двигательных задач) разделили на фазы и их наиболее информативные моменты:

1. Подготовительная фаза – момент окончания группировки;
2. «Скачки» - момент отрыва правой ноги от поверхности круга и момент постановки левой ноги на поверхность круга и начала «захвата»;
3. Финальное усилие – момент окончания «захвата» и момент выпуска ядра.

В свою очередь, определяя временные параметры, были выбраны моменты, по которым фиксировалось время начала и завершения фазы:

1. Подготовительная фаза – от момента опускания плеч до момента окончания «группировки».
2. «Скачок» – от начала движения из положения «группировки» до момента постановки левой ноги на поверхность круга.
3. Финальное движение – от момента постановки левой ноги на поверхность круга до момента выпуска ядра.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Определены угловые характеристики техники сильнейших толкателей ядра по фазам и моментам и выявлена их вариативность (табл.7; табл.8; табл.9).

*Таблица 7*

Значения угловых параметров техники спортсменов экстра-класса в толкании ядра

Фа зы	Двигательные моменты	X	±o	V%
подготовитель	<b>Момент окончания группировки</b>			
	Угол между бедром и голенью правой ноги	97,64	11,95	12,23
	Угол между бедром и голенью левой ноги	51,26	14,72	28,73
	Угол между горизонтом и бедром левой ноги	70,43	12,5	17,74
	Угол между горизонтом и туловищем	12,63	7,74	61,27
«Скачок»	<b>Момент отрыва правой ноги от поверхности круга</b>			
	Угол между бедром и голенью правой ноги	159,84	6,96	4,35
	Угол между бедром и голенью левой ноги	158,13	14,39	9,10
	Угол между бедром и горизонтом	36,99	6,65	17,98

	левой ноги			
	Угол между горизонтом и туловищем	30,08	8,26	27,45
	Момент постановки левой ноги на поверхность круга и начала «захвата»			
	Угол между бедром и голенью правой ноги	129,59	15,69	12,11
	Угол между бедром и голенью левой ноги	164,94	11,47	6,95
	Угол между горизонтом и туловищем	46,48	8,22	17,69
Финальное движение	Момент окончания «захвата»			
	Угол между бедром и голенью правой ноги	152,22	15,78	10,37
	Угол между бедром и голенью левой ноги	147,91	15,52	10,49
	Угол между туловищем и горизонтом	76,03	4,37	5,75
	Момент выпуска ядра с кисти			
	Угол между бедром и голенью правой ноги	138,37	9,91	7,17
	Угол между бедром и голенью левой ноги	172,18	7,67	4,45
	Угол между горизонтом и туловищем	100,3	4,19	4,18
	Угол выталкивания ядра	40,97	4,49	10,95

Таблица 8

Длительность выполнения спортсменами различных фаз в толкании ядра со скачкообразного разбега

Фазовый состав	X	±o	V%
Результат (м)	20,08	0,-2	3,59
Длительность всего движения (с)	3,75	0,92	24,49
Подготовительная фаза (с)	2,85	0,88	30,90
Разбег «скачком» (с)	0,66	0,11	17,37
Финальное движение (с)	0,24	0,02	9,90

Таблица 9

Корреляционная взаимосвязь спортивного результата с длительностью фаз толкании ядра ( $n=31$ ,  $r=0,36$  при  $p<0,05$ )

	Г
Подготовительная фаза	0,28
«Скачок»	-0,63
Финальное движение	-0,72
Длительность двигательного действия	0,35
<i>По И.П. Медведеву, 2009</i>	

Установленные величины этих углов могут служить своеобразной моделью для построения эффективной техники толкания ядра.

На основании оценки вариативности угловых значений установлено, что наиболее информативными при анализе техники толкания ядра по фазам являются: в момент окончания «группировки» - угол сгибания правой ноги в коленном суставе; в момент отрыва правой ноги от поверхности круга – угол сгибания правой и левой ноги в коленном суставе и угол разведения бедер; в момент постановки левой ноги на поверхность круга – угол сгибания правой и левой ноги в коленном суставе; в момент окончания «захвата» - угол сгибания правой и левой ноги в коленном суставе и наклона туловища; в момент выпуска снаряда с кисти – угол сгибания правой и левой ноги в коленном суставе, угол наклона туловища и угол выталкивания ядра. Выбор данных углов обусловлен тем, что они менее подвержены изменчивости ( $V\%$ ) и являются наиболее стабильными для спортсменов экстра-класса.

Остальные углы имеют большую вариативность, что говорит о меньшей зависимости спортивного результата от техники выполнения этих элементов. Выявлены временные параметры техники сильнейших толкателей ядра (табл. 9).

Наибольшую длительность имеет подготовительная фаза, наименьшую – фаза финального движения. Выявленная вариативность ( $V\%$ ) временных значений фаз свидетельствует о наибольшем влиянии длительности выполнения финального движения на эффективность техники.

Изучение временных характеристик техники толкания ядра позволило установить по фазовую ритмику всего движения спортсмена с ядром. Длительность подготовительной фазы составляет 76%, «скачка» - 17% и финального движения – 7%.

Выявленные коэффициенты корреляции между спортивным результатом и временем выполнения отдельных фаз указывают на исключительную роль длительности финального движения на результативность толкания ядра.

Полученные в результате исследования пространственно-временные характеристики целесообразно использовать при построении современной техники толкания ядра, способствующей показу высоких спортивных результатов. В свою очередь, специальная физическая подготовка толкателей ядра должна обеспечивать возможность реализации полученных нами значений обобщенных параметров техники.

**Организация автоэксперимента.** Участницей Олимпийских игр в Афинах (2004 год) в толкании ядра польской спортсменкой Кристиной Забавска (6 место в финале) был проведен автоэксперимент (под научным руководством Е.А.Масловского) на протяжении 4-летнего цикла подготовки (2001 – 2004 гг.). Базовым компонентом тренировочной нагрузки спортсменки является структура годичного цикла. Структура же 4-годичного

олимпийского цикла с позиции планирования тренировочной нагрузки является более сложным технологическим образованием, отражающим все основные особенности системно-структурного подхода. В ней органически должны быть отражены такие целевые мероприятия как: Олимпийские игры, чемпионаты Мира и Европы, другие престижные внешние и внутренние соревнования, а также факторы учитывающие индивидуальные особенности спортсменки и опыт участия в международных стартах. Кристина Забавска такой положительный опыт имела. Участие в двух предыдущих Олимпийских форумах.(1996 и 2000 гг.) был успешным – соответственно шестое и четвертое места в финальных соревнованиях по толканию ядра. Безусловно, выступление на трех Олимпийских играх ( на протяжении 12 лет) в качестве кандидата на призовое место (4 – 6 места) является неоднозначным событием, имеющим уникальный характер. Построение ежегодного цикла подготовки, особенно для спортсменок высокого класса, должно определяться с учетом таких критериев, как: задачи и содержание этапов, подэтапов, характер первого и второго мезоциклов, их длительность (таблица 10). Приоритетными задачами являются: 1) выполнение запланированного объема нагрузки на конкретный период времени; 2) контроль за «потерями» в индивидуальной моторике спортсменки, определяемыми методами тестирования; 3) текущая оперативная информация о функциональном состоянии последней на каждом из этапов и подэтапов в формате выполнения квалификационного минимума – лицензии на международных соревнованиях с последующей коррекцией показателей тренированности.

Таблица 10

Принципиальная структура годичного цикла тренировки

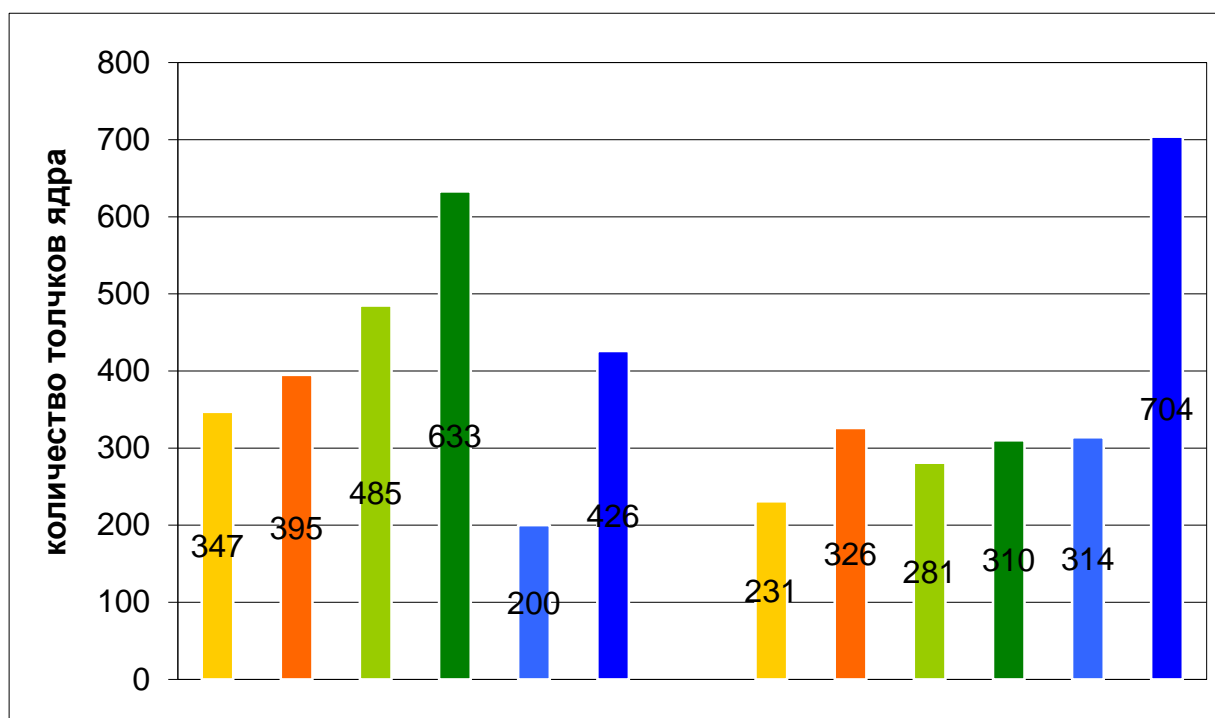
Этап	Подэтап	Характер мезоцикла 01	Характер мезоцикла 02	Длительность микроцикла
Подготовительный	Подготовительно-восстановительный 01	Вводный Базовый	A A	5 5-7
	Подготовительно-специальный 01	Контрольно-подготовительный Соревновательно-заловый	I P	3-5 5
	Подготовительно-восстановительный-02 Подготовительно-специальный - 02	Базовый	A	5
	Подготовительно-специальный П	Начальный Контрольно-подготовительный	I	4
	Предсоревновательный	Подготовительный	I+P	1-3

		Соревновательный		
Соревновательный	Стабилизация	Соревновательный	Р	2-4
	Профессионально-главный	Восстановительно-подготовительный Соревновательный	И Р	3 9
Заключительный	Растренировочный	-	-	3
	Лечебно-отдыхающий	-	-	-

Характер мезоцикла:

А – Аккумуляция; И – Интенсификация; П – Преобразование

**Результаты автоэксперимента и их обсуждение.** Тренировочная нагрузка является адекватной для организма спортсменки при надлежащем контроле за интенсивностью, которая должна выполняться в зоне оптимального функционирования аппарата кровообращения. Это не столько относится к развитию физических качеств и формированию двигательных навыков в целом, как к совершенствованию техники в обычных, облегченных и усложненных условиях. Кроме того, выбор интенсивности упражнений следует понимать как уровень овладения техническими элементами основного спортивного упражнения. Интенсивность может быть увеличена лишь до уровня, где это возможно, чтобы иметь правильное выполнение упражнений. Нагрузочными компонентами являются объем и интенсивность усилий, которые характеризуются степенью положительного переноса тренированности на основное упражнение. Ниже (рис.90; 91; 92;93;94) представлены характеристики технической подготовленности в подготовительном и соревновательном периодах 2001 – 2004 гг. финалистки Олимпийских игр в Афинах (2004 год) в толкании ядра Кристины Забавска (Польша). На рис. 90 - 94 и в табл. 11 - 12 представлены суммированные объемы бросковой работы в формате элементов и целостного исполнения.



подготовительный период

соревновательный период

- Элементы техники с утяжеленным ядром
- Целостная техника с утяжеленным ядром
- Элементы техники со стандартным ядром
- Целостная техника со стандартным ядром
- Элементы техники с облегченным ядром
- Целостная техника с облегченным ядром

Рис. 90 – Характеристика технической подготовки в сезоне 2000-2001 гг.

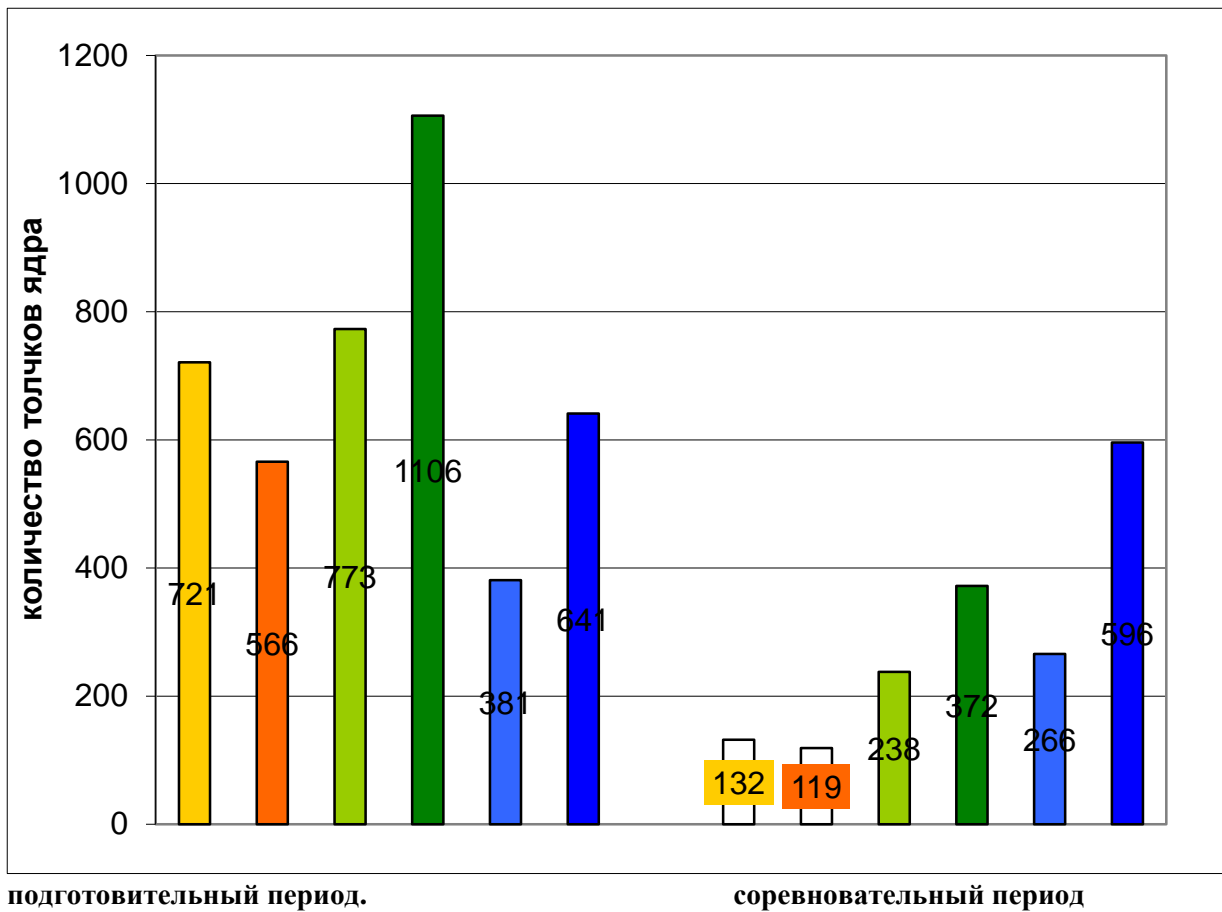


Рис. 91 Характеристика технической подготовки в сезоне 2001-2002 гг.

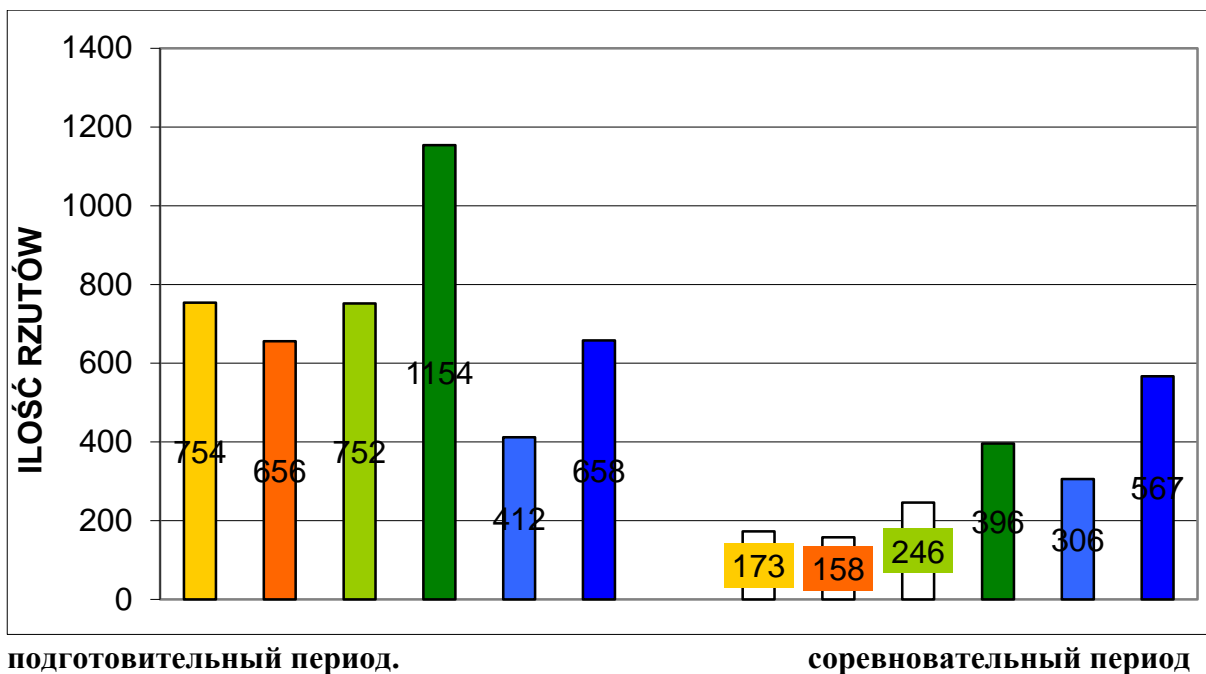


Рис. 92 – Характеристика технической подготовки в сезоне 2002-2003 гг.

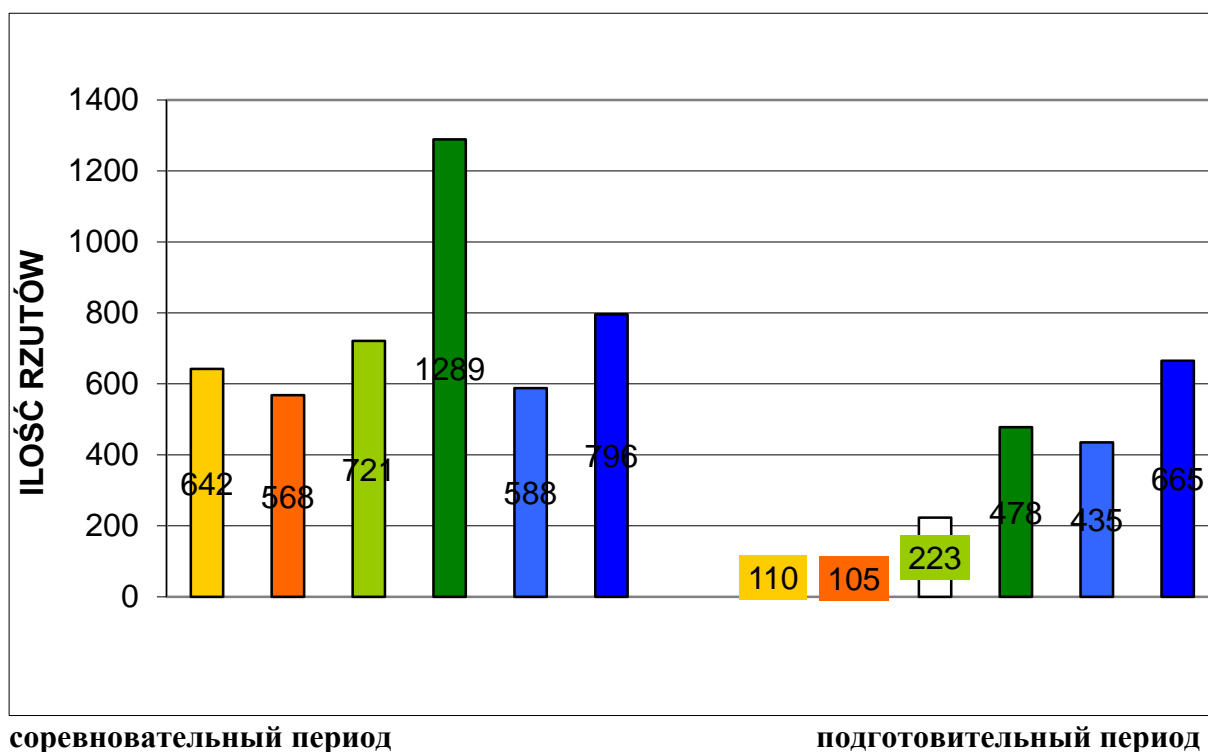


Рис. 93 – Характеристика технической подготовки в сезоне 2003-2004 гг.

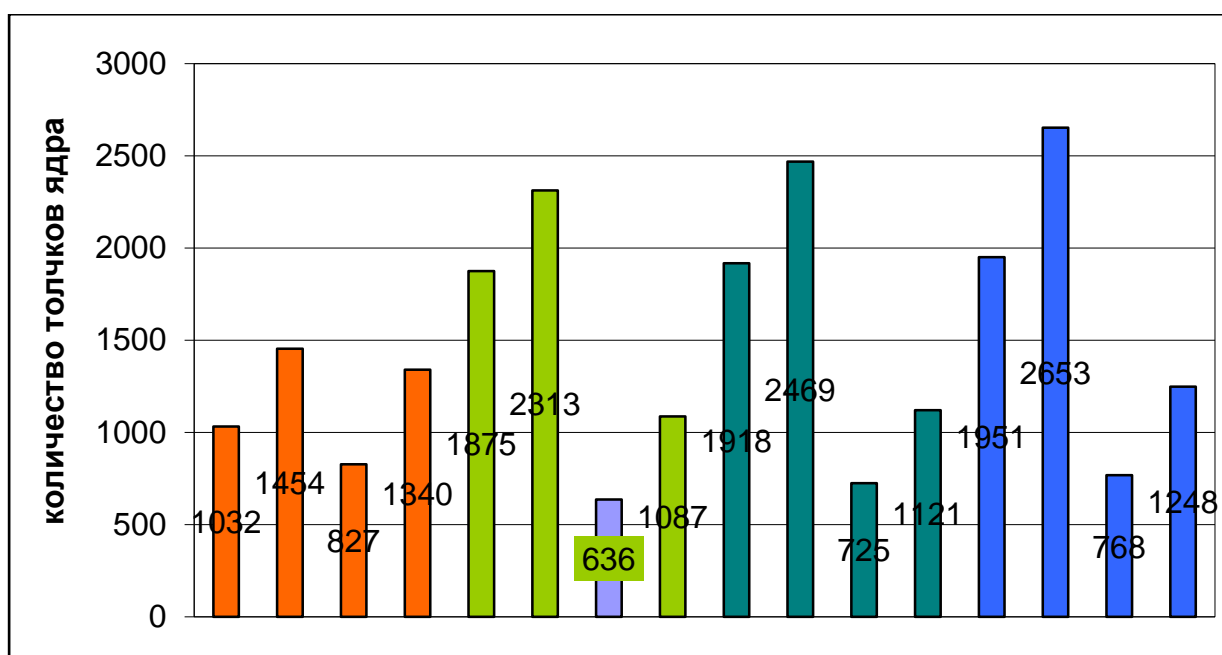


Рис. 94 – Характеристика технической подготовки в формате элементов и целостного исполнения в подготовительном и соревновательном периодах в 2001 – 2004 гг.

Таблица 11

Суммированная бросковая работа в 2001-2004 гг.

ОЛИМПИС КИЙ ЦИКЛ (ПО ГОДАМ)	ЭЛЕНТЫ ТЕХНИКИ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ	ЦЕЛОСТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ	ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИКИ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ	ЦЕЛОСТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ
2001	1032	1454	827	1340
2002	1875	2313	636	1087
2003	1918	2469	725	1121
2004	1951	2653	768	2 1248

Таблица 12

Суммированные объемы метаний обоих периодов

ОЛИМПИС КИЙ ЦИКЛ (ПО ГОДАМ)	ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИКИ	ЦЕЛОСТНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	СУММА ТОЛЧКОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ТЕХНИКИ И В ЦЕЛОСТНОМ ИСПОЛНЕНИИ
2001	1859	2794	4653
2002	2511	3400	5911
2003	2643	3590	6233

2004	2719	3901	6620
------	------	------	------

На рисунках 95 и 96 представлена дифференцированная характеристика средств технической подготовки (сумма толчков ядра) и диаграмма объемов работы с ядром в подготовительном и соревновательном периодах в 2001-2004 гг.

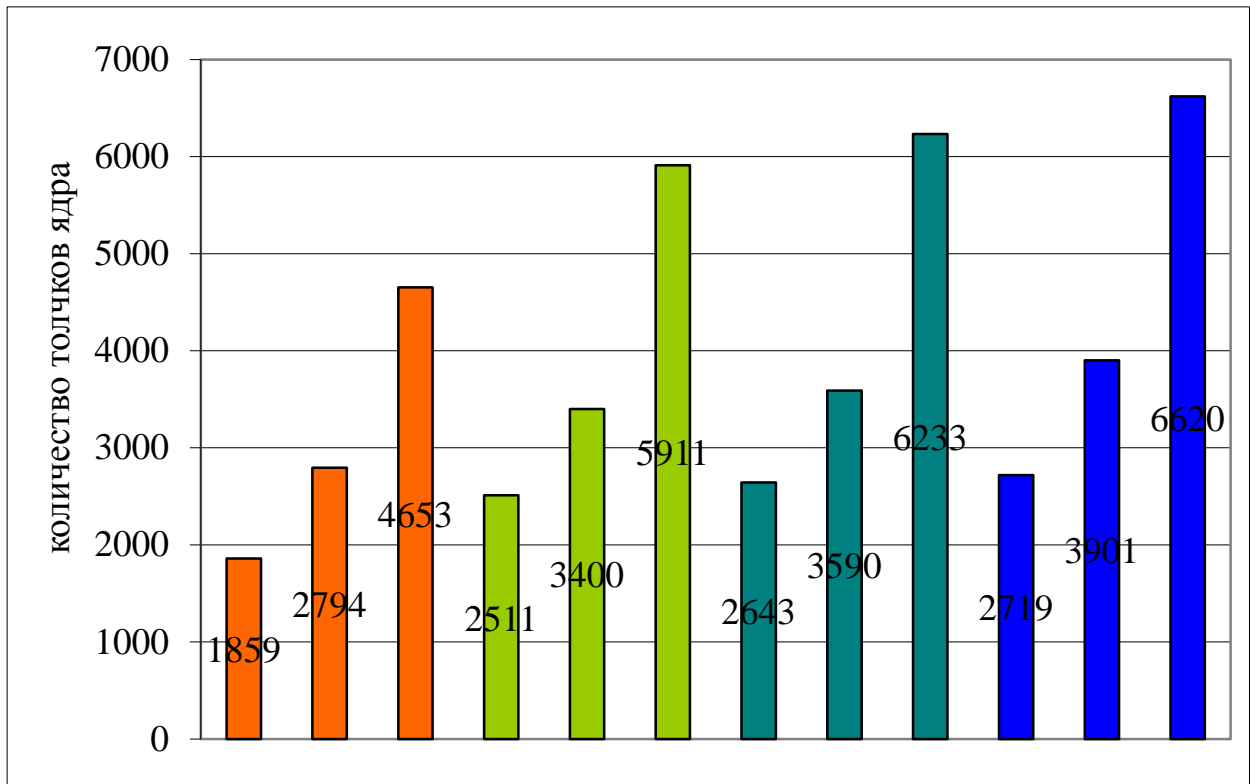


Рис. 95 – Дифференцированная характеристика технической подготовки в формате элементов целостного исполнения в подготовительном и соревновательном периодах в 2001 – 2004 гг. (сумма толчков)

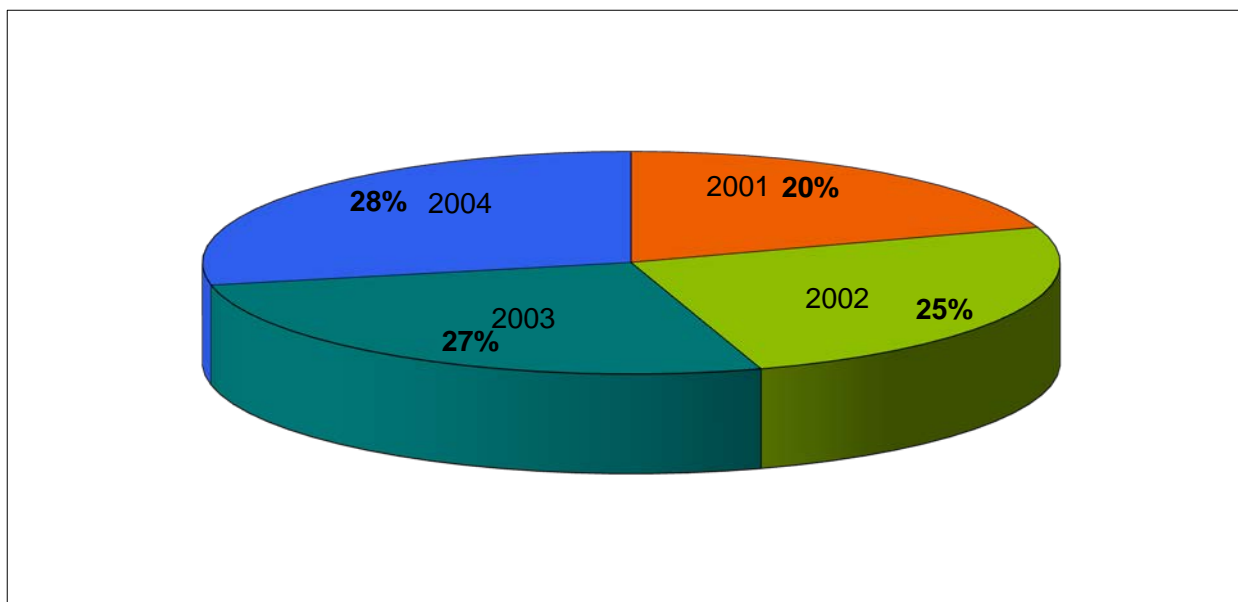


Рис. 96 – Диаграмма объемов работы с ядром в 2001 – 2004 гг. (в %)

**Заключение.** Подводя итоги четырехлетнего автоэксперимента Кристины Забавска следует отметить следующие положения, которые вошли в технологическую концепцию подготовки спортсменки и обеспечили успешное выступление на Олимпийских играх в Афинах:

1) планомерный рост объема бросковой работы из года в год над элементами техники и целостным исполнением, особенно выраженный прирост - на начальном этапе олимпийского цикла (2001 г.) и в год Олимпиады (2004 г.);

2) период 2003 г. незначительно отличается по объему технической подготовки по сравнению с 2002 г.;

3) период 2004 г. существенно отличается от периода 2003 г. по объему выполненной технической работы со снарядом в формате целостного исполнения (прибавка 311 бросков), так как по другому показателю (элементы техники) прибавка незначительна (76 бросков);

4) В 2004 году тренировочный режим был ориентирован на поддержание высоких достижений в метаниях различного веса в формате элементов техники и целостного исполнения, прежде всего, за счет уровня технической подготовленности, достигнутых еще в 2003г. Техническое мастерство формировалось на основе тонкой настройки к освоению деталей основного и вспомогательного метательных упражнений различного веса. Направленность тренировочной нагрузки осуществлялась на основе приоритетного подбора динамических упражнений. Подготовка к олимпийским стартам началась с чемпионата мира в закрытых помещениях в Будапеште. Завершилась она удачно – четвертое место с результатом 19 метров, что свидетельствовало о перспективности избранного направления в выборе эффективных средств и успешности их реализации в

соревновательных условиях. Сохранение спортивной формы на достигнутом спортсменкой уровне позволило успешно выступить на Олимпиаде - шестое место с результатом 18м.64см. Это был лучший результат в соревновательных периодах 2001 – 2004 гг.;

5) в 2004 году одним из ключевых факторов, влияющих на итоги выступления Кристины Забавска на Олимпиаде в толкании ядра, была существенная подвижка в реализации на практике современных подходов к структурно-содержательной части технической подготовки и удержания оптимально сбалансированного уровня физической подготовки на раннее достигнутом уровне 2003 года. Она сформировалась в результате выполнения большого числа повторений в целостном исполнении, что обеспечило устойчивую автоматизацию моторики метательных движений. В современном спорте этот фактор играет приоритетную роль в деле стабилизации тренировочных и соревновательных результатов в процессе «вхождения» в хорошую спортивную форму и выступлений на запланированных стартах на достаточно высоком уровне.

### **2.3.3 Объект исследования – гимнастика (перекладина)**

Изменения, которые произошли в спортивной гимнастике за последние десять лет, носят поистине революционный характер. Современный уровень развития спортивной гимнастики характеризуется высочайшей сложностью как отдельных элементов, так и соревновательных комбинаций. Элементы с выраженной фазой полета на перекладине оказались в центре внимания специалистов не случайно:

- эти упражнения очень высоко оцениваются по сложности, позволяя исполнителю набирать за счет 2-3 упражнений большую часть требуемой сложности;
- данные упражнения входят обязательным условием в состав специальных требований правил соревнований мужского многоборья;
- они повышают базовую оценку и являются надбавкой к требованию «РОВ»
- риск, оригинальность, виртуозность;
- выраженная фаза полета обеспечивает зрелищность, что влияет на окончательную оценку.

Выраженная фаза полета – это кульминационный момент в комбинации гимнаста, который может повторяться несколько раз. Высокий вылет с вращениями (и противовращениями) в разных плоскостях в безопорном положении значительно усиливает зрелищный эффект, что в сочетании с последующим дохватом за перекладину повышает шансы гимнаста на получение высокой оценки.

Техника полетных элементов с семидесятых годов прошлого столетия видоизменялась и становилась все более совершенной. Если в конце

восьмидесятых годов при выполнении перелетовых упражнений перед гимнастами ставилась задача лишь бы перелететь через перекладину и схватиться, то в настоящее время гимнастам необходимо показать современный темп разгонного оборота, высокую фазу полета, точный и стабильный дохват за перекладину. Важно отметить, что за последние пять лет увеличилась тенденция к исполнению элементов данной группы с абсолютно выпрямленным телом в фазе полета, а также к увеличению количества перелетовых элементов в темпе (в соединении). А. Немов на Олимпийских играх в Афинах 2004 года в упражнениях на перекладине продемонстрировал шесть перелетовых элементов высшей сложности, из них четыре в соединении одно за другим.

Освоение перелетовых упражнений (рис.99) - процесс специфичный и трудоемкий. В настоящее время общепризнано, что для овладения многими особенностями техники необходима соответствующая физическая готовность к обучению, однако конкретных научных результатов обоснования этой проблемы практически не имеется. Без должного, определенного уровня развития силы, быстроты, гибкости невозможно освоение не только сложных, но и простых гимнастических упражнений.

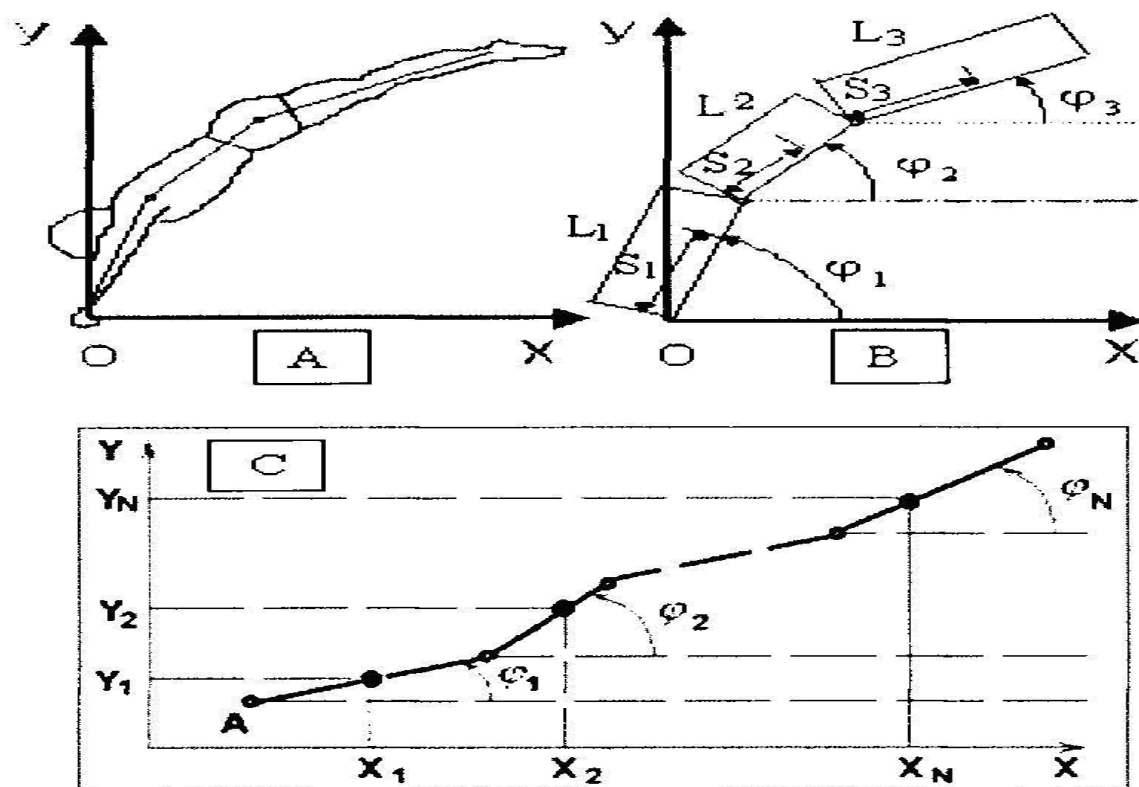


Рис. 97 – Техника перелетовых упражнений гимнаста на перекладине и ее 3-х компонентная структура

По мнению Н.Г. Сучилина (1978 г.), «конечная цель подготовки гимнаста состоит в том, чтобы в условиях острой соревновательной борьбы он мог безотказно выполнять требуемые упражнения с заданной результативностью. Причины срывов имеют различный характер. Однако в конечном итоге они всегда являются следствием технических ошибок».

Основы техники гимнастических элементов закладываются на этапе начальной подготовки гимнастов (5-6 лет) и имеют необходимость совершенствования до этапа высших достижений, поэтому этой стороне подготовки отводится большее количество времени на каждом этапе многолетней подготовки гимнастов. В гонке за лидерство в международной гимнастике техника гимнастических упражнений все больше отвечает критериям РОВ (риск, оригинальность, виртуозность), которые являются мощнейшим стимулом развития прогрессивных тенденций в современной гимнастике. Технике гимнастических упражнений было посвящено довольно большое количество исследований, в которых отражены особенности технического исполнения тех или иных гимнастических упражнений (Загревский В.И., 1979; Загревский О.И., 1982; Алекперов С. А., 1955; Евсеев С. П. 1978; Менхин Ю.В., 1977; Гавердовский Ю.К., 2004; Сучилин Н.Г., 1972; Сучилин Н.Г., Аркаев Л.Я., 2004 г.).

Упражнения с выраженной фазой полета на перекладине являются основной и многоструктурной группой упражнений на перекладине.

Особое место по объему и разнообразию элементов, а также их соединений занимает вид гимнастического многоборья – перекладина. Количество конкретных элементов выполняемых на перекладине уже к 1975 году значительно превышало 1000 (Гавердовский Ю.К. 1975г.). Упражнения на перекладине являются самым зрелищным и сложным видом гимнастического мужского многоборья. Современные упражнения на перекладине состоят из маховых элементов выполняемых с вращением вокруг поперечной и продольной осей в полете и на опоре, которые исполняются попеременно с удалением от перекладины и приближением к ней в различных хватах.

Известно, что гимнаст, который владеет более совершенной техникой, имеет преимущество перед исполнителем, выполняющим упражнения типичной техникой. В связи с этим встает вопрос об актуальности поиска более совершенной техники гимнастических упражнений прогрессирующей сложности. При этом основным руководством к совершенствованию обучения будут являться знания биомеханических закономерностей двигательных действий.

Механика гимнастических упражнений в настоящее время крайне скудно освещена в специальной литературе. Между тем, механика – входные ворота в биомеханику, которая пока что знакома, увы, лишь единицам тренеров и тем более гимнастов. Анализ упражнений средствами

биомеханики – чрезвычайно эффективное методическое оружие. Овладей же основная масса тренеров и квалифицированных гимнастов теорией и навыками биомеханического анализа (хотя бы качественным методом) – произойдет настоящий качественный скачок в методике обучения и тренировки (Назаров В.Т. 1973).

Основы построения техники упражнений на перекладине рассматриваются в исследованиях К.В. Галибиным (1961,1962), В.Т.Назаровым (1966, 1974), Ю.К. Гавердовским (1967), А.И. Джорджадзе (1967), А.Ф. Радионенко (1971), С.В.Дмитриевым (1972), Н.Г.Сучилиным (1972) и др. авторами.

Получены данные о перемещении общего центра тяжести тела и изменения момента инерции тела относительно оси вращения (Ю.И.Наклонов, 1966, 1973; Ю.А.Ипполитов, 1969; А.С. Бормотов, 1971 и многие другие).

Выявлена ведущая роль сгибательно-разгибательных движений гимнаста в суставах при выполнении упражнений (В.Т. Назаров, 1966, 1974; Ю.А.Ипполитов, 1969; А.С. Вяльцев, 1974 и изучена закономерность изменения кинетической энергии тела в процессе выполнения оборотовых упражнений (В.Т.Назаров, 1966, 1973; Ю.К.Гавердовский, 1967; С.В.Дмитриев, 1972 и др.).

Большое внимание исследователи уделяют изучению особенностей техники соскоков с перекладины (Н.А.Курьеров, 1960,1963; В.Д.Максимов, О.С.Леонов, 1961; Н.А.Курьеров, Б.М.Замов, 1966; В.Т.Назаров, 1966, 1968,1972, 1973; Н.Г.Сучилин, 1972,1978; Ю.К.Гавердовский, 1973 и др.) и больших оборотов на перекладине (Ю.И.Наклонов, 1954, 1959; К.В.Галибин, 1962; В.Т.Назаров, 1966,1974; Ю.К.Гавердовский, 1967, 1975; В.Н.Тихонов, 1977 и мн. др.).

Весьма заметное и почетное место в богатейшем арсенале упражнений на перекладине занимают элементы с выраженной фазой полета. В настоящее время содержание и сложность соревновательных комбинаций на перекладине определяется в основном количеством и разнообразием полетных элементов (от 2 элементов до 6 элементов, что составляет 25-50 % всей соревновательной комбинации). Без них соревновательное упражнение считается не полноценным (Правила соревнований мужчин по спортивной гимнастике 1997г.).

Первые попытки теоретического осмысливания структуры и функции техники перелетовых упражнений были предприняты в конце 50-х годов (Гончаров Н.С., 1957; Семенов В.М., Смолевский В.М., 1961; Шлемин А.М., 1961; Алекперов С.А., 1963; Коренберг В.Б., 1966, 1967).

Результаты первых исследований полетных элементов были опубликованы в 1967 году (Алекперов С.А., Гринштейн А.Ф., 1967; Курьеров Н.А., Резунов Е.П., 1967). Авторы отмечали, что основным механизмом

выполнения перелета является хлестообразная техника ускорения махового движения (броска) при вылете в безопорную фазу. В Москве под руководством Ю.К. Гавердовского на основе созданной им “Естественной классификации маховых упражнений на гимнастических снарядах”, (1967) проектировались новые элементы. Созданная им модель перелета назад большим махом вперед впервые была выполнена М. Питомцевым в 1968 году на тренировочных занятиях.

Технику сальтового полетного элемента - сальто вперед в вис от теоретической модели до практического исполнения продемонстрировали на сборе тренеров в Москве в 1968 году ленинградские специалисты С.А. Алекперов и А.Ф. Гринштейн.

Особо значимыми для прогрессивного развития техники и методики полетных элементов, безусловно, были научные сведения, представленные в статьях Ю.К. Гавердовского “Трактат о пяти способах изобретать ультра-си” и С.А. Алекперова в соавторстве с А.Ф. Гринштейном - “Это реально”. Они появились в первом номере знаменитого издания в помощь тренеру “Мастерство гимнастов” (1969г.). В этих статьях была научно обоснована и отчасти экспериментально подтверждена возможность исполнения высоких подлетов и перелетов, а также сальтовых элементов в вис как по ходу большого маха, так и в противоположном направлении.

В 1974 году Ю.К. Гавердовский и В.Е. Заглада впервые опубликовали обучающую программу для перелета назад в вис, в которой шаг за шагом, в соответствии с особенностями методики программированного обучения, были описаны двигательные действия гимнастов в каждой фазе нового, еще никем официально, т.е. в условиях соревнований, не выполненного элемента.

Однако освоение полетных элементов шло все же медленно. Сказался консерватизм тренеров, их слабая вера в науку в тот период. В противоположность мнениям профессора С.Алекперова и доцента А. Гринштейна, утверждавших о возможности выполнения перелетовых упражнений, многие ведущие специалисты страны из ЦСКА, заслуженные тренеры СССР С. Литвинов, В. Брежнев, К. Каракашьянц и другие после просмотра кинограмм с исполнением сальто вперед в вис сказали, что это трюк, который никогда не будет исполняться гимнастами на соревнованиях. До массового освоения полетных элементов со времени публикации статей с описанием их техники и методики понадобилось около десяти лет.

Из года в год техника перелетовых упражнений унифицировалась, принимала новый вид. В настоящее время мы столкнулись с тем, что основное количество тренерско-преподавательского состава испытывает затруднения в методике обучения перелетовым упражнениям: нет исследований выражающих результаты в виде количественных величин, нет четкой технологии обучения, не определен уровень физической подготовленности гимнастов для овладения перелетовыми упражнениями.

Техника выполнения перелетовых упражнений находится на этапе поиска различных видовых форм и по этой причине не нашла широкого применения в массовой гимнастике в виде типичной техники.

Перелет Ткачева является профилирующим (открыт целый профиль элементов) элементом упражнений данной группы. Овладев техникой перелета Ткачева, гимнаст имеет перспективу в изучении более сложных элементов с выраженной фазой полета. Результаты педагогических наблюдений показали, что на данный момент существует пять вариантов исполнения распространенного элемента с выраженной фазой полета – перелет Ткачева. Вариативность исполнения различных вариантов перелета «Ткачев» заключается в различных пространственно-временных характеристиках движения, различной последовательности сгибательно-разгибательных движений, что дает возможность широкого исследования в данном направлении.

Из многочисленных наблюдений видно, что наибольшего совершенства достигла техника исполнения перелета Ткачев. Большинство гимнастов (около 60%) перелетают через перекладину по высоко – далекой траектории и дохватываются за гриф прямыми руками с вытянутым телом в положении выше горизонтали. Это позволяло далее выполнить большим махом любой элемент на необходимом техническом уровне, будь то соскок, подлет или перелет (Аксенов В., 2000). Техника выполнения перелета Ткачева изменяется с 1977 года.

В настоящее время так и не существует закономерного, обоснованного законами биомеханики, способа выполнения, который бы мог гарантировать высокую фазу полета и стабильный дохват за перекладину в заключительной части, что говорит об успешном и качественном выполнении упражнения. Также в настоящее время не существует и четкой технологии обучения перелета Ткачева. Ни в одной доступной литературе нам не удалось обнаружить хотя бы частичного описания процесса (последовательности) обучения упражнению перелет Ткачева, его технических закономерностей, что усложняет тренерскую работу.

В современном тренировочном процессе, обучая гимнастов перелету Ткачева, специалисты используют метод «проб и ошибок», подбирая более подходящий (или как сказать рациональный) вариант выполнения индивидуальный для каждого гимнаста. Такой метод позволяет осваивать упражнение в целом на качественном уровне за 1,5-2 года. К сожалению, в связи с постоянно острой конкуренцией на международной арене, это не оптимальный срок готовности гимнастов высокого класса. В настоящее время требуется значительно ускорить процесс обучения базовым перелетовым упражнениям.

Основная сложность в изучении сложных гимнастических упражнений, типа перелета Ткачева, заключается в том, что структура этого элемента

состоит из многочисленного ряда последовательно-соединенных, сложнокоординированных, сгибательно-разгибательных движений, которые требуют высокого уровня развития физических качеств и тонкой межмышечной координации. В каждой опорной точке разгонного оборота определенные группы мышц испытывают большие нагрузки, которые и необходимо развивать (Менхин Ю.В., 1996г.).

Педагогические наблюдения показали, что большая часть гимнастов в первой (разгонной) части упражнения (из положения верхней вертикали до горизонтали) стремятся максимально удалить ОЦТ тела от оси вращения после резкого сгибательно-разгибательного движения в тазобедренном и плечевом суставах. О том же, какова должна быть последовательность сгибательно-разгибательных движений в плечевых и тазобедренных суставах гимнаста после прохождения им верхней вертикали (или первой четверти разгонной части упражнения) специалисты высказывают противоречивое мнение.

Мнения специалистов (Гавердовский Ю.К. 1969г., Гончаров Н.С. 1957) совпадают в том, что, пройдя вертикаль вверху при выполнении первой части (разгонной) упражнения, гимнасту необходимо выполнить сгибание ног в тазобедренных суставах (до 90 град.) с последующим их разгибанием и одновременным сгибанием рук в плечевых суставах (110 град.). В настоящее время многие тренеры придерживаются до сих пор этого же мнения. Указанные действия позволяют увеличить амплитуду движения ногами, подготовиться для мощного разгиба в плечевых и тазобедренных суставах с последующим взрывным хлестообразным движением, которое обеспечивает высокий вылет над снарядом. В каком же положении тело гимнаста пересекает горизонтальную плоскость снаряда сзади, мнения специалистов противоречиво расходятся. Некоторые указывают на то, что при пересечении горизонтальной плоскости снаряда сзади, тело гимнаста должно оставаться слегка согнутым, хотя угол между руками и туловищем увеличивается до 140 градусов, а угол между туловищем и ногами увеличивается до 160 градусов. Другие специалисты указывают на то, что при прохождении горизонтальной плоскости снаряда сзади туловище гимнаста должно проходить абсолютно выпрямленным телом. В то же время педагогические наблюдения (г. Москва 2004 г., ФГУП РОЦ «Озеро круглое»; г. Л.-Кузнецкий 2003 г., г. Кемерово 2004 г., г. Брянск 2005 г., олимпийские игры г. Афины 2004 г., и др.) показали, что большая часть гимнастов при выполнении перелета Ткачева, пересекает горизонтальную плоскость снаряда сзади с явно прогнутым телом, при котором угол между руками и туловищем равен примерно 195 градусов а угол между туловищем и ногами равен примерно 250-270 градусов.

Возможно имея перед собой разработку с предложенной технологией обучения перелета Ткачева тренер не испытывал бы затруднений чему учить

и как учить, а имел бы четкое представление о подводящих и подготовительных упражнениях, о главных управляющих движениях, о биомеханических характеристиках сгибательно-разгибательных движений, а также о необходимом уровне физической подготовленности гимнастов. Необходимо отметить, что использование четкой технологии обучения перелетовым элементам в тесной взаимосвязи с биомеханическими закономерностями двигательных действий позволит не только улучшить качество исполнения, но и сократить сроки обучения упражнениям данной группы.

Основным содержанием процесса совершенства спортивного мастерства гимнастов является техническая подготовка. **Физическая подготовка при этом играет не меньшую роль, а даже и большую у гимнастов** высокого класса. Скоростные подъемы и медленные опускания, перелеты, сальто и пируэты, круги, стойки, кресты, различные равновесия — все это является результатом проявления двигательных качеств гимнастов. В процессе выполнения гимнастических упражнений перемещение звеньев тела спортсмена происходит в результате действия естественных и мышечных сил (В.Т.Назаров, 1966). Действие естественных сил (сила тяжести, сопротивление воздуха и т.д.) проявляется независимо от воли человека, в то время как мышечные силы глубоко связаны с ней (В.Т.Назаров, 1966; В.Г.Киселев, 1973) и явились объектом многих исследований в спортивной гимнастике (А.Б.Плоткин, 1965; Ю.В.Менхин, 1967, 1975, 1977; А.П.Олешко, 1972; Е.И.Кришталь, 1974; Л.Р.Айунц, 1975).

Естественно поэтому, что физическая подготовка гимнастов многогранна и преследует ряд целей, а в связи с различными целями на том или ином этапе тренировки различно и содержание физической подготовки.

Физическая подготовка — неотъемлемая составная часть процесса совершенствования гимнастов. К сожалению, не только в широкой практике, но и в сборных командах представление о ней сводится в основном к специальным силовым упражнениям. Считается, что основные задачи физической подготовки решаются в ходе технического совершенствования выполнением элементов, соединений и соревновательных комбинаций, а для достижения полных физических кондиций достаточно добавлять силовую комбинацию на кольцах. Однако в современной гимнастике этого явно недостаточно.

***Объемная в целом, но малоинтенсивная тренировка с большими паузами между подходами и привычной нагрузкой — не гарантирует физической подготовленности гимнастов*** (Ю.В. Менхин, 1968).

Весьма важно помнить одну из главных особенностей гимнастических упражнений: требуя соответствующего уровня развития разных силовых качеств, они сами ***не стимулируют*** их совершенствования. Происходит это потому, что любое гимнастическое упражнение несет в себе нагрузку,

которая определена собственной структурой данного упражнения; эта нагрузка всегда одна и та же – не больше и не меньше. Если, скажем, для выполнения креста на кольцах необходимо усилие 0,89 кг на 1 кг веса тела и гимнаст в состоянии проявить такое усилие, то сколько бы раз он ни пытался повторить выполнение (2, 5, 10...) он никогда не выполнит крест с большим усилием (это объективно не требуется): усилие может только уменьшиться из-за локального мышечного или общего утомления, но не увеличиться. В многочисленных повторениях в данном случае может улучшиться лишь силовая выносливость, т. е. способность за счет *волевых* напряжений продлить в попытках требующиеся для выполнения креста те самые 0,89 кг усилий.

Значит для того, чтобы увеличить силу приводящих групп мышц (а это нужно, чтобы обеспечить большой запас силы и следовательно – относительно меньший расход ее при выполнении креста) необходимо другое упражнение, которое стимулирует рост именно силы, а не силовой выносливости.

Эффективным здесь может быть только такое упражнение, которое выводит организм на предельный *уровень функционирования* и провоцирует проявление *сверхмаксимального усилия*.

Другой пример, но в том же аспекте, — с соревновательными комбинациями. Поскольку всякая комбинация является совокупностью элементов, несущих в себе всегда одну и ту же нагрузку, эти комбинации также *не стимулируют* совершенствование отдельных качеств (например, силовых или скоростно-силовых). Больше того: с момента, когда комбинации начинают выполняться на хорошем техническом уровне, они перестают стимулировать и развитие и даже сохранение специальной выносливости. Это происходит потому, что организм адаптируется к той нагрузке, которую несет в себе комбинация, и она перестает стимулировать соответствующие функциональные реакции.

В практике хорошо известны многочисленные случаи, когда, находясь в хорошей форме и длительное время успешно выполняя комбинации, гимнаст вдруг обнаруживает, что он устал, начинает выполнять те же комбинации уже с трудом (хотя должно бы, казалось, быть наоборот). А причина здесь *не в перетренировке*, а лишь в том, что ставшая привычной нагрузка не стимулирует функциональной мобилизации: потенциал организма снижается, а комбинация продолжает требовать расхода энергии на том же уровне, т. е. расход приближается к имеющемуся максимуму (как в начале тренировки по комбинациям) – отсюда затрудненность деятельности и, как следствие, технические ошибки.

Важно, что в данном случае не отдыха, не снижения, а напротив – увеличения нагрузки требует организм. Здесь возможны два варианта. Первый – увеличить количество повторений соревновательных комбинаций

без больших пауз между ними. Но, как знают гимнасты, в этом случае значительно нарушается техника выполнения упражнения (так же как, например, при выполнении на количество силовых стоек — последние всегда выполняются с ошибками) и значит между задачами СФП и технической подготовки возникает острое противоречие.

Поэтому более целесообразен и оправдан другой способ, повышенная физическая нагрузка за счет введения так называемых неспецифических средств, в большей степени оказывающих общее воздействие, но все же отражающих особенности именно гимнастики.

Таким средством является круговая тренировка разных типов: обычная и ударная (Ю.В. Менхин, 1989).

Взаимосвязь физической и технической подготовки в спортивной гимнастике общепризнанна и актуальна не только для начинающих гимнастов, но и для квалифицированных спортсменов. Ведь не секрет, что для выполнения современных сложнокоординированных, силовых, скоростно-силовых упражнений на гимнастических снарядах необходимо наличие в тренировочном процессе не только технического мастерства, но и наличие физической подготовки, стимулирующей повышение уровня функциональных возможностей организма.

Данные о внешней форме и внутренней структуре движений, о взаимосвязи физических качеств занимающихся и технической подготовки позволяют обнаружить недостатки в спортивной, технической и физической подготовленности спортсменов и наметить пути их устранения (В.П. Филин, 1965).

Эффективность спортивного совершенствования обусловлена рациональным сочетанием процессов овладения техникой движений и методики физической подготовки занимающихся. (Н.Г. Озолин, 1949; В.В. Белинович, 1949; Ю.В. Верхошанский, 1963; А.М. Шлемин, 1964).

Средства физической и технической подготовки в спорте тесно взаимосвязаны, поэтому физические качества и элементы технического мастерства проявляются в комплексе и не могут существовать изолированно (В.М. Зациорский, 1966).

Взаимосвязь технической и физической подготовки в гимнастике освещается в работах многих авторов (Ю.В. Менхин, 1968; Ю.К. Гавердовский, 1985; В.Т. Назаров, 1987).

Процесс формирования двигательных навыков зависит и обусловлен степенью развития физических качеств, которые проявляются при выполнении упражнений. Недостаточный уровень развития физических качеств замедляет, а нередко и приостанавливает рост спортивного мастерства. Ю.В. Менхин (1989) показал, что эффективность тренировочного процесса у квалифицированных гимнастов значительно повышается путем применения “метода сопряженного воздействия”, при котором

подготовительные упражнения сходны с осваиваемым техническим элементом по форме и соответствуют по характеру проявляемых усилий.

Целенаправленное развитие силовых качеств создает основы нервно-мышечной координации, соответствующие общей специфике деятельности гимнаста. Выполнение силовых подготовительных упражнений, направленных на развитие определенных силовых качеств, в форме, сходной с формой изучаемых элементов, обеспечивает соответствие силовой подготовки гимнастов специфике конкретных условий их деятельности.

Ю.В. Верхошанский (1963), Ф.Г. Казарян (1965), А.М. Шлемин (1966) отмечали, что с возрастом и повышением квалификации эффективность овладения новыми спортивными упражнениями все в большей степени зависит от уровня развития физических качеств, и что с возрастом улучшается способность к проявлению скоростно-силовых качеств в процессе выполнения гимнастических упражнений.

А.М. Шлемин (1966) показал, что скорость овладения новыми движениями существенно зависит от уровня развития физических качеств, в частности мышечной силы. Специальная подготовка, направленная на развитие силы определенных групп мышц, значительно ускоряет процесс обучения и способствует улучшению техники выполнения упражнений гимнастами.

Положение о тесной взаимосвязи между уровнем развития физических качеств и эффективностью овладения спортивной техникой обосновывается и в специальном методическом письме В.М.Зациорского (1969).

Ю.В.Менхин (1967) выявил, что процесс обучения протекает более успешно при условии развития силовых качеств, адекватных специфике разучиваемых движений. При овладении силовыми, статическими элементами первостепенное значение приобретает статическая сила, а для силовых упражнений в сочетании с маховыми упражнениями требуется умение быстро переключаться с динамического режима работы мышц на статический; для маховых упражнений необходимо воспитывать скоростную силу.

Таким образом, большинство авторов придерживаются мнения, что физическая подготовка облегчает овладение гимнастической техникой и ускоряет рост спортивного мастерства. Важно отметить, что многообразие и многохарактерность гимнастических упражнений просто не позволяют достичь высокого мастерства, опираясь лишь на какое-то одно, пусть даже два силовых качества. Развивать надо все качества (Ю.В.Менхин, 1969).

В настоящее время выявлено (Ю.В.Менхин, 1969, 1989, 1988; Е.Ю.Розин, 1983;), что в зависимости от периодов тренировочного процесса квалифицированных гимнастов (подготовительный, соревновательный, переходный) роль и объем физической подготовки меняется, что

соответствует и срокам контрольных испытаний и календарному плану соревнований.

Владение совершенной техникой больших оборотов назад на перекладине далеко не является основой для начала изучения перелетовых элементов, так как для обеспечения закономерного, последовательного ряда сгибательно-разгибательных двигательных действий имеющих взрывной характер необходим высокий уровень развития силы мышц сгибателей и разгибателей в тазобедренных и плечевых суставах. Поэтому в настоящее время, в связи с совершенствованием методов обучения, все в большей мере учитываются силовые возможности мышц, реализующих целенаправленную программу движения. (О.И.Загrevский, 1982г.). Анализ литературных источников показал, что данная проблема изучена недостаточно полно. В настоящее время не существует конкретизированных (то есть наполненных содержанием) комплексов средств специальной физической подготовки гимнастов и контрольных нормативов требуемого уровня развития физических качеств необходимых при овладении избранной группы исследуемых упражнений. В то же время в работе В.И. Загrevского (1979г.) отмечается и показаны контрольные нормативы, характеризующие специальную физическую готовность гимнаста для выполнения больших оборотов назад в висе сзади на перекладине, что способствовало ускоренному и более качественному обучению гимнастов этим упражнениям. В работах Е. М. Аксенова, Е. Кузнецова при обучении акробатическим упражнениям также определен уровень моментов мышечных сил при исполнении упражнений. Ориентир на требуемые и имеющиеся силовые ресурсы гимнастов обеспечил при обучении акробатическим упражнениям более их быстрое обучение по времени, при улучшении и качества исполнения упражнений.

Становится очевидным, определить и развивать те группы мышц, которые обеспечивают амплитуду, скорость и ритм движений (сгибатели и разгибатели плеча, сгибатели и разгибатели бедер) (или те которые испытывают большие нагрузки).

Так как рабочий мышечный режим в этих суставах обеспечивается взрывным характером работы мышц, характеризующимся хлестообразным бросковым способом выполнения перелетовых движений, то необходимым условием овладения совершенной техникой этих упражнений является высокий уровень развития физических качеств гимнастов в тазобедренных и плечевых суставах (Ю.В.Менхин, 1969 г.). Помимо своего традиционного сложно-координационного статуса современная гимнастика в известном смысле все в большей степени приобретает характер вида спорта скоростно-силовой направленности: для выполнения современных сложных трюков и связок необходим мощный мышечный взрыв, а для выполнения силовых элементов - статическая и динамическая сила.

**Нами** (В.И.Загrevский, Д.А.Лавшук, И.Л.Лукашкова, 1999-2004) разработана плановая система проведения вычислительных экспериментов, направленных на выявление закономерностей перемещения общего центра масс тела гимнаста в условиях вращательного движения относительно фиксированной оси в зависимости от начальных условий движения, траектории программного управления и масс-инерционных характеристик моделируемой биомеханической системы.

Исследование **сгибательных суставных движений в оборотовых упражнениях** на перекладине осуществлялось на примере трехзвенной модели тела спортсмена, в которой руки – первое звено, туловище с головой – второе и ноги – третье звено. При этом использовались следующие упрощения:

- звенья и гриф перекладины – абсолютно твердые тела;
- распределение масс внутри каждого звена неизменно;
- звенья модели соединены идеальными шарнирами;
- масс-инерционные характеристики звеньев модели совпадают с соответствующими среднестатистическими параметрами сегментов тела гимнаста;
- центры масс звеньев модели расположены на их продольной оси.

В начальный момент времени ( $t_0=0$ ) моделируемая биомеханическая система располагалась в вертикальном положении под грифом перекладины (положение виса): все звенья модели имели обобщенные координаты, равные  $270^\circ$ , то есть располагались на одной прямой. Начальная угловая скорость и угловое ускорение всех звеньев модели составляли 0 рад/с. Длительность процесса моделирования равнялась 1,0 с ( $t_k=1,0$ ). Шаг интегрирования системы дифференциальных уравнений, описывающих эволюцию биомеханической системы, составлял 0,1 с.

На динамические ресурсы биосистемы, выражающиеся в величине проявления мышечных усилий в суставах спортсмена:  $M_2$ - управляющие моменты мышечных сил в плечевых суставах,  $M_3$ - управляющие моменты мышечных сил в тазобедренных суставах, ограничения не накладывались, считалось, что система способна развивать силы произвольной величины. Момент силы трения кистей рук о гриф перекладины ( $M_1$ ) не оказывал влияния на успешность решения двигательной задачи, так как  $M_1$  задавался равным нулю на всей траектории биосистемы.

Для определения влияния сгибательных движений в суставах на перемещение тела гимнаста в условиях вращения вокруг фиксированной оси синтез двигательного действия реализовывался без учета действия силы тяжести, то есть все моменты внешних сил –  $Y_i$  равнялись 0 Н·м.

В качестве программного управления биомеханической системой, нами рассматривалось кинематическое изменение углов в тазобедренных и

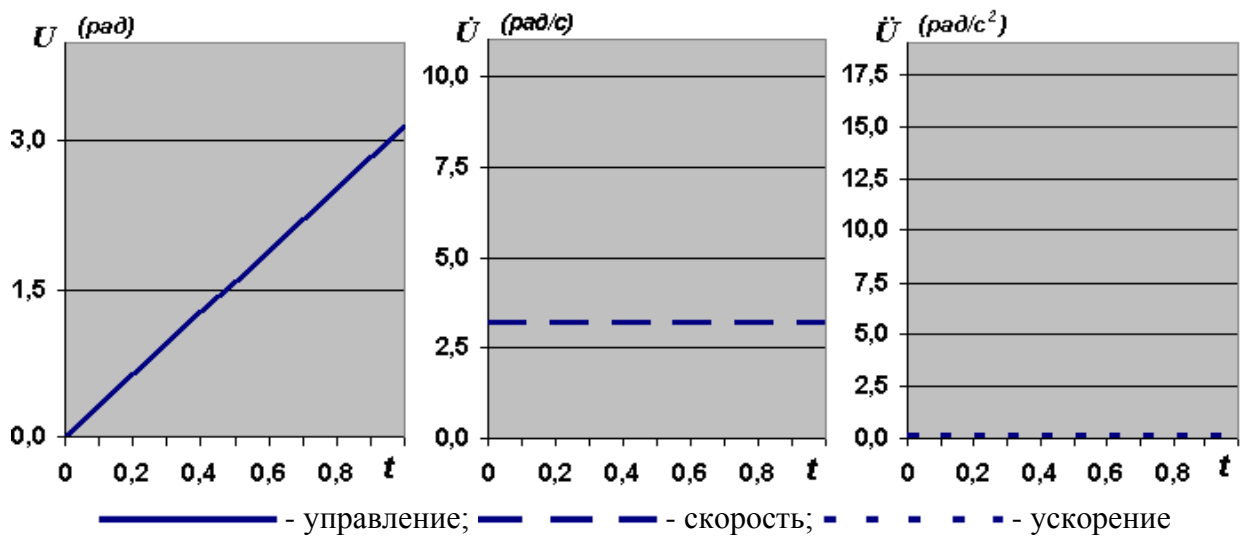
плечевых суставах модели во времени. Представление процесса изменения суставных углов во времени происходило по трем законам: 1) линейному ( $\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_2 = kt$ ), где  $k = \pi$  ( $\pi = 3,14$  – постоянная величина, выражающая скорость изменения угла в суставе,  $t$  – время); 2) квадратичному ( $\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_2 = kt^2$ ); 3) кубическому ( $\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_2 = kt^3$ ) (табл. 13, рис. 98.).

Таблица 13

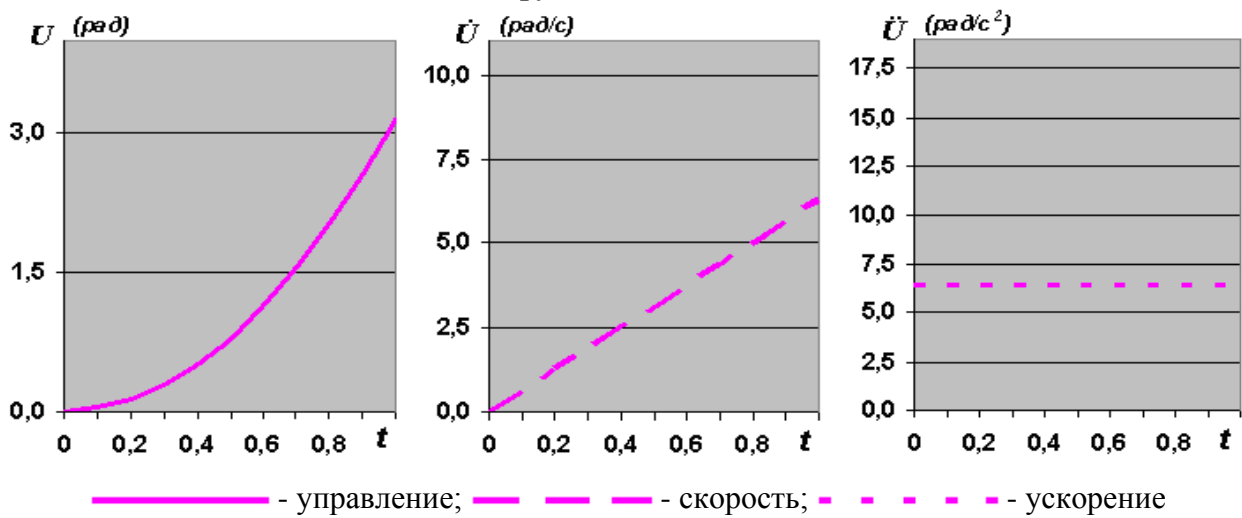
Численные значения программного управления, скорости и ускорения для трех функций

$t$	Линейная зависимость			Квадратичная зависимость			Кубическая зависимость		
	$U = \pi t$	$\dot{U} = \pi$	$\ddot{U} = 0$	$U = \pi t^2$	$\dot{U} = 2\pi t$	$\ddot{U} = 2\pi$	$U = \pi t^3$	$\dot{U} = 3\pi t^2$	$\ddot{U} = 6\pi t$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
0,0	<b>0,000</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>6,28</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
0,1	<b>0,314</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,031</b>	<b>0,628</b>	<b>6,28</b>	<b>0,003</b>	<b>0,094</b>	<b>1,885</b>
0,2	<b>0,628</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,126</b>	<b>1,257</b>	<b>6,28</b>	<b>0,025</b>	<b>0,377</b>	<b>3,770</b>
0,3	<b>0,942</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,283</b>	<b>1,885</b>	<b>6,28</b>	<b>0,085</b>	<b>0,848</b>	<b>5,655</b>
0,4	<b>1,257</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,503</b>	<b>2,513</b>	<b>6,28</b>	<b>0,201</b>	<b>1,508</b>	<b>7,540</b>
0,5	<b>1,571</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>0,785</b>	<b>3,142</b>	<b>6,28</b>	<b>0,393</b>	<b>2,356</b>	<b>9,425</b>
0,6	<b>1,885</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>1,131</b>	<b>3,77</b>	<b>6,28</b>	<b>0,679</b>	<b>3,393</b>	<b>11,310</b>
0,7	<b>2,199</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>1,539</b>	<b>4,398</b>	<b>6,28</b>	<b>1,078</b>	<b>4,618</b>	<b>13,195</b>
0,8	<b>2,513</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>2,011</b>	<b>5,027</b>	<b>6,28</b>	<b>1,608</b>	<b>6,032</b>	<b>15,080</b>
0,9	<b>2,827</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>2,545</b>	<b>5,655</b>	<b>6,28</b>	<b>2,290</b>	<b>7,634</b>	<b>16,964</b>
1,0	<b>3,142</b>	<b>3,142</b>	<b>0</b>	<b>3,142</b>	<b>6,283</b>	<b>6,28</b>	<b>3,142</b>	<b>9,425</b>	<b>18,849</b>

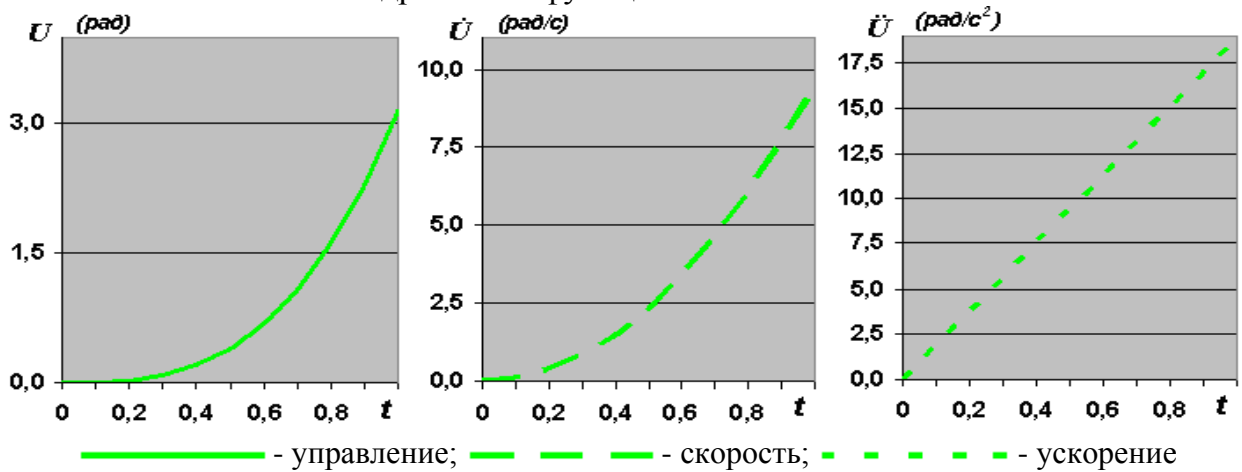
При линейной зависимости программного управления увеличение суставного угла для каждого шага интегрирования осуществляется с постоянной величиной (на  $18^0$ ), при постоянной скорости (3,1 рад/с) и нулевом угловом ускорении.



А – линейная функциональная зависимость



В – квадратичная функциональная зависимость



С – кубическая функциональная зависимость

Рис. 98 – Графическое изображение программного управления и его производных

Для квадратичной зависимости кинематическое управление в суставах происходит с возрастающим значением при каждом последующем шаге интегрирования, с поступательно увеличивающейся скоростью и с постоянным ускорением (6,3 рад/с<sup>2</sup>).

При кубической функции увеличение значений кинематического управления в суставах, его скорости и ускорения осуществляется с возрастающей к каждому шагу интегрирования величиной.

Биомеханический синтез различных вариантов сгибательных движений суставов модели опорно-двигательного аппарата тела спортсмена в серии вычислительных экспериментов планируется проводить по следующей схеме (табл. 15).

Таблица 14

Схема проведения вычислительных экспериментов

Сгибательные движения в суставах	закономерность программного управления		
	линейная	квадратичная	кубическая
тазобедренных	1В	4В	7В
плечевых	2В	5В	8В
совместно	3В	6В	9В

Таким образом, будет исследоваться влияние изменения угла, осуществляемое либо в паре одноименных суставов (тазобедренных или плечевых), либо совместно в обоих, на перемещение тела спортсмена во вращательном движении в условиях опоры. Изменение суставного угла осуществляемого по ходу направления вращения ОЦМ биомеханической системы соответствует положительной величине программного управления, против хода – отрицательному значению.

В серии проведенных вычислительных экспериментов, реализующих имитационное моделирование движений человека на ЭВМ, мы использовали математическую модель двигательных действий спортсмена в условиях опоры.

Запишем в компактной записи, дифференциальные уравнения естественного движения  $N$ -звенной модели

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} \ddot{Q}_j \cos(Q_j - Q_i) - \sum_{j=1}^n A_{ij} \dot{Q}_j^2 \sin(Q_j - Q_i) + Y_i \cos Q_i = 0 \quad (1)$$

Аналитическое выражение динамических коэффициентов ( $A_{ij}$ ) для  $N$ -звенной биомеханической системы построим при условии введения в формульную запись для коэффициентов  $A_{ij}$  символа Кронекера. Символ Кронекера равен

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i = j, \\ 0, & \text{если } i \neq j. \end{cases}$$

Здесь  $i, j$  - буквенные индексы, соответствующие цифровым индексам коэффициентов  $A_{ij}$ . Используя символ Кронекера, можно записать представление коэффициентов  $A_{ij}$  для  $N$ -звенной биомеханической системы в виде

$$A_{ij} = \delta_{ij} (J_i + m_i S_i^2) + m_j L_i S_j (1 - \delta_{ij}) + \sum_{k=j+1}^N m_k L_i L_k, \\ i=1, 2, 3, \dots, N; \quad j=1, 2, 3, \dots, N. \quad (2)$$

Динамические коэффициенты  $A_{ij}$ , используемые в записи уравнений движения биомеханической системы, формируются параметрами масс-инерционных характеристик звеньев модели  $L_i, S_i, J_i, m_i$ . Здесь:  $L_i$  – длина  $i$ -го звена;  $S_i$  – расстояние от оси вращения до центра масс  $i$ -го звена;  $J_i$  – центральный момент инерции  $i$ -го звена;  $m_i$  – масса  $i$ -го звена.

Обобщенные силы ( $Y_i$ ) вычисляются по формуле

$$Y_i = \left( \sum_{k=i+1}^n P_k L_i + P_i S_i \right), \quad (3)$$

где  $P_i$  – вес  $i$ -го звена.

Уравнения движения биомеханической системы, записанные в форме (1), являются уравнениями естественного движения [4], то есть такими, в которые в качестве неизвестных функций времени включены обобщенные координаты. При этом подразумевается, что движущийся объект не вырабатывает управляющих воздействий. Иначе говоря, естественное движение можно рассматривать как неуправляемое движение, не преследующее достижение цели.

Движения человека являются целенаправленными и в этой своей части они существенным образом отличаются от естественных движений. Целенаправленные движения формируются при помощи особых сил, называемых управляемыми. С этой точки зрения, человек - самоуправляемая система, использующая для управления движением вырабатываемые внутри системы мышечные силы.

В математической форме учет управляющих воздействий мышечных сил на биомеханику движения заключается во введении в правую часть уравнений естественного движения управляющих моментов мышечных сил в суставах ( $M_i$ ), записываемых для  $i$ -го уравнения системы (1) в виде алгебраической суммы слагаемых  $M_i - M_{i+1}$ , где

$$M_{i+1} \neq 0, \quad \text{если } i < n \quad \text{и} \quad M_{i+1} = 0, \quad \text{если } i = n. \quad (4)$$

Уравнения целенаправленного движения многозвенной биомеханической системы в компактной записи имеют вид

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} \ddot{\varphi}_j \cos(\varphi_j - \varphi_i) - \sum_{j=1}^n A_{ij} \dot{\varphi}_j^2 \sin(\varphi_j - \varphi_i) + Y_i \cos \varphi_i = M_i - M_{i+1} \quad (5)$$

Здесь  $n$  - количество звеньев моделируемой системы,  $\varphi$  - вектор обобщенных координат биомеханической системы,  $A_{ij}$  - матрица динамических характеристик, определяемая масс-инерционными характеристиками звеньев тела спортсмена,  $\dot{\varphi}, \ddot{\varphi}$  - соответственно первая и вторая производная вектора обобщенных координат по времени,  $Y$  - вектор обобщенных сил,  $u$  - вектор управляющих моментов мышечных сил в суставах.

Таким образом, представленная в учебном пособии методика планирования и проведения вычислительного эксперимента позволяет исследовать разнообразные варианты синтеза движений биомеханической системы, которые трудно, а порой и невозможно реализовать спортсменам в реальном исполнении. На основании вышерассмотренных уравнений нами (В.И.Загревский, Д.А.Лавшук), была разработана компьютерная программа, моделирующая условия выполнения спортсменом опорной фазы упражнений и позволяющая анализировать уровень эффективности сгибательно-разгибательных движений в суставах, необходимых для успешной реализации моторного компонента цели движения и эффективного решения двигательных задач в опорной части упражнения. Программа прошла тестирование и используется авторами публикации для биомеханического анализа упражнений, выполняемых в условиях опоры.

#### **2.3.4 Объект исследования – единоборства (борьба дзюдо)**

Основа двигательной активности (применительно к дзюдо) это не только чисто двигательные компоненты. По мнению В.Б. Коренберга (2005) управляющую роль при реализации базовой двигательной программы играют такие информационные компоненты, как: планирование и программирование решения, прямое эфферентное (от центра к периферии) управление координированной работой мышц, пассивная и активная афферентация (чувственное и образное - с помощью «позного» метода и обратной связи - восприятие процессов и предметов). Это не что иное как системная совокупность двигательных и не двигательных (сенсорных, интеллектуальных) действий.

Исходя из концепций В.Н.Андреева, Г.С.Туманяна (1975) элементарным тактическим действием (по классификации дзюдо) является выбор направления броска. Приемы должны быть сгруппированы по

тактическому признаку (например, по комплексам для исходных и стартовых положений).

Изучение техники должно быть привязанным к задачам тактики в начале обучения. Во многом результативность технических действий зависит от особенностей взаимной стойки, обоюдного захвата борца и способности проводить приемы в различных направлениях. При анализе технико-тактической деятельности борца на соревнованиях целесообразно учитывать разнонаправленность его технического арсенала, а не его техническое разнообразие.

Определенным гарантом результативности технико-тактических действий выступает силовая составляющая двигательного аппарата. Ее следует рассматривать как реализацию идеи тренинга по сведению-отведению рук в различных исходных положениях и режимах силовой нагрузки как способ приобретения и сохранения захватов при борьбе стоя, полустоя и полулежа, на четвереньках и лежа. Данный способ является оперативным методом воздействия на противника в ходе решения задач на всех тактико-технических уровнях схватки для реализации своих преимуществ возможным путем:

а) нейтрализации и подавления; б) нейтрализации и обыгрывания; в) активизации и подавления; г) измотать и обыграть.

Критерием, подтверждающим оперативность данного метода воздействия, является выполнение следующих условий:

– одна рука – динамическая силовая нагрузка, вторая – изометрический режим и, наоборот;

– своевременная «перезагрузка» основных мышечных напряжений с одной руки на вторую;

– выход на удобную стартовую позицию по «позной» методике для: а) занятия эластичной позы, позволяющей накапливать энергию и расставаться с опорой, отбросить все элементы ненужной активности в действия (активное проталкивание, активное опускание ноги на опору, активное маховое движение и избавление от ненужной напряженности мышц, снятие ноги с опоры, остальное сделает сила тяжести);

Объяснение последнему то, что мы встаем в позу и отпускаем наше тело, чтобы оно начало двигаться и вращаться вокруг точки опоры (вместе с противником), что создает ускорение-вращение вперед по параболической кривой.

Из рекомендаций Н. Романова (2009) следует, что поза должна трансформировать предыдущие и предвосхищать последующие движения и быть главной по отношению к ним. При отборе главной позы необходимо, чтобы все действующие силы (гравитации, мышечные усилия, мышечно-сухожильная эластичность) работали как одна активная система для создания движения. Отсюда следует, что на основе формирования позы и

использование ее как основного компонента борцовских действий должно быть построено все обучение и специально подобраны упражнения.

Особо следует обратить внимание на такую действующую силу как мышечные усилия рук и плечевого пояса, сопряженно решающую вместе с гравитационным моментом (вес борцов) задачу вращения тела вокруг опоры.

Образуются так называемые «кинематические цепи» рук, образованные взаимными захватами при различных стойках. Применительно к классу «вращений», когда атакующий наклоняет туловище параллельно ковру и, войдя в плотный контакт с противником, не поднимаясь, «вращением» туловища вокруг своей продольной оси отрывает или выводит из равновесия противника, как-бы «наматывая» на себя: через плечи, поперек (от захвата руки на ключ), вращение вдоль (от захвата головы под плечо). Остальные типы бросков: наклоняясь («наклоном») и классы «прогибом», запрокидываясь («запрокидывания») и запрокидываясь («скрещиванием») делятся по способу выхода на старт и по организации мышечных синергий.

Возможности специальной силовой тренировки в формате кинематических цепей для рук существенно расширяются с использованием тренажера Лэг Мэдрик, который рекомендуется для тренировки только ног. В нашем случае его возможности для тренировки рук ничуть не меньше, чем для ног, а в «поворотных» движениях он эффективно воздействует на развитие ряда «проблемных» мышц плеч и туловища. Так, совершая движения руками к центру (положения: в упоре лежа, стоя, полустоя в наклоне) или от центра, задействуются внутренние мышцы рук (при приведении) и внешние мышцы рук и плечевого пояса (при отведении). Пространство между «кинематическими цепями» обеих рук не должно быть равнозначным. К стартовой позе атакующий борец обеспечивает более выгодную ситуацию для атаки, чтобы полностью использовать гравитационные силы. Укорачивая рычаг «атакующей» руки (например, при сгибе ее в локтевом суставе) создаются идеальные условия для «вращательного» момента и использования силы тяжести для движения тела по заданной кривой. Учитывая, что мышцы рук и плечевого пояса, работающие в приводящем-отводящем режиме силовой нагрузки, «приспособлены» к этим условиям работы, являются одновременно добавочными «ускорителями» звеньев тела при вращении, эти силы на очень короткий промежуток времени становятся системой. Сила гравитации, мышечные усилия синергистов, мышечно-сухожильная эластичность работают как одна активная система для создания условий для эффективного вращения тела и для продуктивной работы в целом.

Для подключения мышц туловища к данному модельному движению специалистами рекомендуется выполнять ряд простых по форме, но усложненных вращательным моментом силовых упражнений (с расположенным впереди себя вертикально грифом от штанги, который

необходимо положить, держась за верхнюю точку грифа, вниз-налево и в другую сторону. Очень полезны и эффективны силовые упражнения на кольцах (в упоре или в вися) с опорой ногами о пол в формате их сведения и отведения под различным углом к горизонту, а также с опорой руками о два мяча различного объема с их отведением и сведением, борьба сидя верхом на гимнастическом коне напротив друг друга или на двух параллельно стоящих конях (борьба руками).

На данный момент отсутствуют адаптированные к современным условиям обучения тактике и технике дзюдо обновленные технологии, которые способны обеспечить формирование и реализацию базовой двигательной программы для дзюдоистов на основе использования сил гравитации, мышечных усилий и эластичности мышечно-сухожильной системы.

Использованные на практике технологии не всегда эффективны и в определенной степени консервативны. Набор основополагающих средств физической и двигательной-координационной подготовленности дзюдоистов не построен с учетом целевых критериев (позной методики и силовой составляющей, обеспечивающей моторику движений по заданным направлениям), не учитывает вопросы функциональной специализации двигательного аппарата в дзюдо (относительно мышц рук и плечевого пояса) и не стыкуется с позицией базовой двигательной активности дзюдоистов, которая требует принципиального обновления.

Как известно, исследования в данном направлении уже проводились и представлены в ряде работ отечественных ученых и специалистов (В.М.Андреев, Г.С.Туманян, 1975; Ю.А. Шулика, 1976). В их работах обращено внимание на то, что целью базовой двигательной подготовки дзюдоистов является системное обновление существующих средств и методов подготовки и поскольку тренировочный процесс дает кумулятивный эффект в технико-тактическом проявлении, изучение техники должно быть привязанным к задачам тактики уже в начале обучения.

В большинстве случаев данная установка не проводится в жизнь. Остается низким удельный вес применяемых тренажеров и технических устройств, которые в своем большинстве не наделены свойством «искусственной управляющей предметной среды» (И.П.Ратов, 1995), что, в конечном итоге, негативно сказывается на качестве обучения и тренировки. В этой связи разработка и обоснование технологии формирования и реализация базовой двигательной программы дзюдоистов **по их целевому критерию** - полноценное использование сил гравитации, мышечных усилий синергистов (особенно рук и верхнего плечевого пояса), мышечно-сухожильной эластичности как базовых единиц двигательного аппарата - является перспективной учебно-спортивной задачей, облегчающей и минимизирующей весь процесс спортивной тренировки.

Вышеизложенное обосновывает высокую актуальность научной разработки для практики подготовки спортсменов-дзюдоистов в ДЮСШ и СДЮШОР, в Вузах, программы которых на настоящий момент не предусматривают изучения техники и тактики в плане использования их в «позном» варианте и в зависимости от исходных положений и функциональных особенностей единоборцев (силовая составляющая двигательного аппарата).

В этом направлении было проведено исследование (В.И.Стадник, Р.В.Стадник, 2008-2009 гг.). Целью было - экспериментально обосновать инновационное проектирование содержания занятий по формированию и реализации базовой двигательной программы дзюдоистов на основе использования сил гравитации, мышечных усилий, мышечно-сухожильной системы дзюдоистов в формате учебно-тренажерных комплексов тактико-технической направленности и сопряженного развития мышц рук и плечевого пояса и двигательных-координационных способностей, в целом, повышения эффективности учебно-тренировочного процесса как предмета образовательно-развивающей среды. Для реализации цели исследования были поставлены задачи:

1. Спроектировать содержание занятий по формированию и реализации базовой двигательной программы на основе использования сил гравитации, мышечных усилий, мышечно-сухожильной системы в годичном цикле тренировки дзюдоистов-новичков и актуализировать их содержательными и процессуальными характеристиками.

2. Разработать и научно обосновать тренажеры избирательного воздействия – «манекен в паутине», «тренажер для рук Лэг Мэдджик», «кольца на вису», «борьба сидя на гимнастическом коне» для развития силы мышц рук и плечевого пояса (приводящие и отводящие) дзюдоистов-новичков 17-19 лет.

3. Экспериментально оценить инновационное проектирование содержания занятий по формированию и реализации базовой двигательной программы в годичном цикле тренировки дзюдоистов-новичков 17-19 лет.

Гипотеза предполагала, что инновационное проектирование содержания занятий по формированию и реализации базовой двигательной программы в формате учебно-тренажерных комплексов и их фазовое инвариативное распределение в годичном цикле тренировки может существенно ускорить формирование структуры технических действий в дзюдо на основе сопряженного использования сил гравитации, мышечной усилий, мышечно-сухожильной системы и, как следствие, способствовать прогнозируемому достижению спортивного результата у дзюдоистов-новичков 17-19 лет.

Предметом исследования были содержательные характеристики базовой двигательной программы дзюдоистов-новичков 17-19 лет,

обуславливающие направленность тренировочных воздействий в развитии мышц рук и плечевого пояса и двигательных-координационных способностей на основе использования сил гравитации, мышечных усилий, мышечно-сухожильной системы в формате учебно-тренажерных комплексов.

В результате исследований были сформулированы выводы по каждой из поставленных в работе задач:

1. Актуализация матрицы базовой двигательной программы дзюдоистов-новичков 17-19 лет содержательными и процессуальными характеристиками, обуславливающими направленность тренировочных воздействий в развитии мышц рук и плечевого пояса и двигательных-координационных способностей на основе использования сил гравитации, мышечных усилий, мышечно-сухожильной системы, опосредовано повышает уровень тактико-технического мастерства борцов и способствует росту спортивных результатов.

2. Факторизация показателей сформированности двигательных навыков, развития физических качеств, функционального состояния основных систем организма определила ведущие факторы, характеризующие специфику базовой двигательной активности дзюдоистов, высокую степень актуализации силовой (применительно верхнему плечевому поясу) и тактико-технической и технической подготовки дзюдоистов (преимущество «позного» метода тренировки) в плане использования их в зависимости от исходных и стартовых положений и функциональных особенностей единоборцев.

3. Длительные двигательно-координационные (в соответствии с «позным» методом) и специализированные силовые тренирующие воздействия (преимущественно на руки и плечевой пояс), реализованные в годичном цикле тренировки, приводят двигательный аппарат дзюдоистов-новичков к специфическим перестройкам рациональной конвергенции силы мышц- верхних конечностей (приводящие и отводящие), туловища, тактико-техническому и техническому разнообразию приемов (особенно «вращательных» и «поворотных»), что обеспечивает, в целом, положительное решение программы базовой двигательной активности, реализованное нетрадиционными методами и способствует достижению прогнозируемого спортивного результата.

**Во втором случае**, на начальном этапе спортивной подготовки при проведении соревновательных и контрольных **поединков по рукопашному бою (техничко-тактическая подготовка)** можно исходить из того, что двигательная задача представляет собой указание тех явлений, которые должны произойти в процессе выполнения упражнения и выражены в программе движения. Последнее есть не что иное, как указания в содержательной или математической форме качественных или

количественных характеристик движения в определенные моменты времени или в определенных частях упражнения.

С этой целью было проанализировано свыше 80 соревновательных и контрольных схваток по рукопашному бою студентов Полесского государственного университета и Полоцкого государственного университета. Авторами были разработаны математические формулы для записи хода эффективности ведения поединков со стороны технико-тактических действий (атака, защита, контрприемы и т.п.) обоих партнеров. Они представлены в следующих математических вариантах заполнения ведения схватки:

'j,k - номер анализируемого борца  
'i- номер проводимого приема  
'Std - всего количество приемов  
'i=0 - параметр оценивается за всю схватку  
'Ha(j,i) - надежность атаки j-го борца в i-м приеме  
'Hz(j,i) - надежность защиты j-го борца в i-м приеме  
'Ha(k,i) - надежность атаки k-го борца в i-м приеме  
'Hz(k,i) - надежность защиты k-го борца в i-м приеме  
'N(j,i) - количество технических приемов выполненных за схватку j-м борцом в i-м приеме  
'N(k,i) - количество технических приемов выполненных за схватку k-м борцом в i-м приеме  
'Ny(j,i) - количество успешных технических приемов реализованных за схватку j-м борцом в i-м приеме  
'Ny(k,i) - количество успешных технических приемов реализованных за схватку k-м борцом в i-м приеме  
'St(j,i) - сумма баллов j-го борца в i-м приеме за технические действия  
'St(k,i) - сумма баллов k-го борца в i-м приеме за технические действия  
'Zp(j,i) - количество замечаний за пассивность у первого борца  
'Zp(k,i) - количество замечаний за пассивность у второго борца  
'm(j,i) - средний балл за схватку (i=0) j-го борца в i-м приеме за технические действия  
'm(k,i) - средний балл второго борца за технические действия  
'S(j) - сумма баллов первого борца за технические действия и пассивность противника  
'S(k) - сумма баллов второго борца за технические действия и пассивность противника

**Были рассчитаны вероятностные ситуации по прогнозированию борцовских действий в соответствии с предлагаемыми авторами тремя моделями, а именно:**

**print "Модель 1"**

print "Расчет параметров схватки при которых возможна победа второго борца с преимуществом в 1 балл"

print

print "Допустим активность второго борца равна 20, надежность защиты 0,7"

print "Рассчитаем необходимую надежность атаки при сохраненных параметрах активности первого борца"

AkNew(2)=20

HзNew(2)=0.7

HaNew(2)=(1+Zp(2,0)+(1-HзNew(2))\*Ak(1))/AkNew(2)

print "надежность атаки второго борца при сохраненных параметрах активности"

print " первого борца равняется";HaNew(2)

print "При этом параметры схватки у первого борца изменятся:"

HaNew(1)=1-HзNew(2)

HзNew(1)=1-HaNew(2)

print "надежность атаки станет равной";HaNew(1)

print "надежность защиты станет равной";HзNew(1)

**print "Модель 2"**

print "Минимальные характеристики первого борца, при которых он мог бы выиграть эту схватку с преимуществом в X баллов"

print "Для примера рассчитаем минимальную надежность атаки (при той же надежности защиты и показателе активности), при которой преимущество равнялось бы трем баллам"

x=3

HaNew(1)=(X-Zp(2,0)+(1-Hз(1,0))\*Ak(2))/Ak(1)

print "надежность атаки должна быть равной";HaNew(1)

**print "Модель 3"**

print "Рассчитаем величину должной показателя активности первого борца, при котором была бы присуждена победа с явным преимуществом"

AkNew(1)=(12-Zp(2,0)+(1-Hз(1,0))\*Ak(2))/Ha(1,0)

print "показатель активности первого борца в этом случае должен быть равен";AkNew(1)

print "а общее количество выполненных технических приемов -";AkNew(1)/m(1,0)

```

print "суммарный сбивающий фактор, действующий на
первого борца";F(1)
print "суммарный сбивающий фактор, действующий на
второго борца";F(2)
print "пороговое значение суммарного сбивающего фактора
первого борца";Fp(1)
print "пороговое значение суммарного сбивающего фактора
второго борца";Fp(2)
z=1: Print "1. Количество удачных приемов за схватку"
z=2: Print "2. Количество выполненных приемов за
схватку"
z=3: Print "3. Количество баллов, за выполненные приемы
в течение схватки"
z=4: Print "4. Коэффициент успешности атак в течение
схватки"
z=5: Print "5. Коэффициент успешности использования
защиты от атак противника в течение схватки"
z=6: Print "6. Средняя оценка за выполненные приемы в
течение схватки"
z=7: Print "7. Величина относительной эффективности
применения i-го приема"
z=8: Print "8. Разность между действительным
распределением попыток и идеальным в каждом i-м приеме"
z=9: Print "9. Коэффициент рассогласования между
действительным распределением попыток и идеальным по i-
му техническому действию"
z=10: Print "10. Теоретическое количество попыток атаки
i-м приемом"
z=11: Print "11. Количество баллов, которое
теоретически мог бы получить борец за атаки i-м
приемом"

```

Предложенные формулы в виде уравнений по построению конструктивной математической модели движений с заданными типологическими характеристиками и их структурой (условное разделение рукопашников-новичков на две типологические группы – «силовиков» и «скоростников-темповиков»- (по В.И.Стаднику, 1992) обеспечивают автоматизированное решение двигательных задач, поставленных в каждой соревновательной или контрольной схватках в формате индивидуального профиля качественно-количественных характеристик, прежде всего, технико-тактической подготовки занимающихся с произвольным числом степеней свободы на ПЭВМ.

**В третьем случае,** объектом исследования была избрана **проблема симметризации,** играющая существенную роль в технико-тактической

подготовке дзюдоистов. Симметризация есть процесс выравнивания проявления способностей обеих сторон тела при сохранении доминирования одной из них. Это положительно отражается на эффективности спортивной деятельности, становления техники и реализации тактических замыслов (9).

Рассмотрение латеризации с общетеоретических позиций теории функциональных систем и оценки места ассиметрии в ряде природных явлений может способствовать пониманию специфических особенностей биологической организации (1). Практический аспект данной проблемы (3) теснейшим образом увязывается с вопросом леворукости как социальной категории, поскольку леворуких выделяют в группу риска, испытывающих давление со стороны праворуких.

Анализ специальной литературы по этой проблеме выявил закономерности:

1) как известно, верхние конечности человека развиты неодинаково: одна рука в большинстве случаев (до 95%) – правая – является «ведущей», а другая – левая – «вспомогательной». Это различие проявляется не только в их функциях, но и в морфологических признаках (в частности в обхватах и в длине), составляющих отдельные двигательные звенья правой и левой руки. Эффект процесса симметризации зависит от уровня развития координационных способностей. Чем выше их уровень, тем более решима проблема гармонизации этого процесса. Симметризация является одним из ведущих методов функциональной специализации двигательного аппарата, способствующей проявлению моторных способностей человека;

2) левосторонность, как специфическое выражение двигательной деятельности, замечено у 5 – 50 популяций животного мира. Среди людей леворукие составляют 4-5% всей человеческой популяции. Современная цивилизация в основном формирует человека с правосторонним характером проявления двигательной функции. Отсутствуют программы обучения для левосторонних индивидов, а выбор вариантов обучения слишком сужен. Поэтому, в спортивной деятельности (особенно на международной арене) лица, которым присуща левосторонняя деятельность, имеют больший успех по сравнению с «правосторонними» (например, в настольном теннисе или гандболе). Анализ спортивной карьеры спортсменов с выраженным «левосторонним» фактором свидетельствует о трудности для «левосторонних» спортсменов приспособиться к разработанным ранее схемам тренировочных занятий «правосторонних». При решении этой проблемы следует использовать концепцию обучения и тренировки, направленную на симметричность обучения (равномерное развитие обеих сторон) при сохранении приоритета «ведущей» стороны;

3) практика и данные экспериментальных исследований доказывают целесообразность использования методик с симметричным развитием движений. Особенно при формировании координационных способностей и в

условиях освоения новых движений. Высокие достижения в спорте есть результат оптимального использования симметричного и ассиметричного подходов в обучении и тренировке. В первую очередь, успешность обучения обеспечивается в сложно-координированных видах спорта. Поэтому на больший успех рассчитывает тот, который готовится по «симметричной» программе развития двигательной функции, но в разных пропорциях в зависимости от срока обучения. На начальном этапе спортивного совершенствования желателен преобладание «симметричного» подхода при использовании упражнений общей и специальной направленности. Эффективность формирования симметрии как таковой и симметричных движений проявляется там, где ставится задача всесторонности развития двигательных способностей и повышения здоровья организма в целом;

4) независимо от избранной специализации основной целью обучения и тренировки должно быть формирование ассиметрии движений в используемом учебно-тренировочном комплексе упражнений, если того требует специфика вида спорта. В то же время, «симметрию» формирования двигательной функции надо поддерживать систематически от начала до завершения спортивной карьеры. Должно быть многообразие схем тренинга в этом направлении;

5) с позиции «критических периодов» на симметричность движений целесообразно обращать внимание в период от 5 до 7 и от 7 до 11 лет. Именно в это период закладываются основы развития моторных способностей не только в спорте, но и в процессе физического воспитания детей и подростков. Учет фактора «симметричности» развития движений (в обе стороны) в этот период обеспечивает «гармонизацию» развития двигательного аппарата, но и развивает важные координационные взаимоотношения на ассиметрической основе. Это обозначает ассиметрию как равновесное состояние движущейся системы. Следовательно, ассиметрия – динамическое явление, отражающее состояние работоспособности и жизнестойкости живой системы в онтогенезе;

6) особенно проблема «симметричности» важна в спортивных играх и видах борьбы, в которых всесторонность является объективным критерием эффективности технических действий и ее результативности. Представители борьбы, которые ориентируются только на «правосторонность» выполнения приемов, по-существу, не обладают резервом для совершенствования и не используют преимущества «левосторонних». Принцип «симметричности» положительным образом воздействует на координацию и моторику движений, не зависимо от пола, возраста, физической подготовленности. Очень важно развивать симметрию и симметричность движений в ациклических и эстетических видах спорта. В них симметрия движения является элементом специфической универсальности моторики и ее

эмоционального выражения (например, в художественной гимнастике). Она же служит базовым элементом тактической подготовки;

7) симметричность движений для каждого человека является признаком повышения активности и резерва маневренности в технических действиях, особенно в проявлении моторных способностей и ловкостных движениях. Симметричность есть процесс непрерывного координационного совершенствования человека, его реализации в спортивных достижениях, а также в процессе трудового воспитания и физического развития и здоровья в целом подрастающего поколения.

Для подтверждения представленных выше закономерностей нами (В.И.Стадник, Р.В.Стадник, 2008-2009 гг.) были проведены **лабораторные** исследования со студентами 1-2 курсов факультета организации здорового образа жизни Полесского государственного университета. Методом фототрёморометрии (по Э.А.Григоряну, 1975) определялась точность выполняемых движений левой и правой рукой у юношей и девушек, занимающихся дзюдо. В эксперименте принимали участие юноши и девушки различного биологического возраста (17-18 и 19-20 лет). Показатели асимметрии высчитывались по формуле, предложенной Амбаровым (1975).

Анализ результатов показывает, что коэффициент асимметрии по показателям **точности прямолинейного** движения у **девушек** имеет следующую картину: в 17-18 лет неравенство между правой и левой рукой составляет 37%, в 18-19 лет – 46%, у **юношей** соответственно 36,5 и 43,3%.

Выполнение же сравнительно **сложного** по структуре движения (**полукруг**) это неравенство составляет у **девушек** в 17-18 лет 40,3% и в 18-19 лет – 34,7%. У **юношей** наблюдается обратная зависимость, то есть от 17-18 лет до 18-19 лет коэффициент асимметрии возрастает от 21,6 до 40,3%.

При выполнении **S-образного движения**, которое по своей структурной сложности занимает условное третье место (в наших тестах), у **девушек и юношей** наблюдается прямая зависимость между возрастом и величиной коэффициентов асимметрии. Однако следует отметить, что при выполнении этого движения коэффициент асимметрии у **юношей** более низкий, чем у **девушек**.

При выполнении **кругообразных движений** коэффициент асимметрии у **девушек** значительно уменьшается (на 6,4%) от 17-18 лет к 18-19 годам, тогда как у **юношей**, наоборот, повышается на 7,6%.

Таким образом, результаты исследования показывают, что асимметрия в выполнении выбранных нами точностных движениях менее выражена у **юношей**, чем у **девушек**. Однако следует отметить, что при переходе от 17-18 к 18-19 годам асимметрия выполнения движения у **девушек** сглаживается, тогда как у **юношей** наблюдается обратная тенденция.

Наши предложения по тестированию «рукости» у юношей и девушек в связи со спортивным отбором (все виды спорта, в которых специализируются

студенты) обусловлены изучением характера мануальной асимметрии по трем основным направлениям: 1) уровню мануальных предпочтений; 2) степени моторного доминирования (достижения); 3) различиям в кинематической структуре двигательных реакций.

По **первому** направлению была использована общепринятая схема определения руконости (по А.П.Чуприкову, 1985) в виде пункта «Сведения о наличии леворуких ближайших родственников» (с оценкой **0** и **-2** баллов).

По **второму и третьему** направлениям был использован имеющийся «Способ исследования координации руки спортсмена» (по Б.И.Гутнику, 1986). Суть данного способа заключается в возможно быстром и точном попадании объединенным тензометрическим датчиком в парные мишени, расположенные в горизонтальной плоскости и на одном уровне с платой прибора (диаметр мишеней 50 мм, расстояние между их центрами 220 мм). Тестирование проводится дважды при направлении движения руки «вперед-назад» и «влево-вправо» с экспозицией работы 30 с по каждому ориентиру перемещения.

Были рассчитаны показатели кинематической структуры и асимметрические различия. Интегральный уровень мануальной асимметрии (ИУМА) определялся по формуле:

ИУМА =  $P + \Delta v + \Delta f + \Delta n + \Delta l$  - (баллы), где:

$P$  – уровень баллов с учетом анамнестических сведений о ближайших родственниках;  $\Delta v$  – различия в относительном количестве бестреморных касаний между правой и левой рукой (усл.ед.);  $\Delta f$  – различия в относительном уровне усилия единичного удара между правой и левой рукой (усл.ед.);  $\Delta n$  – различия в относительном количестве попаданий в мишени между правой и левой рукой (усл.ед.);  $\Delta l$  – различия по показателю относительного периода «задержки» удара между левой и правой рукой (усл.ед.).

Расчет ИУМА проводился с учетом алгебраической суммы отдельных показателей. Сумма баллов от -6 и ниже служила основанием для диагностики леворукости; от -5 до +5 - амбидекстрии; от +5 и выше – праворукости. Как показали расчеты, предложенный нами показатель ИУМА обладает высокой информативностью и надежностью диагностики «руконости». Рассчитанные с помощью формул показатели кинематической структуры и асимметрические различия обеспечили новое видение на проблему «руконости» у новичков-дзюдоистов и могут быть использованы в практической работе тренеров по спортивным дисциплинам (в первую очередь, по дзюдо).

В дзюдо отметим большое число технических элементов (5 групп бросков и 3 группы захватов) (по Капо, 1986). Основной целью работы было определение симметрии и асимметрии выполнения бросков в условиях соревновательной деятельности. Исследования проводились на различных

соревнованиях (первенство области, города, матчевые встречи и т.д.) с участием сборной команды Полесского университета по дзюдо.

Сравнение правой и левой стороны производилось на основе трех показателей: **активность атаки** – среднее число атак, выполненных за время одной схватки, **эффективность атаки** – отношение результативных атак к общему числу атак (%) и **результативность атаки** – среднего числа очков, полученных за время проведения одной схватки (таблицы 15 и 16).

Таблица 15

Показатели уровня технико-тактической подготовленности

Показатель	Правая сторона	Левая сторона	Разница
Активность атаки	5,87	4,22	1,65
Эффективность атаки	13,5	16,51	-3,01
Результативность атаки	4,99	4,53	0,46

Таблица 16

Симметрия и асимметрия наилучших бросков с учетом оценочных пунктов

Название броска	Вправо (%)	Влево (%)	Разница (%)
Боковая подсечка	43,00	57,00	-14,00
Передний подхват	71,21	28,79	42,42
Передний подхват с захватом головы	86,36	13,64	72,73
Бросок через спину захватом руки на плечо	40,50	59,50	-18,99
Зацеп стопой	52,76	47,24	5,51
Зацеп стопой изнутри	75,86	24,14	51,72
Зацеп изнутри одноименной голенью (вариант)	26,15	73,85	-47,69
Бросок захватом снаружи за разноименный подколенный сгиб	19,16	80,84	-61,69
Бросок через спину захватом за рукав и одноименный отворот	83,20	16,80	66,40
Бросок через бедро с захватом спины	23,91	76,09	-52,17
Бросок через голову с подсадом голенью с захватом пояса на спине	11,54	88,46	-76,92
Отхват	74,39	25,61	48,79
Зацеп изнутри разноименной	62,17	37,83	24,35

голенью			
Бросок через бедро с захватом разноименных рукава и отворота	36,49	63,51	-27,03
Бросок захватом руки под плечо	85,00	15,00	70,00
Передняя подножка	49,51	50,49	-0,97
Подножка назад седом	33,76	66,24	-32,48
Боковой переворот	12,20	87,80	-75,61
Бросок через голову упором стопы в живот	84,44	15,56	68,89
Подхват изнутри	59,56	40,44	19,12
Подножка вперед седом	41,88	58,12	-16,24
Бросок через грудь	41,67	58,33	16,67
<b>Сумма</b>	<b>52,10</b>	<b>47,90</b>	<b>4,20</b>

Выявлено, несмотря на то, что спортсмены чаще атаковали в правую сторону, эффективность атак выше в левую сторону. Средние очки, полученные во время одной схватки в правую и левую стороны, были близки.

При наблюдении за выполненными бросками замечено, что в немногих бросках разница полученных очков за атаку в правую и левую стороны равноценны или в процентном выражении не превышают 10%. В подтверждение сказанному нами приводится циклограмма (рис. 99) броска прогибом как возможный вариант с использованием симметрии и асимметрии наилучших бросков дзюдоистами высокой квалификации.

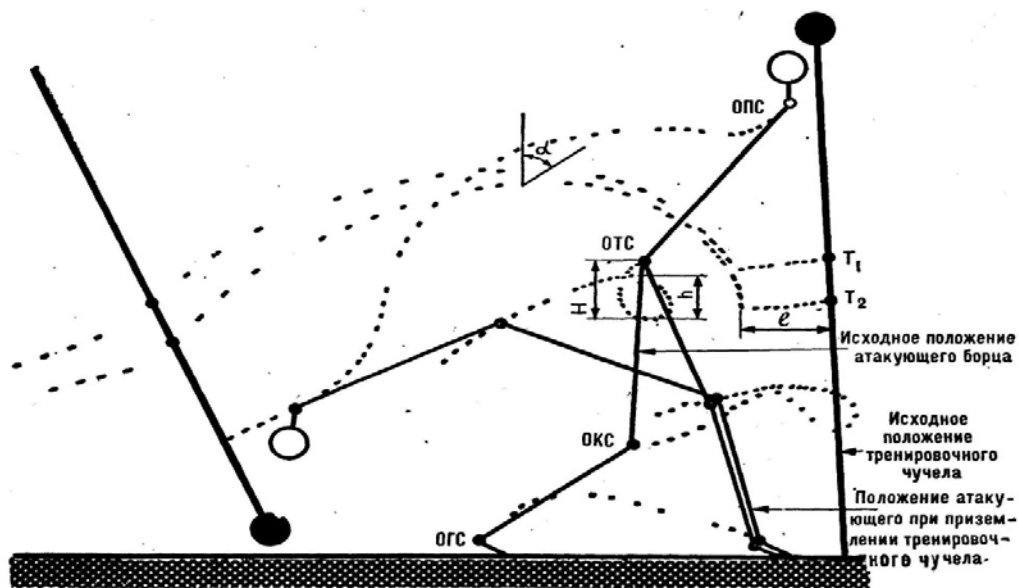


Рис. 99 – Циклограмма броска прогибом (схематичное изображение):  $\alpha$  – угол между вертикальной и продольной осью чучела в верхней точке;  $\iota$  – выведение из равновесия;  $\eta$  – приседания;  $h$  – подбив

Выделим разновидности пространственных характеристик при выполнении бросков прогибом (рис.100).

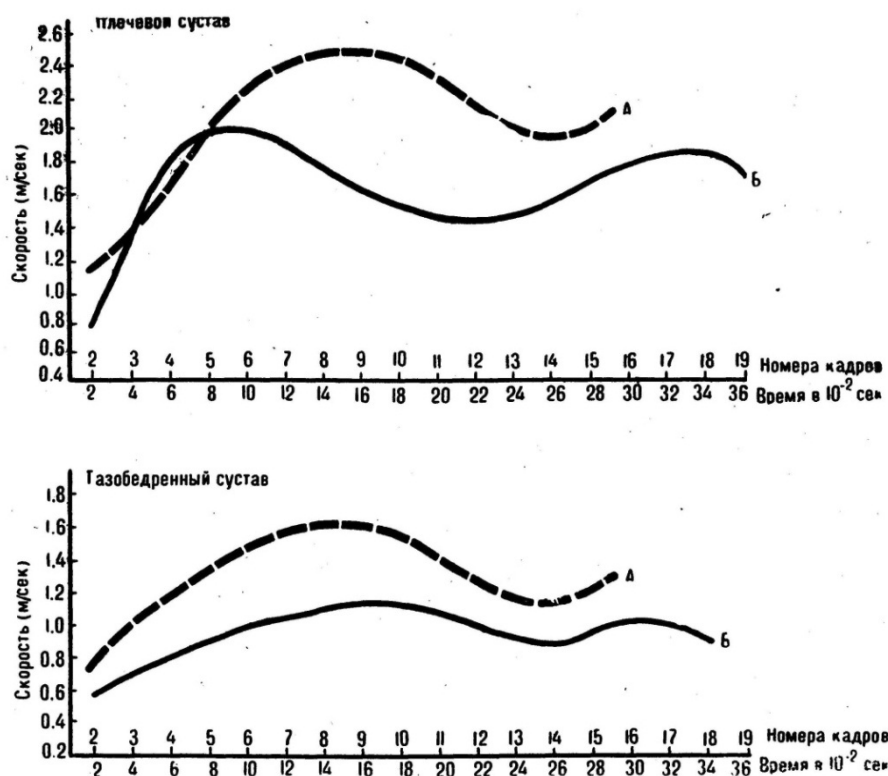


Рис. 100 – Скорость движения плечевого и тазобедренного сустава при броске прогибом у борцов, имеющих разный уровень гибкости

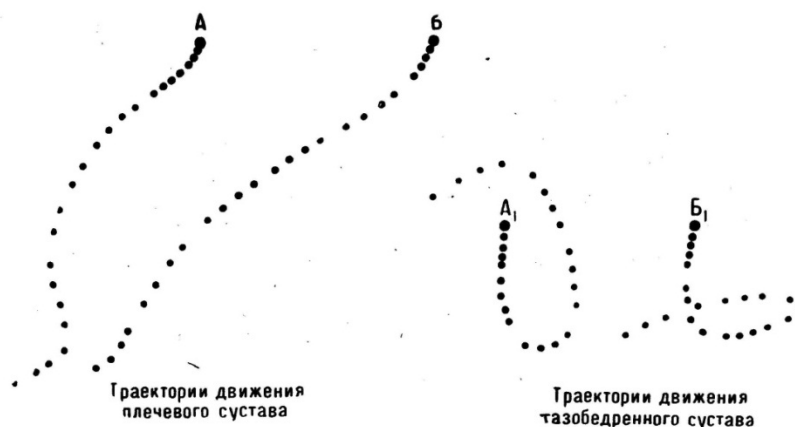


Рис. 101 – Разновидности пространственных характеристик при выполнении броска прогибом

При оценке эффективности бросков прогибом необходимо также учитывать уровень развития гибкости у борцов. Исследованиями В.С.Кочурко (1989) доказано, что скорость движения плечевого и тазобедренного суставов во многом зависит от уровня развития гибкости (рис. 100).

С целью выявления мышечных групп, активно участвующих в движениях биоэвньев, сочленяющихся в тазобедренном суставе при выполнении бросковых приемов в дзюдо В.И.Стадником, Р.В.Стадником (2009) была составлена специальная таблица 17.

*Таблица 17*

Мышцы, активно участвующие в движениях биоэвньев, сочленяющихся в тазобедренном суставе при выполнении бросковых приемов в дзюдо

		Полуперепончатая
		Полусухожильная
	Разгибание	Двубрюшная бедра
	бедра	Прямая бедра
		Нарпрягатель широкой
	Сгибание	фасции бедра
	бедра	Приводящая длинная
		Гребенчатая
	Приведение	Приводящая большая
	бедра	Приводящая короткая
		Большая ягодичная
	Супинация	Подвздошно-поясничная
	бедра	Портняжная
		Внутренняя запирательная
	Пронация	Верхняя близнецовая
	бедра	Нижняя близнецовая
		Квадратная бедра
	Отведение	Наружная запирательная
	бедра	Грушевидная
		Средняя ягодичная
		Малая ягодичная

## Глава 3. БИОМЕХАНИЗМЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ (массовые виды спорта)

### 3.1. Объект исследования – плавание

Развитие плавательных функций у человека в раннем онтогенезе является предметом исследований большой группы ученых.

Новорожденное животное способно выдерживать значительно более продолжительные погружения под воду, чем их родители. Они «выныривают» из утробы матери при рождении и способны нырять, выдерживая значительную гипоксию, что объясняется тем, что дыхательный центр новорожденного обладает высокой устойчивостью к кислородному голоданию и при прекращении доступа воздуха может совершать свою автоматическую деятельность, которая поддерживается филогенетически более старой и более примитивной формой обмена – анаэробным процессом расщепления углеводов.

Для человека – новорожденного ребенка, находящегося во взвешенном состоянии, условия более проблематичны. В то же время, новорожденный ребенок способен выдерживать продолжительные погружения под воду значительно дольше, чем взрослый организм, даже хорошо тренированный. Эти способности ребенок сохраняет, если он не подвергается гравитационным перегрузкам и тренируется к гипоксии.

Об исключительных способностях младенца после рождения к нахождению в водной среде подтверждает история древних цивилизаций. В их времена погружению новорожденного организма в воду придавали особое значение, как возвышению его на новую ступень развития. Однако не символическое трехразовое погружение, которое является уже отражением некогда высокого культурного достижения древних цивилизаций, а систематические тренировочные погружения и гипоксические нагрузки в воде поднимают организм все выше и выше в его функциональных возможностях. Следовательно, только вода является средой, в которой новорожденный, подвергаясь систематическим гипоксическим состояниям, может развивать свои плавательные высокоэффективные движения. В случае же его рождения в гравитационную среду организм вынужден срочно перестраиваться к тяжелым условиям существования и деградация его плавательных способностей неизбежна. Если же ребенок рождается и содержится во взвешенном состоянии, что менее для него травматично, предоставляет ему возможность выработать плавательные движения. Они внешне похожи на брассовые движения пловца, но которые, будучи основаны на более древнем филогенетическом механизме, более совершенны, автоматичны. Благодаря этому ребенок в возрасте несколько месяцев в состоянии поддерживать очень высокий темп движений на

протяжении длительного времени с кратковременными паузами, что для взрослого организма почти невозможно. Эти движения ребенок совершает совершенно естественно, без видимого напряжения. В редких случаях плавательные брассовые движения сохраняются у детей в возрасте 5 – 6 месяцев, несмотря на гравитационные условия. Такие дети хорошо и быстро перемещаются в воде, когда им одевают дыхательное приспособление, позволяющее им находиться с погруженным в воду лицом. Однако выдерживать даже кратковременную гипоксию они не в состоянии, и их сохранившийся плавательный двигательный механизм не может быть реализован.

В последние годы у нас и за рубежом все больший размах приобретает изучение плавательных способностей грудных детей и новорожденных. Накоплен определенный практикум в развитии плавательных рефлексов новорожденных детей первых месяцев жизни, к которым был применен метод локальной декомпрессии в последние месяцы внутриутробного развития.

Работа, которую ребенок осуществил в возрасте 3 месяцев, приседая, преодолевая свой собственный вес, во много раз превосходит усилия, необходимые ему при преодолении сопротивления воды. Известно, что некоторые дети, неожиданно для себя и для родителей оказавшись с головкой под водой, часто довольно легко на это реагируют, задерживая дыхание. Однако, начинающаяся гипоксия вызывает рефлекторные движения нижних конечностей, которые являются эффективными в смысле перемещения ребенка в воде. Кинограмма движений ребенка в воде очень близка по своим характеристикам движениям брассиста высокой квалификации. С дыхательным приспособлением, позволяющим ребенку находиться с погруженным в воду лицом, при понижении температуры воды эффективность и темп движений ребенка возрастают, он начинает перемещаться в воде со значительной скоростью.

Можно утверждать, что движения детей, подвергнутых локальной декомпрессии во внутриутробном периоде, значительно более совершенны и формируются намного раньше, чем у детей, не подвергавшихся локальной декомпрессии во внутриутробном периоде. Проявление плавательных рефлексов является одним из показателей, по которым можно судить об общем физическом и психическом развитии организма ребенка. Так, ребенок, который опирается животом о дно ванны, находясь с поднятой головой над поверхностью воды, совершает движения, адекватные движениям плывущего брассиста.

Одной из важнейших адаптационных возможностей к водной среде являются значительно менее выраженные энергетические траты во взвешенном состоянии новорожденного организма по сравнению с организмом, который уже некоторое время адаптировался к тяжелым

гравитационным условиям. Впервые этот факт был открыт Дж. Баркрофтом. Именно эти способности являются исключительно важными, так как они лежат в основе способности новорожденного находиться под водой длительное время. Учитывая эти закономерности, можно с большой долей уверенности утверждать о реальной перспективе подготовки большого резерва высококлассных пловцов.

Ребенок, который с периода новорожденности питался во взвешенном состоянии, мог совершенно свободно определить, в какой стороне ванны-бассейна находится та или иная пища. Он совершенно свободно ориентировался в темноте. Находясь под водой, он мог отличить близких ему людей от посторонних. Не случайно, что человек сравнительно недавно с огромным трудом стал перемещать новорожденных травмированных детей во взвешенную среду, хотя научные данные свидетельствуют об обратном – гравитационная среда губительна для ослабленных, функционально незрелых новорожденных.

Предпосылкой больших успехов в плавательном спорте может явиться раннее, еще с периода новорожденности, приобщение ребенка к воде, которая раскрывает весь комплекс плавательных, древних, филогенетически заложенных механизмов. Этот путь приобретает смысловую окраску. В том случае, когда организм от момента рождения находится во взвешенном состоянии, он обладает большим жизненным и энергетическим потенциалом, который может быть использован для продолжительного пребывания под водой. У него остаются большие резервы, которые используются для двигательных функций, для развития плавательных рефлексов. Он может реализовать свои плавательные функции, которые были заложены на этой стадии онтогенеза. В гравитационной среде это совершенно невозможно. Непрерывное нахождение новорожденного в гравитационной среде является часто причиной вторичной гипоксии и асфиксии. Взвешенное состояние предоставляет новорожденным возможность на длительный период времени задерживать дыхание, так как потребление кислорода всеми тканями организма снижено в жидкостной среде.

**Это гипоксическое состояние стимулирует двигательную сферу организма, именно – плавательные рефлексы,** которые свойственны этой стадии онтогенеза. Как только организм извлекается из взвешенного состояния, так сразу же он начинает адекватно отвечать на гравитационные перегрузки, его метаболизм срочно перестраивается, его энерговооруженности едва хватает для выживания, все энергоресурсы исчерпаны. Для организма на этой стадии развития значительно легче передвигаться в жидкости на многие километры, чем это же время пролежать «в покое» под гравитационным прессом. Однако в гравитации не может быть покоя, так как организм находится в состоянии непрерывной напряженности, непрерывного сопротивления против деформирующих, сдавливающих

(сосуды, ткани, органы, мозг) сил гравитации. Ярким примером тому является деформация – сплющивание трупа новорожденного, когда его достали из спирта.

Способность новорожденного отвечать целым рядом сложнейших приспособительных реакций на прекращение поступления кислорода в кровь очень быстро утрачивается, когда плод переходит из водной среды в гравитационные условия. Поэтому, **если не предоставить вовремя новорожденному водную среду, то тем самым мы подавляем его потенциальные плавательные способности.** В педиатрии взвешенное состояние помогает не только избежать травмирования и перегрузок на организм, но и сделать более постепенным, легким и безболезненным переход организма из внутриутробного взвешенного состояния во внеутробное тоже взвешенное состояние. Оздоровительный эффект выражается не только улучшением здоровья, но самим нахождением в водной среде. Так, например, погружения животных в воду в высшей степени стимулируют не только их физическое созревание, но и способствуют увеличению продолжительности их жизни. Опыты с детенышами неплавающих животных показали их очень быструю адаптацию к водной среде и наличие способностей к плаванию, чего нельзя было добиться со взрослыми особями. На будущую перспективу мы обязаны проводить эти параллели.

Относительно человека показано, что **возможности проявления плавательных движений угасают** в том случае, **если возраст новорожденного превышает 10 дней.** Если же младенцев с самого раннего детства помещали в водную среду, они не только уверенно плавали, но и на несколько месяцев раньше обычных детей могли сидеть, стоять и ходить. С другой стороны, водная среда способствует стимулированию процесса развертывания генетической программы человека. Он своеобразная опорная конструкция (по И.Б.Чарковскому) для стимулируемых функциональных приращений. В этих случаях недостающие морфологические предпосылки для выполнения тех движений, которые еще не могут быть выполнены в данном возрасте, как бы компенсируются поддержкой искусственно организованных воздействий. **Движения, трудно выполняемые во внешней гравитационной среде, в водной среде получают «энергосиловые добавки» и становятся не только биомеханически целесообразными, но и эффективными в своих энергозатратах.** Поэтому эти движения абсолютно посильны для ребенка и могут осваиваться в чрезвычайно широких объемах.

**Оздоровительное плавание для молодежи, среднего и пожилого возраста.** Известно, что пребывание человека в водной среде вызывает изменение терморегуляторных процессов, способствует закаливанию организма. Вследствие повышенной теплоотдачи в воде активизируется

обмен веществ в организме, в несколько раз больше расходуется энергия. Все это в комплексе способствует достижению оптимального веса тела, оптимального соотношения в нем мышечной и жировой тканей. Вода оказывает стимулирующее, укрепляющее воздействие на центральную нервную систему, стимулирует развитие дыхательных мышц, подвижность грудной клетки.

Взвешенное состояние тела в воде разгружает опорно-двигательный аппарат от **статической нагрузки (биомеханически не целесообразной в водной среде)** и способствует правильному процессу физического формирования человека. Создаются условия для коррегирования нарушений осанки, для восстановления двигательных функций, утраченных вследствие травмы и для предупреждения их последствий. Горизонтальное положение тела при выполнении плавательных движений, давление воды на подкожное венозное русло, глубокое диафрагмальное дыхание и взвешенное тело содействуют притоку крови к сердцу, что в целом существенно облегчает его работу. Поэтому плавательные упражнения при соответствующей дозировке допустимы для лиц с ослабленным сердцем и могут использоваться как одно из средств укрепления и развития сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, широкий диапазон воздействия плавания делает его эффективным средством разностороннего физического развития и совершенствования организма человека, а также средством оздоровления и даже лечения.

Для массового обучения рекомендуется обучать способам плавания – кроль на груди и на спине. Так называемые облегченные способы плавания, такие, как кроль без выноса рук, брасс на спине, брасс без выдоха в воду и другие при массовом обучении не применяются, поскольку движения с укороченной амплитудой, характерные для этих способов, существенно отличаются от техники движений в спортивном плавании. Но целесообразность использования их для лиц среднего и пожилого возраста, а также для восстановления двигательных функций организма после травмы, несомненна.

Один из облегченных способов плавания, который целесообразно использовать – это «кроль без выноса рук». Техника движений данного способа представляет собой следующие движения: вдох и выдох осуществляется без погружения головы в воду, голова приподнята над водой, руки выполняют попеременные гребковые движения спереди – назад (до линии таза) и выводятся в исходное положение. Ноги выполняют движения, как и в кроле на груди – попеременные движения сверху – вниз – назад. Соотношение движений может быть различным, но в основном 2-х или 4-х ударное. Например, в 2-х ударном кроле на гребок одной руки выполняется одно движение противоположной ноги.

При изучении техники плавания следует основное внимание уделять постановке горизонтального, обтекаемого положения тела. Одновременно с этим проводится изучение и совершенствование техники движений ног. Обычно самые грубые ошибки новичков связаны с нарушением горизонтального положения тела при плавании, ритмичных движений ногами и дыхания. Эти недостатки, значительно искажающие технику плавания и являющиеся препятствием для выполнения эффективных гребков руками, необходимо устранять в первую очередь.

Большинство людей плавучие. Меньшая часть людей не плавучие. Поэтому плавучесть и движущие усилия в воде определяют способность быстро продвигаться в водной среде. Определенное значение имеет плотность человеческого тела и процент веса, сформированного костным аппаратом. Кости и мышечные ткани более плотные, чем другие ткани тела (в том числе, жир и внутренности). В среднем, мужчины имеют более высокий процент мышечной ткани, чем женщины. Следовательно, женщины более плавучие. Дети более плавучие, чем взрослые.

Архитектура тела определяет расположение общего центра тяжести. В плавании есть двигатель ускорения силы и тормозящие силы.

**Биомеханический анализ техники плавательных упражнений – это ударные и загребаяющие движения.** Отметим факт сопротивления поверхности тела (трения) и сопротивление водоворота, вызванного ударным или загребаяющим движением. В попытке, чтобы улучшить плавательную скорость, необходимо использовать умения, которые бы привели к тем изменениям, которые увеличили бы мощность двигателя сил ускорения и уменьшили действие тормозящих сил. Это может быть выполнено в формате биомеханически целесообразных позиций тела, сопутствующих биомеханизмам основных технических действий и их элементов, а также ударным движениям с достаточными усилиями.

Правильная позиция тела в воде имеет большое влияние на сопротивление воды при движении вперед. Тело должно держаться почти параллельно на водной поверхности: положение лежа обеспечивает меньшее сопротивление, особенно той части тела, которая погружена в воду. Сопротивление возрастает в результате трения: при очень медленном плавании (0.5 метров в секунду), сопротивление больше, чем при более быстрых скоростях (1,5 метра в секунду), поскольку при медленном скоростном режиме горизонтальная составляющая усилия менее выражена и подвержена негативным вертикальным колебаниям тела в воде.

Неправильные методы постановки ритмики ударов при медленном плавании (из удара в удар) могут повысить фактор сопротивления в водной среде.

Биомеханически нецелесообразные фиксированные перемещения тела вниз увеличивают действия тормозящих сил. Следовательно, вертикальное

движение тела должно быть минимальным. Другими словами, тело должно перемещаться гладко по прямой линии. Усилие инерции может быть другим источником сопротивления, если устойчивый темп не поддержан. Изменения в скорости (ее падение) в сантиметрах существенно повышали сопротивление в течение ускорения.

Другой важный источник сопротивления – внутреннее сопротивление мускула, проистекающее от невозможности умения во время расслабить работающие мышцы, которые более способны обеспечить свободный стиль плавания. Из-за излишней напряженности плавательных движений мускулы антагонистов не ослабевают достаточно, чтобы вызывать свободный стиль перемещения в воде.

Дополнительные силы, которые осуществляются посредством воды, должны быть направлены таким образом, чтобы они работали на горизонтальное перемещение, а не на вертикальное. Пловец должен искать максимум захвата рукой массы воды. Не должно быть «поглаживания» о воду и ритм перемещений «счетчика» количества движений рук и ног (принцип доведения до высшей моторики) должен обеспечить работу «двигателя сил» на высоком уровне в течение движущей фазы. По возможности необходимо использовать большую поверхность захвата воды и рычаг (рука), что должно способствовать выталкиванию против воды. Тем не менее, приложения сил не должны быть слишком большими, так как они не эффективны с точки зрения формирования потенциальной энергии. В оздоровительном плавании необходимо регулировать темп для каждого пловца, который наиболее ему подходит.

Чтобы уменьшить сопротивление воды, необходимо повернуть лицо в сторону так далеко, чтобы не помешать ритмике дыхания в каждом ударе секунды. Следует устранить все действия, которые способствуют излишнему перемещению тела вверх, вниз или в сторону.

Когда обеспечено усилие, приложенное в течение ранней фазы продвижения тела вперед, то последняя фаза удара в условиях замедления темпа может тянуть тело вниз.

Удар кроля начинается с рычага (рука), почти полностью выпрямленного, и перед плечом. В момент, когда начинается перемещение, локоть сгибается немного, и запястье сгибается достаточно, чтобы тянуться назад вниз против воды (рис.102). Около завершения удара, запястье стремится держать руку в проталкивающей позиции, и локоть завершает выталкивающее действие.

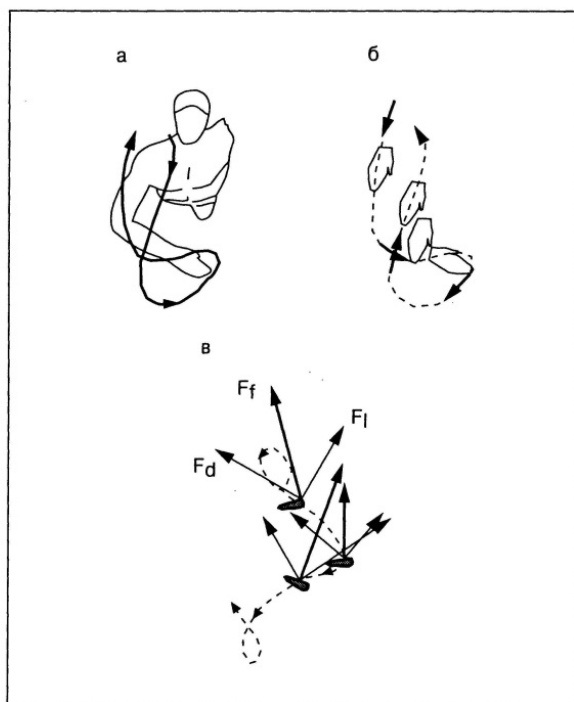


Рис. 102 – Траектория и ориентация правой руки пловца во время плавания вольным стилем: а - вид спереди на траекторию, описываемую рукой; б – поток воды около руки в четырех точках во время гребка; в – вид сверху на траекторию, описываемую рукой; рука входит в воду сверху и выходит снизу

Мышцы должны содействовать попаданию в удар (пояс, плечо верхний рычаг (рука) (как ротор), локоть, и запястье. Усилие должно быть баллистическим по происхождению, чтобы обеспечить мышцам кратчайший период действия. Надо исходить из образа перемещения рыбного тела, особенно перемещения хвоста. Хвостобразные перемещения обеспечивают наиболее рациональное усилие, так как, рыбный хвост перемещается горизонтально. Колено, которое имеет управляемую напряженность, изгибается в результате водного усилия. Брюшные и ниже лежащие мышцы стабилизируют тазовый регион, а мышцы по типу ротатора обеспечивают необходимые вращательные движения.

Плавание на спине - отчасти менее мощное и менее эффективное упражнение, чем плавание на груди. В плавании на спине, более высокая пропорция движущего усилия исходит из удара (около 35 процентов среди хороших пловцов). Принципы продвижения в воде имеют отношение к силам - тем же, что установлены для кроля на груди.

Руки перемещаются по боковой дуге вниз до верхнего положения с углом в 90°. Правильное техническое выполнение повторным методом кроля

(на спине или на груди в режиме скорости плавания 85-90% от максимальной) обеспечивает экономизирующий эффект частоты сердечных сокращений. О чем подтверждают данные экспериментального исследования (таблица 18).

Таблица 18

Данные ЧСС у пловцов-кролистов (10 человек, мастера спорта) при проплывании 20-ти пятидесятиметровых отрезков в режиме одной минуты (скорость плавания 85-90% от максимальной)

	ЧСС / $\bar{X} \pm S x$ / по 5-ти худшим отрезкам в режиме одной минуты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10,1± 0,6	11,41± 0,33	12,5± 0,48	12,8± 0,28	13,3± 0,36	13,1± 0,27	13,0± 0,22	12,9± 0,37	12,5± 0,31	12,2± 0,38
2	11,8± 0,4	12,4± 0,29	12,8± 0,16	13,0± 0,51	13,0± 0,22	13,7± 0,39	13,7± 0,28	13,5± 0,28	13,0± 0,33	12,8± 0,46
3	12,0±0, 44	13,0± 0,32	13,4± 0,38	13,4± 0,27	13,9± 0,40	14,0± 0,38	14,0± 0,29	13,7± 0,25	13,7± 0,34	13,0± 0,26
4	12,3± 0,33	13,2± 0,31	13,4± 0,37	13,4± 0,15	14,0± 0,35	13,8± 0,36	13,8± 0,21	13,9± 0,13	13,4± 0,23	13,3± 0,31
5	12,4± 0,33	13,5± 0,36	13,9± 0,37	14,3± 0,31	14,2± 0,28	14,1± 0,35	14,3± 0,18	13,9± 0,33	13,4± 0,15	13,7± 0,35
6	13,4± 0,33	13,4± 0,35	13,9± 0,37	14,0± 0,26	14,0± 0,29	14,4± 0,27	14,4± 0,51	14,3± 0,25	14,1± 0,27	13,7± 0,25
7	13,4± 0,32	13,5± 0,36	14,2± 0,33	14,2± 0,17	14,6± 0,20	14,3± 0,25	14,3± 0,19	14,3± 0,18	14,1± 0,33	13,7± 0,53
8	13,3± 0,31	13,7± 0,17	14,0± 0,29	14,5± 0,36	14,4± 0,27	14,6± 0,21	14,9± 0,29	14,3± 0,25	14,2± 0,31	13,8± 0,28
9	13,5± 0,34	13,7± 0,32	14,3± 0,44	14,8± 0,48	14,5± 0,32	14,5± 0,26	15,1± 0,20	14,5± 0,22	14,0± 0,10	13,8± 0,36
10	13,4± 0,25	13,7± 0,32	14,5± 0,32	14,5± 0,36	14,8± 0,17	14,8± 0,32	15,0± 0,29	14,5± 0,36	14,3± 0,25	13,9± 0,30
11	13,4± 0,33	13,3± 0,17	13,8± 0,31	14,0± 0,52	14,6± 0,88	14,7± 0,25	13,3± 0,26	14,7± 0,36	14,1± 0,51	13,7± 0,28
12	13,4± 0,29	13,8± 0,28	13,9± 0,30	14,2± 0,21	14,6± 0,30	14,8± 0,31	15,2± 0,31	14,6± 0,27	13,9± 0,27	14,1± 0,20
13	13,3± 0,26	13,3± 0,20	14,1± 0,20	14,6± 0,20	14,8± 0,21	14,8± 0,31	15,2± 0,30	15,2± 0,33	14,3± 0,16	14,0± 0,35
14	13,5± 0,33	13,8± 0,27	14,1± 0,10	14,6± 0,28	14,3± 0,24	14,8± 0,39	15,0± 0,38	14,5± 0,29	14,3± 0,30	14,1± 0,20
15	13,3± 0,19	14,1± 0,24	14,4± 0,25	14,7± 0,36	14,8± 0,37	15,0± 0,30	14,9± 0,33	14,9± 0,27	14,6± 0,24	14,3± 0,37
16	13,5± 0,36	14,0 ± 0,42	14,3± 0,24	14,3± 0,36	14,8± 0,44	14,8± 0,32	15,1± 0,28	14,8± 0,20	14,5± 0,37	13,8± 0,34
17	13,6 ± 0,24	13,8± 0,28	14,7± 0,25	14,5± 0,22	14,6± 0,20	15,1± 0,49	14,8± 0,40	15,0± 0,27	14,4± 0,11	13,8± 0,10
18	13,2 ± 0,31	14,2± 0,22	14,3± 0,21	14,5± 0,26	14,8± 0,17	14,9± 0,37	15,2± 0,33	15,0± 0,13	13,3± 0,16	14,3± 0,35
19	13,7± 0,25	14,3± 0,35	14,7± 0,17	15,2± 0,28	15,2± 0,17	14,8± 0,17	15,0± 0,30	15,0± 0,32	14,8± 0,24	14,8± 0,21
20	13,8± 0,50	14,8± 0,27	15,0± 0,22	15,0± 0,26	13,1 ± 0,28	15,2± 0,34	15,2± 0,22	15,2± 0,26	14,8± 0,01	14,4± 0,15

Идея выталкиваться руками, действия которых противоположны направлению движения – одинаково важный элемент современной техники в плавании как на спине, так и на груди. Важно обеспечить синхронное движение мышц по схеме: удар – плечо – пояс – локоть (по типу ротора).

### **3.2. Объект исследования - гребля (на ялах)**

Народная гребля (на ялах) имеет большое прикладное значение. Она дает широкую возможность для активного укрепления здоровья и физического развития. Наиболее существенное воздействие гребля на ялах оказывает на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Увеличивается экскурсия грудной клетки и, как следствие, объем легких. В процессе выполнения гребкового движения в работе участвует почти вся мускулатура верхнего плечевого пояса, спины и ног. Мышцы увеличиваются в объеме, развиваются сила и выносливость.

У занимающихся греблей на ялах сердце в покое сокращается реже, а сила каждого сокращения увеличивается. Это явление как раз и носит оздоровительный эффект.

Гребля на ялах способствует обмену веществ – усиливает окислительные процессы в организме. Гребле на ялах свойственны значительные энергетические затраты и если соблюдать режим питания, то можно в короткий срок привести вес тела в норму.

В психологическом плане гребля на ялах приносит человеку «разрядку» нервной системы, удовольствие, а правильное выполнение гребковых движений несет в себе особую прелесть.

**Особенности техники гребли на ялах.** После посадки в лодку весла кладут в лодку вдоль бортов. Каждый гребец (их 12 человек в лодке) стоит лицом к корме, ближнюю ногу к лодке ставит на киль между сиденьями и подножкой, взявшись руками за борта, и переносит вес тела на ногу, поставленную в лодку, затем переносит другую ногу в лодку и садится на банку. Оттолкнувшись руками от плота, вставляет весла в уключины и занимает исходное положение. При этом прямое туловище естественно наклонено вперед, плечи опущены, голова держится прямо. Ноги слегка согнуты в коленях, всей ступней стоят на подножке. Руки со свободно прогнутыми запястьями удерживают весла, лежащие лопастями на воде, перпендикулярно к бортам лодки. Левая кисть расположена над правой. Основное положение гребца в лодке – поза свободно сидящего на скамье человека. Для выполнения гребковых движений надо наклонить вперед туловище со свободно выпрямленными руками до того момента, пока кисти рук не окажутся над подножкой. Четыре пальца обхватывают рукоятку весла сверху, не сжимая ее, а большой – на нижнем краю торца весла для того, чтобы весло не выдвигалось из уключины. Колени сгибаются.

Махом спины с выпрямлением ног, упирающихся в подножку, нужно потянуть рукоятки весел, отталкиваясь от воды. Руки в начале гребка остаются прямыми. Кисть левой руки тянет весло немного выше и в середине гребка проходит над правой, можно сказать, чуть сзади. В конце гребка рукоятки весел вплотную дотягиваются к туловищу, локти отходят в стороны и слегка назад. Лопастя весел во время проводки полностью погружены в воду. Во время проводки гребец постоянно должен ощущать давление ног на подножку. С окончанием гребка, как только руки подошли к туловищу, гребец вынимает лопасть из воды. По мере распрямления рук в работу включается туловище, а с его наклоном сгибаются ноги. Заканчивая занос весла, гребец одновременно с распрямлением запястья дает возможность лопастям с разворотом упасть в воду. В момент касания веслами воды начинается тяговое движение рукояток к носу лодки. Гребец должен «найти опору в воде» и удерживать ее до конца гребка. Следует избегать задиранья весел с последующей промашкой и медленного погружения весел (водная промашка) за счет придерживания рукояток при захвате вместо падения весла.

Во время гребли гребец делает вдох на заносе и выдох на гребке.

**Биомеханический анализ техники гребли на ялах.** Большинство специалистов движения гребца и лодки рассматриваются как движения единой системы, а внутренние силы (действующие на весла и подножку) часто определяют как причину возникновения ускорения все системы. Неправоммерно принимаются во внимание силы инерции, действующие на гребца в крайних точках фазы проводки без ведения понятия системы отсчета, ускорение которой, как известно, является единственной причиной возникновения таких сил (С.Е.Хайкин, 1971).

С одной стороны, определение роли каждого из одновременно выполняемых суставных движений с установлением количественных динамических характеристик работающих мышц представляет задачу, существенно осложненную необходимостью учета целого ряда сил, которые действуют в ходе изменения суставных углов (В.М.Защиорский, С.Ю. Алешинский, 1982). С другой стороны, использование динамических характеристик работы мышечных групп в качестве основы педагогического воздействия в ходе обучения и совершенствования двигательных действий затруднительно, поскольку каждый человек имеет свои собственные ощущения, связанные с силовыми проявлениями, возникающими при выполнении суставных движений. Это приводит к отсутствию однозначной связи между мышечным напряжением и возникающими при этом ощущениями. Поэтому за основу механизма решения двигательной задачи можно принять эффективную организацию суставных движений, которые человек может контролировать как визуально, так и с использованием мышечно-суставной чувствительности. Поскольку до настоящего времени

нет однозначного аналитически обоснованного решения в отношении роли управляющих движений в суставах при формировании движущей силы и скорости системы «лодка – гребцы», построение ее биомеханической многозвенной модели, включающей возможность одновременного выполнения основных суставных движений, представляется актуальной. Такой подход может служить дальнейшим развитием концепции использования управляющих движений в суставах в качестве биомеханической основы обучения и совершенствования двигательных действий, выдвинутой В.Т.Назаровым (1974) и подтвержденной его последователями (В.И.Загревский, 1994; Н.Б.Сотский, 1987; Мохаммади Пур Фариборз Хасан, 2010).

Техника и механика академической гребли (в том числе и гребля на ялах) объясняют такую характерную особенность, как рациональная организация сил сопротивления водной среды, которая одновременно является и движущей, и препятствующей силой перемещения системы «лодка – гребцы». При анализе закономерностей механики образования движущих сил установлено, что они численно определяются четырьмя основными параметрами: 1) плотностью среды; 2) площадью поперечного сечения, перпендикулярного потоку среды; 3) коэффициентом, отражающим обтекаемость формы тела; 4) скоростью движения относительно среды. При этом от скорости наблюдается квадратическая зависимость.

В исследованиях Мохаммади Пур Фариборз Хасана (2010) были использованы такие оригинальные методы, как биомеханический анализ на основе высокоскоростной цифровой видеосъемки, а также программа биомеханического синтеза движения на основе одиннадцатизвенной разветвленной математической модели, впервые построенной и использованной для исследований в академической гребле.

В результате исследований полученных уравнений динамики изменения скорости общего центра масс (ОЦМ) указанной системы «лодка – гребцы» была выведена формула ее аналитической зависимости от времени, а также проведено исследование характера этой зависимости от таких параметров, как относительная скорость тел, входящих в систему, соотношение масс и коэффициентов сопротивления. Характерная зависимость скорости ОЦМ системы от времени для различных значений относительной скорости при постоянных соотношениях масс и коэффициентов сопротивления представлена на рисунке 103.

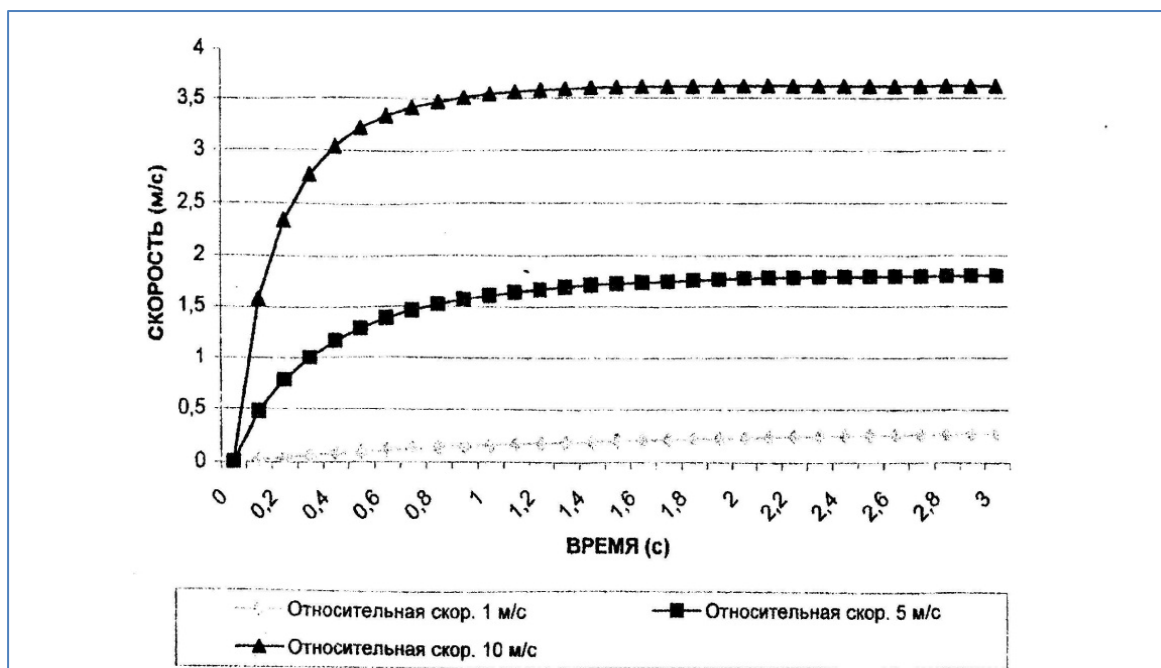


Рис. 103 – Характерная зависимость скорости перемещения ОЦМ системы от времени при различных значениях относительной скорости тел

Таким образом, перемещение ОЦМ системы «лодка – гребцы» возникает благодаря относительному движению тел при условии различия их масс и коэффициентов сопротивления. При этом изменение скорости указанной точки может достигаться:

- изменением скорости относительного движения тел системы;
- изменением разности их масс;
- изменением коэффициентов сопротивления.

При изменении скорости относительного движения тел, составляющих систему, происходит изменение не только абсолютного значения установившейся скорости ОЦМ, но и темпа ее достижения, причем при более быстрых относительных движениях она достигается за существенно более короткие промежутки времени.

Скорость перемещения ОЦМ системы «лодка – гребцы» возрастает при увеличении:

- скорости перемещения центра масс гребцов с веслами относительно центра масс лодки;
- отношения масс гребцов с веслами и лодки  $s = m^1 / m^2$ ;
- отношения коэффициентов сопротивления весел и лодки  $n = C^1 / C^2$ .

Данные вычислительного эксперимента позволяют сделать заключение о возможности увеличения скорости путем уменьшения массы лодки по отношению к массе гребцов и весел при сохранении соотношения коэффициентов сопротивления. Такой путь приводит к увеличению скорости ОЦМ системы «лодка – гребцы» на 18,8%.

Увеличение параметра  $n$  путем повышения коэффициента сопротивления весла и снижения коэффициента сопротивления лодки при заданной относительной скорости  $g$  приводит к менее существенному увеличению скорости ОЦМ системы (около 4,5%). Однако при этом значительно возрастает физическая нагрузка гребцов.

При одновременном увеличении отношения коэффициентов сопротивления  $n$  и отношения масс  $s$  скорость ОЦМ системы может быть увеличена на 23,3%.

В исследованиях Мохаммади Пур Фариборз Хасана (2010) представлена методика программирования педагогических воздействий на спортсмена при совершенствовании техники гребка на основе биомеханического компьютерного синтеза. В качестве аргументов рассматривались амплитудные характеристики суставных движений гребца, а в качестве анализируемой величины – скорость ОЦМ системы. Принцип научного подхода заключался во введении малых вариаций (5%) в амплитуду каждого суставного движения гребца и определения достигаемой в этом случае скорости.

Результаты апробации методики программирования педагогических воздействий на спортсмена при совершенствовании техники гребка на основе биомеханического компьютерного синтеза, показали, что:

- закон движения при моделировании фазы проводки в академической гребле (аналогично как и в гребле на ялах) может быть представлен в виде нелинейного дифференциального уравнения второй степени относительно абсолютной скорости лодки. В качестве параметров задачи должны быть заданы амплитуда и время выполнения суставных движений, массы и моменты инерции звеньев тела спортсмена, масса лодки и геометрические характеристики ее настройки, коэффициенты сопротивления лодки и весел;

- использование одиннадцатизвенной математической модели тела гребца для биомеханического анализа позволяет адекватно отражать биомеханические закономерности движения системы «лодка – гребцы» при задании суставных движений в форме гармонического приближения. В результате моделирования могут быть получены кинематические (перемещение и скорость), динамические (сила) и энергетические (кинетическая и потенциальная энергия, мощность) характеристики;

- результаты использования одиннадцатизвенной математической модели гребца, находящегося в контакте с лодкой, могут быть обобщены на случай нескольких гребцов, например для гребли на «восьмерке» или гребли на ялах (12 человек в лодке), путем простого суммирования масс звеньев тел гребцов и коэффициентов сопротивления весел, в связи с чем зависимости, полученные для системы «лодка – гребец» в отношении суставных движений, будут аналогичны для системы «лодка – гребцы»;

– исследование сравнительного влияния амплитуды суставных движений гребца на величину перемещения ОЦМ гребной системы показало, что наибольшее воздействие оказывают движения в тазобедренных суставах и пояснице. Минимальное воздействие характерно для плечевых и локтевых суставов;

– анализ влияния параметров суставных движений гребца на скорость ОЦМ системы показал, что, как и в случае перемещения гребной системы, наибольшее воздействие оказывает амплитуда голеностопного и коленного суставов. Степень влияния других суставов аналогична полученной для перемещения системы;

– в качестве действенного способа увеличения перемещения и скорости гребной системы, получаемых в результате проводки, может рассматриваться увеличение амплитуды движения в голеностопных суставах спортсмена. Повышение амплитуды движений в других суставах также должно приводить к возрастанию перемещения и скорости системы, хотя и в меньшей степени.

Поскольку одним из важнейших научных результатов явился действенный способ увеличения перемещения и скорости гребной системы, получаемых в результате проводки, то гипотеза состояла в возможности повышения амплитуды движения в голеностопных суставах спортсменов при выполнении проводки. Предполагалось, что достижение в ходе тренировки увеличения подвижности и, соответственно, амплитуды движений в голеностопных суставах путем использования специальных упражнений и еженедельным контрольным замером динамики изменения амплитуды суставных движений, обеспечит существенное сокращение времени прохождения контрольной дистанции на отрезках 500 и 1000 м. Педагогический эксперимент подтвердил адекватность предложенной методики программирования педагогических воздействий на спортсмена при совершенствовании техники гребка на основе биомеханического компьютерного синтеза, и возможности ее использования для организации эффективного учебно-тренировочного процесса.

Первые занятия целесообразно проводить индивидуально или в паре с более опытным товарищем, который сидит на первом номере (счет номеров принять вести от носа лодки) и может подсказать и показать правильное выполнение гребка.

Заниматься народной греблей (на ялах) можно с 10 лет. В 13-14 лет, когда организм достаточно окрепнет, можно начинать спортивную подготовку. К интенсивной гребле при пульсе свыше 140 – 150 ударов/мин, нужно подходить постепенно и осторожно. Большой объем тренировочных занятий должен составлять пульсовой режим до 140 ударов/мин., который соответствует оздоровительному направлению.

Для специальной силовой подготовки рекомендуются специальные гребные тренажеры. Блочные тренажеры служат для имитации техники гребли и для развития силы спины, ног, рук и для акцентированного развития силы мышц голеностопных суставов. Характеристика физической подготовленности гребцов в различное время годового цикла представлена в таблице 19.

Таблица 19

Сравнительная характеристика изменения физической подготовленности в различное время годового цикла (по Бондаренко К.К., Балабаш А.В.)

Параметры нагрузки	I 27-28. 11.00 $\bar{x} \pm \bar{b}$	II 9- 10.01.01. $\bar{x} \pm \bar{b}$	III 12- 13.03.01 $\bar{x} \pm \bar{b}$	Достоверность различий по $t$ - критерию		
				i - ii	i - iii	ii - iii
Гребля 2000 м(с)	6,28 $\pm 0,05$	6,23 $\pm 0,05$	6,18 $\pm 0,06$	1,565 $P \geq 0,05$	2,887 $P \leq 0,05$	1,445 $P \geq 0,05$
Гребля 2000 м – мощность(Вт)	4,44 $\pm 0,05$	4,54 $\pm 0,09$	4,74 $\pm 0,09$	2,132 $P \geq 0,05$	6,396 $P \leq 0,001$	3,535 $P \leq 0,01$
Разница времени между 1-й 1000 м и 2-й 1000 м в гребле на 2000 м	4,8 $\pm 1,92$	3,8 $\pm 0,84$	3,8 $\pm 1,3$	1,066 $P \geq 0,05$	0,962 $P \geq 0,05$	0 $P \geq 0,05$
Удержание 85 % мощности гребли (мин.)	10,8 $\pm 1,3$	12 $\pm 1,2$	13 $\pm 0,7$	1,5 $P \geq 0,05$	3,317 $P \leq 0,01$	1,581 $P \geq 0,05$
5 тах гребков по мощности (Вт)	6,48 $\pm 0,08$	6,64 $\pm 1,1$	6,74 $\pm 3,68$	2,065 $P \geq 0,05$	3,677 $P \leq 0,01$	1,104 $P \geq 0,05$

### **3.3. Объект исследования – коньки**

Катание на коньках издавна привлекает внимание любителей зимних развлечений. На коньках катаются на льду естественных водоемов, на залитых водой площадках, стадионах, кортах и ледяных дворцах. Для этих целей пригодны любые коньки: фигурные, хоккейные, беговые, а для детей – «снегурочки».

Бег на коньках дарит людям здоровье, бодрое настроение, закаляет организм. При систематических занятиях конькобежным спортом значительно возрастают функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, увеличивается сила мышц, человек становится более подвижным, выносливым, работоспособным, а также закаленным. Постоянная физическая работа на свежем воздухе (в том числе и в условиях ледяного дворца) снижает восприимчивость организма к простудным заболеваниям, делает его практически неподатливым к различного рода респираторным болезням. У лиц, занимающихся конькобежным спортом, наблюдается относительно редкий пульс в покое 50-60 ударов/мин, высокие показатели спирометрии и пропорциональное телосложение.

**Техника бега на коньках и методика обучения.** Те, кто начинает заниматься конькобежным спортом, необходимо помнить, что разучивание техники бега на коньках начинается с освоения проката в высокой стойке вначале на двух, а затем на одной ноге. По мере освоения навыка свободного проката снижается посадка конькобежца, которая характеризуется наклоненным вперед туловищем, согнутыми в коленных суставах ногами. Отталкивается конькобежец внутренним ребром конька, толчок направлен в сторону-назад. При беге по повороту (вправо) правая нога производит отталкивание внутренним ребром конька в сторону вправо, левая - внешней частью ребра вправо-назад. Вначале осваивается техника бега без махов руками (руки заложены за спину), а затем с махами двух рук и одной руки (правой). На коротких дистанциях (100, 400, 500 м) конькобежцы бегут с махами одной руки, длинные (3000 и более) – с руками заложенными за спину.

**Биомеханические особенности техники бега на коньках.** Рассмотрим формирование двигательного навыка в зависимости от позы конькобежцев. По данным Л.В.Исайчевой (1972) поза конькобежцев во многом зависит от статической силы мышц разгибателей бедра и голени. Оздоровительное катание на коньках обычно происходит при углах сгибания в суставах около 120°. Так, сила мышц разгибателей бедра у начинающих заниматься конькобежным спортом при углах сгибания 120° составляет 84,0 кг, а при 90° - 77,0 кг.

При беге на коньках существенное значение имеют как абсолютные показатели силы отталкивания, так и продолжительность толчка. Поэтому необходимо учитывать то обстоятельство, что новички произвольно еще

больше растягивают момент отталкивания. То есть, они не могут скоординировать свои действия в период проката в равновесии со смещением центра тяжести тела в сторону маховой ноги. Это приводит к уменьшению эффективности приложения мышечной силы опорной ноги. Поэтому обучение начинающих конькобежцев бегу на коньках в низкой посадке связано не только с опасностью формирования ложных представлений о двигательном навыке, но и служит причиной задержки формирования правильного навыка бега на коньках (в первую очередь, позы конькобежца).

В определении посадки конькобежца существенное значение имеет статическая выносливость мышц разгибателей бедра, которая уменьшается в связи с уменьшением углов сгибания в суставах. В этой связи требования начинающим «сесть ниже» бывает просто нереальным. Усталость заставляет конькобежца не согнуть ноги в коленных суставах, а еще больше наклонить плечи вниз, создавая иллюзию низкой посадки. Такая поза конькобежца усиливает давление органов брюшной полости на диафрагму, уменьшает экскурсию грудной клетки, затрудняет деятельность аппаратов дыхания и кровообращения.

Следовательно, формирование двигательных навыков конькобежцев должно основываться, прежде всего, на правильных представлениях приложения мышечной силы во время отталкивания. В дальнейшем в процессе спортивного совершенствования конькобежец должен перенести эти навыки в беге на коньках в низкой посадке, которая является непременным условием для повышения спортивной квалификации.

Начинающим конькобежцам рекомендуется заниматься систематически 3-4 раза в неделю по 1 – 1,5 часа, вначале с небольшой интенсивностью, а затем постепенно, повышая объем и интенсивность выполняемых упражнений. В течение первой недели занятий начинающий конькобежец может медленно прокатываться 5-6 раз по 200- 300 м с отдыхом в 3 – 4 минуты.

В конце первого месяца занятий конькобежцу по силам прокатываться 3- 4 км в одно занятие, увеличивать отрезки дистанций до 400 – 800 м. В конце зимнего сезона конькобежец легко преодолевает 6-8 км в одну тренировку, прокатываясь непрерывно по 1200 – 1500 м.

Для достижения положительного оздоровительного эффекта конькобежец должен соблюдать санитарные и гигиенические нормы быта, труда, питания. Нормальный крепкий сон, хороший аппетит, ритмичный пульс, отсутствие излишков веса тела – первые признаки здорового организма.

В таблице 20 представлены показатели величины разгибания голеностопного сустава у конькобежцев и школьников, не занимающихся конькобежным спортом в возрастном аспекте (от 8-9 лет до 16 лет).

Показатели величины разгибания голеностопного сустава у конькобежцев и школьников, не занимающихся конькобежным спортом  
(по И.А.Альшевскому)

Во всех без исключения случаях юные конькобежцы демонстрируют более высокий уровень подготовленности голеностопного сустава. На это указывают меньшие величины разгибания голеностопного сустава. С

Статистические показатели	мальчики /118 чел./					девочки /165 чел./			
	8-9	10-11	12-13	14-15	16 и ст.	8-9	10-11	12-13	14-15
	не конькобежцы								
×	50,08	52,26	53,21	52,83	52,34	53,40	54,04	57,24	54,00
±G	5,49	4,68	4,01	6,16	2,95	4,59	5,88	4,58	6,49
±s	1,60	0,94	0,60	1,26	1,37	1,30	1,25	0,89	1,39
	конькобежцы								
×	-	48,96	51,86	56,66	50,36	-	-	55,78	54,09
±G	-	1,41	3,11	3,87	3,16	-	-	3,51	3,34
±s	-	0,81	0,90	1,10	0,96	-	-	1,93	1,01

возрастом эта разница заметно сглаживается, особенно у девочек в возрастной отрезок от 14 до 15 лет.

### 3.4. Объект исследования - велосипед

В настоящее время велосипедный туризм благодаря своей привлекательности, оздоровительной направленности и романтике становится одним из наиболее массовых и доступных средств физического воспитания для всех слоев населения. Езда на велосипеде рекомендуется каждому здоровому человеку независимо от возраста и пола. Умеренная езда на велосипеде является незаменимым средством и для людей с ослабленным состоянием здоровья. Совершая поездки по шоссе, по лесу, по полям, велосипедист дышит свежим чистым воздухом. У него укрепляются мышцы ног, туловища и рук. Улучшается деятельность сердца, легких, кровеносной и нервной системы.

У лиц, систематически занимающихся велосипедной ездой, отмечены высокие показатели жизненной емкости легких, максимальной легочной вентиляции и максимального потребления кислорода, что является основным признаком развития дыхательной мускулатуры. От организма велосипедиста требуется идеальная координация всех функций, чтобы мышцы достаточно снабжались кислородом, экономно расходовали углеводы, то есть сохранялась бы работоспособность, несмотря на нарастающее утомление.

Техника езды на велосипеде не сложна. Правильная посадка велосипедиста – необходимое условие для полноценного использования велосипеда. Главное требование – непринужденное положение всех частей тела, при наклоне туловища спина не должна быть сутулой, Руль устанавливается таким образом, чтобы не препятствовать свободному дыханию, ширина руля должна соответствовать ширине плеч.

Ступню на педаль ставят так, а это очень важно, чтобы ось педали была основанием большого пальца ноги. Ступни держат параллельно шатунам, а колени как можно ближе к горизонтальной раме.

### Биомеханические особенности езды на велосипеде.

Для ног велосипедиста характерна взаимосвязь сила – скорость, при которой максимальная сила, действующая на педали, уменьшается со снижением скорости (рис.106,а). При данной скорости вращения велосипедист может прилагать различную силу; максимальная сила на рисунке 104,а показана линией, которая характеризует верхнюю границу. Имея эти максимальные показатели силы и скорости, можно определить взаимосвязь мощность – скорость, отражающую максимальную мощность, развиваемую при каждой скорости вращения (рис.104,б). С увеличением скорости вращения пик силы снижается, а пик мощности наблюдается при промежуточной скорости вращения (Sargeant, Vorehan, 1981).

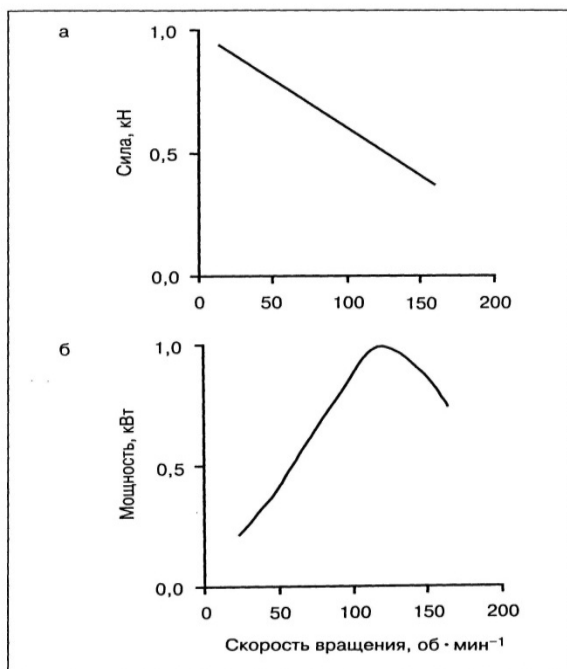


Рис. 104 – Влияние скорости вращения на пик силы (а) и мощность (б), воздействующую на педали во время езды.

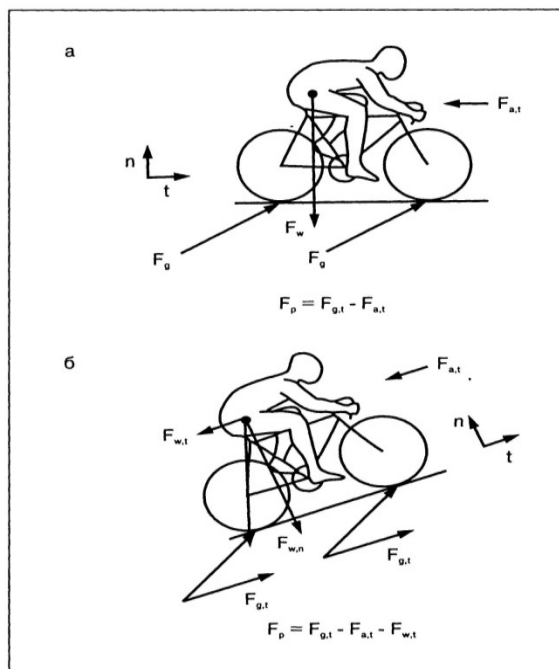


Рис. 105 – Диаграмма свободного тела системы велосипедиста.

При воздействии на велосипедиста сопротивления (ветер, езда под гору) движущая сила уменьшается. Как показано на диаграмме свободного тела на рисунке 105, движущая сила ( $F_p$ ) равна разнице между тангенциальными компонентами силы реакции поверхности земли ( $F_g, t$ ), сопротивления воздуха ( $F_a, t$ ) и векторов массы ( $F_w, t$ ).

В результате повышенного сопротивления и уменьшения движущей силы скорость вращения снижается, и хотя сила, действующая на педали, может увеличиваться, мощность, развиваемая велосипедистом, снижается. Чтобы воспрепятствовать этому велосипедист интуитивно меняет скорость, что ведет к увеличению скорости педалирования, скорости движения и мощности. Таким образом, наличие скоростей передач на велосипеде позволяет спортсмену изменять взаимоотношение силы – скорости и, следовательно, мощность.

При езде с оздоровительной направленностью автоматизированные движения велосипедиста (ритм педалирования) наиболее экономичны и целесообразны при скорости вращения деталей 60 оборотов в минуту, на дорожном велосипеде и 80 – на велосипеде типа «Турист». Это тогда, когда велосипедисты двигаются по ровному шоссе.

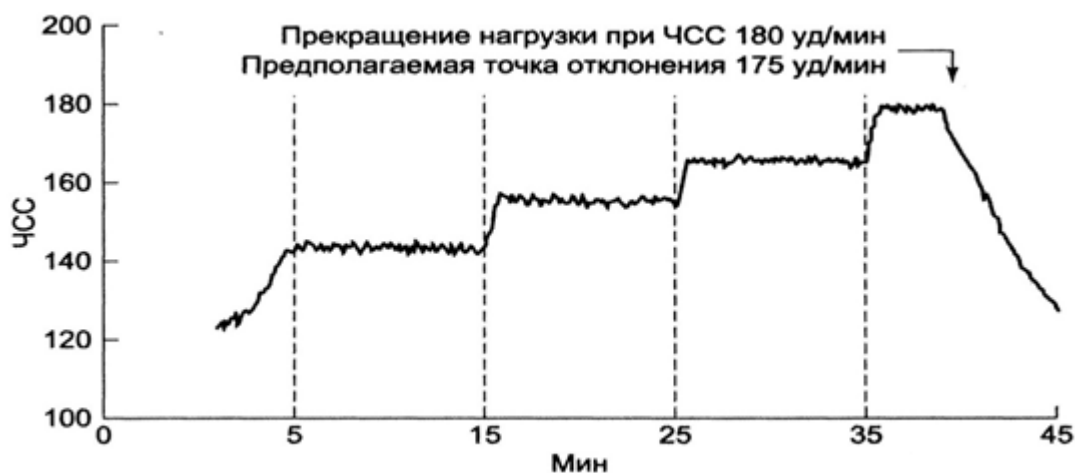


Рис. 106 – Зависимость нагрузки от темпа и времени педалирования

При езде за лидером, на спусках и подъемах, при попутном ветре педалирование соответственно изменяется.

Частота дыхания при езде на велосипеде должна быть естественной и свободной. Частота дыхания и ритм педалирования взаимосвязаны: возрастает ритм педалирования – учащается дыхание. При езде на ровных участках и спусках при скорости 15-20 км/час один дыхательный цикл соответствует примерно двум оборотам колеса, при подъеме в гору вдох и выдох совпадает с движением каждой ноги вниз. Лучше всего начинать тренировки с непродолжительных прогулок в живописной местности в спокойном темпе на ровном участке дороги.

В течение первых четырех занятий велосипедист привыкает к посадке на машине и приучается плавно (вкруговую) прилагать усилия к педалям. Особое внимание следует обратить на постановку стопы на педаль. Первые и последние километры прогулки должны начинаться и заканчиваться в медленном темпе. Следует особо обратить внимание на правильную установку седла и руля, из-за чего происходят излишние энергозатраты и совершаются лишние движения вперед-назад и вправо-влево.

Степень нагрузки при езде на велосипеде не всегда определяется пройденным путем, многое зависит от рельефа местности, покрытия шоссе дорог, направления ветра. Нагрузку на велосипеде легко дозировать, установив на нем счетчик, тогда можно всегда точно знать количество пройденных километров. На дорожных велосипедах нужно стремиться поддерживать скорость 15-20 км/час, а на спортивных – 25-30 км/час. Необходимо приучить себя поддерживать постоянный темп педалирования, что благотворно скажется на здоровье. От темпа педалирования зависит и функциональная составляющая физической нагрузки (рис.106 – 108). На рисунке 107 аэробная тренировка разбита на две части. Вначале выполнялись ускорения с короткими периодами отдыха, а затем непрерывная равномерная езда (в пределах 150-160 уд/мин).

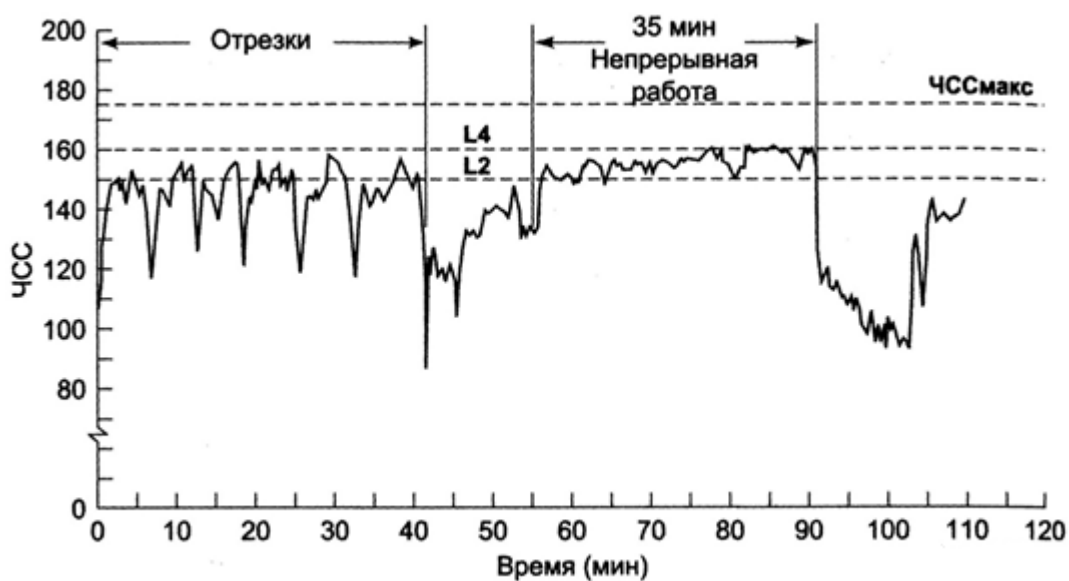


Рис. 107 – Аэробная тренировка велосипедиста

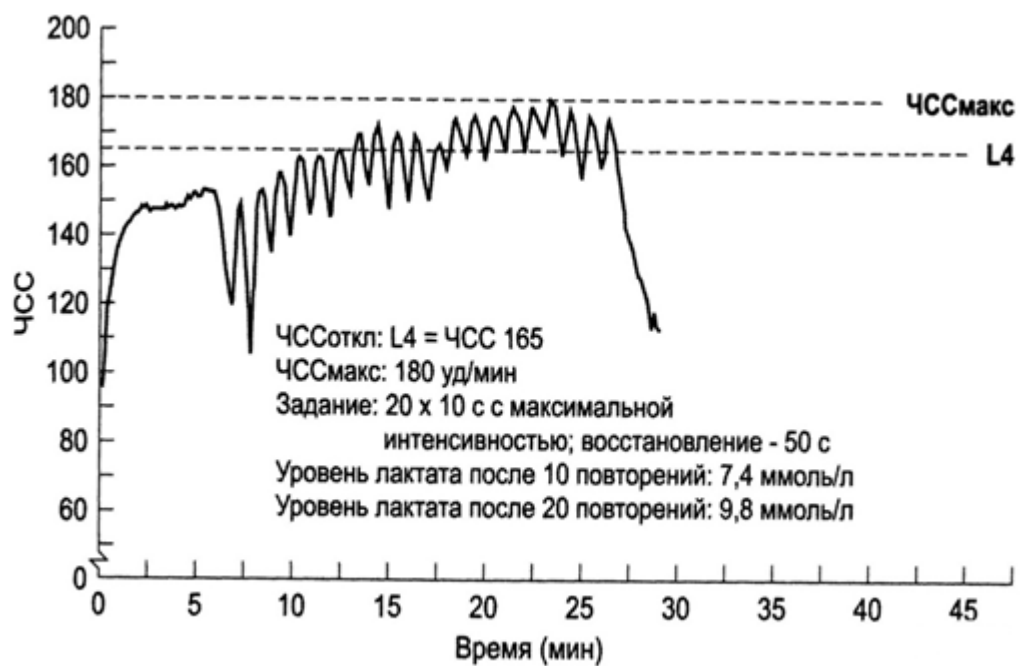


Рис. 108 – Функциональная составляющая физической нагрузки в режиме аэробной тренировки

## **Глава 4. БИОМЕХАНИЗМЫ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ УПРАЖНЕНИЙ (ДЛЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА)**

### **4.1. Концептуальные основы применения биотехнических средств на занятиях с детьми и подростками с нарушением опорно-двигательного аппарата**

Наличие в нашей стране более полумиллиона инвалидов усугубляется прискорбным фактом, что многие из них начинают испытывать все возрастающие затруднения уже до сорока лет вследствие все большего ослабления двигательных возможностей. В свою очередь, уменьшение как общего объема движений, так и совершаемых при их выполнении перемещений звеньев тела влечет за собой уменьшение вероятности сохранения здоровья. Поэтому возвращение к выполнению движений как к средству сохранения здоровья и его восстановления после различных заболеваний и травм должно приниматься как безусловная рекомендация, при следовании которой обсуждению подлежат лишь формы применения оздоровительных упражнений, их дозировки и особенности взаимосочетания.

Организация процесса реабилитации после травм и заболеваний становится эффективным только при выполнении упражнений, воспроизведение которых подкреплено необходимыми для этого естественными физическими возможностями. Движения в качестве лечебного средства больше всего нужны тем, кто не имеет возможностей их выполнять или имеет для этого очень ограниченный естественный потенциал.

Выход из этого сводится к целесообразности восполнения недостающих естественных возможностей искусственными воздействиями, что должно осуществляться через организацию такого искусственного внешнего окружения, биотехнические средства которого могут способствовать процессу реабилитации посредством инициации и постепенного развития естественных способностей.

С этой целью предлагается обоснование возможностей использования нетрадиционных технологий восстановления двигательных функции в контексте присутствия методических средств «управляющего искусственного окружения» как возможность приближения к состоянию «здорового двигательного прошлого». Методические средства, при этом, способствуют ускоренному восстановлению утраченной или ослабленной двигательной функции в условиях воздействия внешних энерго-силовых добавок, восполняющих недостаточность естественного двигательного потенциала и обеспечивающих на искусственной основе все более активное

воспроизведение естественных действий, осуществляющих роль средств двигательной терапии (И.П. Ратов, 1994).

Такое направление ведет к конструированию и построению системы устройств искусственно организованного внешнего окружения с возложением на эту систему функций «помощи» процессу естественного восстановления с обеспечением требуемых показателей результативности движений, воспроизводимых на искусственной основе. Уверенность в том, что именно на основе искусственного замещения недостающих больному естественных возможностей специально построенными для этого искусственными условиями и привнесенными в процесс восстановления искусственными воздействиями может быть обеспечено возвращение к характеристикам здорового состояния, базировалась на результатах успешной апробации с лицами, имеющими отклонения в состоянии здоровья и инвалидами, работающих по предложенным нами экспериментальным методикам.

На наш взгляд, можно ожидать многообещающих результатов от применения биотехнических средств, обладающих функциями управляемого внешнего скелета – «экзоскелетов» (В.Б.Проскураков, М.В.Кудрявцев, А.Ф.Титов, 1985). В том числе таких, которые будут сопряжены со средствами вычислительной техники. При этом, если основной акцент в создании «экзоскелетов» предусматривает возможности их использования в качестве средств управления внешними сервомеханизмами, то их следует применить, обращая исполнительные устройства на восстановление утраченной двигательной функции.

Как своеобразную модификацию внешнего скелета (аналог исследованиям В.Б.Проскуракова, М.В.Кудрявцева, А.Ф.Титова, 1985) следует рассматривать разработанную в Англии компьютеризованную переставную опору для больных с парализованными ногами. Эта разработка, выпускаемая фирмой «Инейблимент технолоджи», имеет в своем составе электростимулятор для искусственно активизации мышц нижних конечностей. Также сообщается о выпуске в США такой конструкции инвалидного кресла-коляски, элементы конструкции которой, будучи соединенными с телом, также образуют своеобразный управляемый «экзоскелет», позволяющий больному вставать.

Среди предложенных технических средств у нас в стране и за рубежом следует обратить внимание на те из них, где рассматриваемые средства воздействия на больного, которому предлагается воспроизведение не изолированных, а целостных естественных движений и, прежде всего, локомоций.

Акцентируя внимание на локомоциях, сделаем ссылку на источники литературы по физическим упражнениям для лиц с пораженной двигательной функцией, в которых рассматривается возможность

передвижения без инвалидной коляски с ориентацией этих лиц на улучшение умения перемещаться в коляске и участвовать на ней в соревнованиях параолимпийского спорта.

В качестве целевого критерия результативности выполненной работы здесь выступает умение самостоятельно ходить и плавать. Именно с этих позиций рассматриваются потенциальные возможности методических и технических средств, предлагаемых в качестве основных. Кроме этого, человек, потерявший возможность выполнять подавляющее большинство жизненно необходимых движений, должен восстановить умения вставать, садиться, перемещать различные предметы. Так, в методике В. Дикуля (М.Залесский, 1986), ориентированной на больных с тяжелыми спинномозговыми травмами, обуславливающими паралитическое обездвижение нижних конечностей, предлагается использование приспособлений обеспечивающих возрастающий объем их пассивных движений при условии подачи «мысленных приказов», подкрепляемых электростимуляционными воздействиями (ЭМС). Именно на те мышцы, которые реализуют энергию движения в естественных условиях.

В числе основных средств воздействия на нервно-мышечный аппарат при спинно-мозговых травмах, параличах, инсультах и при выраженном ослаблении двигательной функции уже достаточно давно применяется электростимуляция мышц.

Профессором И.П.Ратовым (1994) описана система, позволяющая при использовании короткого монорельса с устройством облегчающей подвески совершать несколько шагов пациентам в состоянии полного обездвижения на основе применения ЭМС на те мышцы, которые при естественных движениях обеспечивают выполнение движений шага.

Американская система обеспечения управляющих воздействий на нервно-мышечный аппарат парализованных пациентов (Клугер Джеффри, 1989) основана на том, что лицам с полной атрофией мышц предлагается «работать» на велоэргометре (принудительное управление движениями педалирования) при искусственной активизации мышц электростимуляционными сигналами. Главное в этой системе – предохранение спинного мозга от дегенерации после травмы. Принудительное выполнение движений при ЭМС на мышцы обеспечивает поддержание активного состояния мышц, которое поддерживается также и тем, что пациентам предлагаются задания на произвольную генерацию электроактивности мышц, при контроле величин интегрированной ЭМГ с использованием компьютеризированного комплекса. При этих заданиях на компьютерном мониторе обозначаются цветные метки достигнутых уровней генерации биопотенциалов, что побуждает пациентов к большей активности управления процессом восстановления. Подобные формы управляемого поведения пациентов рассматриваются не только в качестве действенного

способа научения избирательно использовать нервные пути, но и способом активного противостояния тем расстройствам в деятельности функциональных систем, которые практически закономерно наступают при обездвижении спинальных больных. В первую очередь необходимо обеспечить условия для активизации нервно-мышечного аппарата сразу с начальных стадий наступления посттравматического состояния. Во вторую – обеспечить поддержание активного состояния различных элементов нервно-мышечного аппарата путем использования упражнений в произвольной активизации мышц, для осуществления которых целесообразно вводить на занятиях технические средства с обратной связью, вслед за сеансами биоэлектрической активностью мышц.

Показано, что при произвольном или же искусственно вызванном акцентированном напряжении какой-либо мышцы уровень активности и степень напряжения других мышц уменьшаются. Это объясняет факт, что чем выше ранг активизируемой мышцы в иерархии мышц по их способности к быстрому развитию активности на основе управляемого перераспределения уровней активности и степени напряжения мышц, становится возможным добиваться произвольного расслабления любой мышцы адресного назначения. Следует особо обратить внимание на технологические приемы избирательного ограничения излишних мышечных напряжений, которые могут быть использованы в процессе восстановления утраченной или же ослабленной двигательной функции. Эти приемы могут оказаться весьма эффективными в связи с тем, что больные с пораженной двигательной функцией, не обладая способностью к выполнению нужных действий, будут пытаться компенсировать свои неудачи излишней активностью тех функционально второстепенных мышц, какими они могут управлять. А это приведет к провоцированию наиболее типичных ошибок межмышечной координации.

Одним из основных принципов, на основе которого можно построить новые технологии управления процессом реабилитации двигательной функции, следует считать – принцип потенциальной компенсационной замещаемости недостающих естественных возможностей биотехническими средствами искусственной управляющей среды. В условиях применения биотехнических средств возникает принципиально новое состояние, вполне обоснованно обозначаемое как состояние нахождения в искусственно построенном «двигательном будущем».

Привлекаемые в целях восстановления двигательной функции биотехнические средства подразделяются на:

- 1) устройства для поддержания тела в каком-то избранном положении (например, в позе вертикализации);
- 2) устройства для обеспечения перемещения тела;

3) устройства для обеспечения ограничений излишним перемещением тела и его звеньев, а также приспособления для уменьшения вероятности боли;

4) устройства принудительного перемещения звеньев тела по заданным траекториям;

5) устройства дополнительной помощи процессу осуществления движений (искусственные рекуператоры энергии);

6) средства искусственной активизации возбудимых тканей (например, электростимуляторы мышц);

7) устройства контроля характеристик двигательной деятельности (динамики, кинематики, мышечной электроактивности, ЧСС, дыхательной деятельности и т.д.);

8) устройства информационного характера - на основе биомеханического анализа и синтеза с целью локализации слабых мест позвоночника и его дальнейшего направленного формирования в формате:

а) прогрессирующей силовой тренировки мышц туловища, затылка и шеи;

б) функциональной гимнастики; в) упражнений сопряженного обучения правильной осанке и технике движений, щадящих позвоночник;

г) упражнений сопряженного обучения технике механического разгрузки позвоночника и технике расслабления групп мышц;

9) устройства – многофункционального тренажера «Мотомед», позволяющего осуществлять три вида тренировки: а) пассивный, когда мотор сам осуществляет движения ног или рук (ноги или руки расслабляются, мышечный тонус нормализуется); б) вспомогательно-активный, когда встроенный сервомеханизм позволяет даже физически ослабленным больным самим крутить педали (мотор поддерживает их при этом); в) прогрессивно-активный, когда пациент вращает педали за счет собственных усилий, преодолевая при этом силу сопротивления, которая плавно регулируется;

г) Мотомед автоматически распознает наступившую спастичность, мягко останавливается, с педаль снимается нагрузка; включается система «Поиск», когда прибор автоматически ищет такое направление движения, при котором спастика расслабляется.

#### **4.1.1 Использование биотехнических средств в естественных локомоциях («позный» метод обучения)**

За рубежом сейчас большой популярностью пользуется новый метод обучения технике в различных видах спорта и прежде всего в беге, так называемый «позный» метод (от слова «поза»). Самое интересное, что автор

этого метода российский специалист из г.Чебоксары Николай Романов более 20 лет работает за рубежом. Образовался большой международный круг тренеров из разных стран (США, Германия, Англия, Швейцария, Дания, Нидерланды, Швеция, Норвегия и другие), распространяющих «позный» метод, который расширяется до сих пор. На начальном этапе своего распространения этот метод касался только подготовки спортсменов. В 1998 году Н.Романов вместе со своими единомышленниками (в основном, из США и Англии) стал проводить семинары и клиники, так в США называют практические занятия – «Позные» клиники. Отсюда и пошло новое направление – «Позные» технологии.

В Кейптауне Н.Романов провел исследование, в котором показал, что «позный» метод уменьшает нагрузку на колено на 50%. Занимающиеся в экспериментальной группе, бывшие спортсмены с больными коленями через несколько месяцев освоили новую технику, почувствовали облегчение, а потом и улучшение. Люди, у которых нет мениска, были практически избавлены от постоянной боли благодаря использованию «позного» метода. Члены сборной команды России по легкой атлетике в своих тренировках использовали технологию «позного» метода обучения при подготовке к Параолимпийским играм в Пекине в 2008 году и добились великолепных результатов, превышающих личные достижения.

Н. Романов в одной из своих публикаций в Великобритании («The Pose Method of Triathlon Techniques», 2007) высказал идею применения «позного» метода при обучении и тренировке людей с заболеваниями церебральным параличом и рассматривал ее как уникальный способ реабилитации организма человека. Чтобы основательно разобраться с уникальными возможностями «позного» метода и выдвинуть эту проблему на решение практических задач в плане их реализации, мы подробно разобрали методику «позного» метода, представленного на страницах журнала «Легкая атлетика» Н.Романовым (на модели бега).

Прогрессивные взгляды на технику бега высказал Н.Фесенко (1973), который в своих исследованиях пришел к заключению, что лучшие спринтеры не выпрямляют ногу в коленном суставе при отталкивании. То есть, получалось, что активного отталкивания вперед нет и быть не может. В этом случае подтверждались высказывания великого русского ученого Н.А.Бернштейна, который на «заре» развития отечественной биомеханики (1940 г.) сослался на использование в беге так называемых «даровых» сил. С этой позиции «двигателем» продвижения тела бегуна вперед в горизонтальном направлении являлась сила тяжести, как таковая, под действием гравитации.

Система для создания движения тела вперед (сила гравитации, мышечные усилия и мышечно-сухожильная эластичность) может быть эффективна лишь при условии нахождения тела в «позе», когда бегун

занимает S – образную позицию, все суставы немного согнуты и проекция общего центра тяжести (ОЦТ) проходит через переднюю часть топы, находящуюся на опоре (рис.107).

Дело в том, что бег, также как и любую другую координированную деятельность, нужно улучшать, совершенствовать. Бег практикуют миллионы, но его редко преподают как отдельный навык; тем не менее в искусстве бега настолько же много тонкостей, как и в практике йоги или тайцзицюань. Или даже в практике ходьбы. «Хороший бег – очень тихий, и вы можете слышать лишь собственное дыхание. Общие признаки хорошей техники – лёгкость и отсутствие усилий при беге, почти без ощущения давления на стопы (невесомость), без мускульного напряжения, с коротким временем опоры и хорошим ритмом.

Всё очень просто: от того количества энергии, которое большинство из нас вкладывают в бег, мы получаем удивительно низкую отдачу. Наши усилия утекают через плохую технику, неправильное положение тела и слабое вложение: например, слишком много движений вверх и вниз, притом что на самом деле мы хотим, чтобы импульс шёл вперёд. Либо слишком длинный шаг, что приводит к резкому опусканию задней части пятки, а это превращает текучее действие в последовательность отдельных остановок и рестартов.

«Позный» метод (по Н.Романову, 2005) – это система, базирующаяся на ключевых идеальных позах, которые принимает человеческое тело во время эффективного бега, и обеспечивает модель работы *с законами природы*, а не *против них*. В беге это достигается использованием силы тяжести как основной силы движения, вместо мускульной энергии. Автор этого метода рассматривает бег как навык, в котором нужно достичь мастерства, и который основывается на **подтягивании ноги** и **падении**, а не на отталкивании (рис.109).

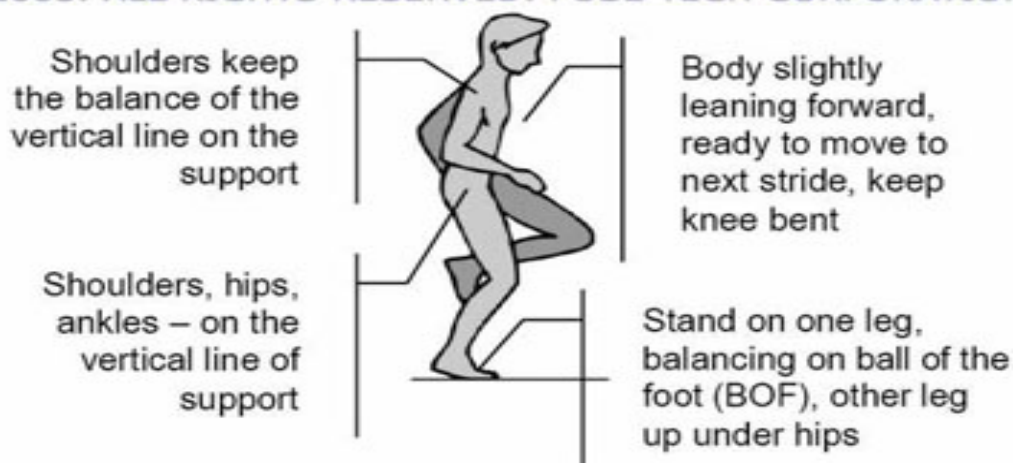


Рис. 109 – Биомеханическая характеристика «позного» метода в беге

Основная поза для бега, которую бегун принимает во время каждого шага, – это поза всего тела, которая выравнивает по вертикали плечи, бёдра и лодыжки с опорной ногой, при этом человек стоит на подушечке стопы. Это создаёт S-образную форму тела, делая его компактным и заряженным эластичной энергией. Это также улучшает равновесие, что является предпосылкой хорошей техники бега. Затем бегун меняет позу с одной ноги на другую и позволяет работать силе тяжести. Опорная нога подтягивается от земли, чтобы тело могло упасть вперёд, в то время как другая нога свободно падает вниз для смены опоры. Цель в том, чтобы постоянно падать вперёд, даже на грани перевешивания, и позволять ногам восстанавливать баланс при каждом шаге. Это создаёт постоянное движение вперёд, с наименьшими затратами энергии и с наименьшими усилиями.

Позный метод подразумевает максимальное использование естественной силы тяжести, эластичности мускулов и инерции. В целом мы стремимся поддерживать общий центр тяжести над точкой опоры (середина стопы) и подтягивать вторую ногу от земли прямо под бёдра по вертикальной линии. Избегайте слишком длинного шага, поскольку это требует слишком большого мускульного усилия и также приводит к приземлению на заднюю часть пятки, что прерывает плавность действия. Не отталкивайтесь от земли, а **поднимайте каждую ногу** и позволяйте силе тяжести обратно подтянуть ее.

Конечные результаты «Позного» метода бега – увеличение скорости, более расслабленный и «свободный» бег и намного меньший травматизм – то есть то, что каждый из нас найдёт привлекательным уже сейчас. Следовательно, S – образная эластичная «поза» обеспечивает накопление энергии с последующим расставанием с опорой без всяких проблем для тела,

проходящего через фиксированную точку. Эта точка должна точно соответствовать «позе» вертикали. Отталкивание в этом случае рассматривается как конструктивное возвращение энергии от упругих компонентов мышц и сухожилий, которое тело накопило в момент приземления, входя в «позу» вертикали.

Н.Романов (2007) показал, что формирование этой «позы» позволило исключить все ненужные активности в беге (активное отталкивание, активное опускание ноги на опору, активное маховое движение, сведение ног – ножницы и т.п.). Все эти общепризнанные ведущие элементы рациональной техники бега на скорость, на базе которых строилась современная технология обучения бегу (учебники, учебные пособия, диссертационные работы и др.), в формате «позного» метода обучения не только не востребованы, но и даже вредны.

В радикально новом варианте «позного» метода обучения технике практически отсутствует излишняя напряженность мышц, даже в наиболее ответственный момент, когда бегун приходит в «позу» вертикали с задачей продуцирования естественного стиля бега. Это явление было названо гравитационным моментом силы или моментом гравитации. Тому есть логическое объяснение. Так, когда бегун встает в «позу» и «отпускает» тело, чтобы оно начало двигаться по схеме «падающего» тела, то это значит, что оно начинает вращаться вокруг точки опоры и, естественно, под действием сил гравитации начинает падать. Во время этого падения гравитационный момент (вес бегуна) начинает вращать тело вокруг опоры, что создает ускорение вперед без каких-либо дополнительных усилий (имеется ввиду внутренний фактор – тяга мышц, на котором и строится традиционная теория обучения). По своей сути «позный» метод обучения вообще исключает какие-либо дополнительные усилия, так как они практически не нужны и противопоказаны «позному» методу, в котором основным системообразующим фактором (свойства, состав и собственно структура) к анализу построения техники двигательных действий в беге является формула: «поза» вертикали – падение тела – подтягивание ноги под таз. В силу этого, любые дополнительные усилия не могут быть структурными элементами целостной управляющей системы для создания движения в беге на скорость, так как логика «позного» метода не укладывается в логику традиционных понятий, построенных на ошибочных представлениях об искусственном наращивании активности всех элементов бегового шага.

Контакт с опорой должен быть завершён с пониманием того, что следующий беговой цикл (S – образная позиция уже на другой ноге) должен осуществляться только за счет вращения вперед. Для этого достаточно усилий с двигательной установкой на поддержание «позы». То есть, усилий, вырабатываемыми эластичными компонентами мышц и сухожилиями, которые лишь отдали обратно накопленную энергию во время приземления.

Тело, естественно, поднимется на маленькую высоту вверх. Этим приемом (поднимание наверх) решается проблема освобождения стопы на опоре от веса тела. Поэтому этот процесс очень важен в конструктивном плане решения второй части бегового цикла – снятия ноги с опоры и подтягивания пятки под таз с целью возвращения в главную беговую «позу». В этот момент и завершается цикл, когда бегун приземляется на другую ногу.

После возвращения в главную беговую «позу», беговой цикл повторяется без каких-либо двигательных установок на отталкивание вперед. «Позный» метод вообще исключает такую возможность, можно только немного вверх. Картина повторяется: опять снова начинается падение вперед тела, которое создает вращательное ускорение для продолжения бега. Поэтому, все последующие беговые циклы должны быть направлены на сохранение вращательного движения вперед тела, находящегося на опоре и вращающегося вокруг опорной точки (точки вращения), которой является передняя часть стопы.

На основе формирования «позы» как ведущего звена в управляющей системе создания движения в локомоторном акте бега максимальной мощности должно быть построено все обучение и специально подобраны упражнения и тренажеры. Для этого достаточно моделировать входение в «позу» и выход из нее, с учетом того, что эта конструкция не активная, а пассивная. Поэтому не следует выполнять традиционные беговые ускорения с места или с ходу с целью повышения активности в беге. Рекомендуется повторять эту «позу» на занятии многократно в виде 20-и минутных упражнений в пределах «кинематической достаточности» построения движений в беговом шаге. Последняя связана со свойством совместимости эффективного решения двигательной задачи, достижения цели движения и обусловлена амплитудой сгибательно-разгибательных движений спортсмена в суставах и силами гравитации (оптимальный амортизационный сгиб в коленном суставе в момент нахождения в «позе» вертикали, действие кориолисовой силы инерции, когда ось вращения на опоре и подтягивание пятки ноги под таз). Достаточно минимально одного месяца (максимально – полгода), чтобы изменить устоявшуюся неправильную технику в соответствии с технологией «позного» метода обучения.

«Позный» метод характеризуется также уменьшением действия тормозящих сил, как внутренних (сила мышц и пассивное сопротивление мягких тканей), так и внешних (в основном сопротивление внешней среды, опоры и др.). Поэтому, стремление к уменьшению вредного влияния тормозящих сил считается очень важным направлением совершенствования спортивной техники. Этому способствует своевременное расслабление неработающих мышц при условии нахождения тела в «позе», когда бегун занимает S – образную позицию, все суставы немного согнуты и проекция общего центра тяжести (ОЦТ) проходит через переднюю часть стопы,

находящуюся на опоре. Расслабленные мышцы в нерабочих положениях уменьшают физиологическую работу организма. Кроме того, умелое использование пассивных внутренних сил (в том числе тяжести тела) с точки зрения биомеханики и физиологии, приводит к эффекту образования движущих сил, играющих большую роль в общей динамической структуре движений.

Мышцы-антагонисты, активно расслабляясь при растягивании, меньше тормозят движения. Вместе с тем, расслабленные мышцы-антагонисты способствуют улучшению подвижности суставов. За счет большой амплитуды движений создаются лучшие условия для использования инерционных сил.

В целом, когда в мышцах нет лишнего напряжения, движения спортсменом выполняются гармоничнее, свободнее и мягче. Несвоевременное включение мышц в работу или запаздывание с расслаблением мышц-антагонистов делает движения скованными и прерывистыми. Это серьезно отражается не только на работоспособности мышц, но и на точности и координации движений.

Возникает необходимость совмещать использование «поного» метода обучения с нагрузкой восстановлением. Рекомендуется включать в состав общего упражнения промежуточные встряхивания, растяжки, растирания и др. Они после 20-минутной нагрузки в S – образной позиции бегуна в фазе вертикали сливаются с физическими напряжениями в одно общее целое и быстро гасят возникающие отклонения в работоспособности. Моменты восстановления используются, прежде всего, для «горячих» точек работающих мышц.

Следует рассматривать реабилитацию не только как восстановление после физических напряжений как части тренировочного процесса, а гораздо шире. Например, сопряжено с восстановлением психики ребенка. Для их легко утомляемой, реактивной психики требуется именно психологическая реабилитация.

С другой стороны, нельзя допускать перегрузки организма, иначе будет много ошибок. Поэтому использование в тренировочных занятиях с детьми принципов чередования, вариативности и одновременности создают качественно другие эффекты. Контрастность переключения оказывает влияние на клеточном уровне, что меняет структуру мышечной ткани. Чередуются как разные «позы» в одной серии, так и усилия.

Принципиально новым направлением в создании и овладении «позными» технологиями является использование в учебно-тренировочном процессе тренажерных устройств направленного воздействия в соответствии с авторскими разработками.

Вестибулярный аппарат отвечает за реализацию точности направления движений и состояние работоспособности. Следовательно, функционирует в

связи с двигательной системой и организации зрения, контролирует мышечный тонус в определенные моменты движений. Сигналы вестибулярного аппарата оказывают энергетическое влияние на силу сокращения мышц, тонус которых меняется, перераспределяя тем самым точку опоры.

Неблагополучие в работе вестибулярного аппарата, потеря равновесия, технические неполадки влияют негативно на психику и вызывают состояние нарастающей тревоги детей с центральным параличом (ЦП).

Изучению вопросов развития двигательной сферы детей с ЦП разного возраста посвящены работы многих исследователей (Н.А.Гросс, 2000; С.П.Евсеев, 2000; А.А.Потапчук, 2003; 2007; Ю.А.Ковалева, 2009).

В последние годы для детей с ЦП, в системе АФК разработан ряд инновационных технологий с ориентацией на отдельные виды спорта (по иппотерапии – П.Т.Гурвич, 1997; плаванию – Д.Ф.Могунов, 2003; фитболтерапии – А.А.Потапчук, 2002; локомоторной функции – Ю.А.Ковалева, 2009). Эти методики значительно улучшают равновесие и ориентировку в пространстве, увеличивают активность в движениях, улучшают функцию опороспособности и положительно влияют на локомоторные функции детей с ЦП.

После углубленного изучения биомеханических основ «позного» метода обучения (на модели бега на короткие дистанции) нами была поставлена цель исследования – обучение двигательному акту ходьбы и бега детей с церебральным параличом. Оно было осуществлено на основе использования системы движений в условиях нахождения тела в «позе», когда бегун занимает S – образную позицию, все суставы немного согнуты и проекция общего центра тяжести (ОЦТ) проходит через переднюю часть стопы, находящуюся на опоре, а вертикализация «позы» и падение тела вперед обеспечивалась подсобными тренажерными устройствами в виде параллельных брусьев и вертикальных подвесок (по методике Н.Гросса).

Предварительно была разработана экспериментальная методика занятий, включающая ряд инновационных средств для обучения «позному» методу Шаговые движения отрабатывались с помощью разработанных нами тренажерных устройств (ПАУТИНА, БЕГУНКИ, ПЕРЕВЕРНУТЫЙ МАЯТНИК, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ БРУСЬЯ), которые полностью соответствуют идее «позного» метода обучения технике ходьбы и бега.

Тренажер ПАУТИНА представляет собой две вертикальные (в рост человека) квадратные резиновые стенки (на основе эластичных резиновых бинтов, переплетенных квадратным способом), прикрепленных на небольшом расстоянии зажимами к гимнастической стенке параллельно ей.

Пациент, как бы закрепляется боком к резиновым квадратам первой стенки, удерживает равновесие тела в S – образной позиции («поза» вертикали), когда ОЦТ проходит через переднюю часть стопы, находящейся

на опоре и четко выполняет кинематическое предписание: ПОЗА – ПАДЕНИЕ – ПОДТЯГИВАНИЕ). В связи со сменой опорной ноги, переходит на вторую стенку и делает то же самое. Разворачивается в обратную сторону и другим боком совершает те же «позные» движения.

Тренажер БЕГУНКИ это колесный (4 колесика) вариант использования «позного» метода, когда пациент находится внутри БЕГУНКОВ и закреплен резиновым плотным «корсетом» к верхней опорной части тренажера. Он удерживает равновесие тела в S – образной позиции («поза» вертикали), когда ОЦТ проходит через переднюю часть стопы, находящейся на опоре и четко выполняет кинематическое предписание: ПОЗА – ПАДЕНИЕ – ПОДТЯГИВАНИЕ). Затем, по мере продвижения БЕГУНКОВ совершает аналогичные движения уже с другой ноги на опоре и т.д. до полного выполнения задания.

Тренажер ПЕРЕВЕРНУТЫЙ МАЯТНИК представляет собой металлическую конструкцию, в которой подвижная часть «маятника»-стержня (опорная часть) в нижней его части вводится во внутрь (как в стакан) коротко обрезанной трубы с подшипниковым устройством. Верхняя подвижная часть «маятника» - стержня может перемещаться из одной стороны конструкции в другую с достаточной амплитудой (по подвижной металлической дуге). Таз обучаемого с помощью ремня-фиксатора прикрепляется к «маятнику» - стержню. Пациент удерживает равновесие тела в S – образной позиции («поза» вертикали), когда ОЦТ проходит через переднюю часть стопы, находящейся на опоре и четко выполняет кинематическое предписание: ПОЗА – ПАДЕНИЕ – ПОДТЯГИВАНИЕ). Затем, по мере изменения амплитуды движения ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА совершает выход в следующую «позу». Разворачивается в обратную сторону и другим боком совершает те же «позные» беговые движения.

Тренажер ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ БРУСЬЯ это две металлические легкие трубы, удерживаемые помощниками с обоих их концов на вытянутых вниз руках. Пациент находится внутри брусьев и опирается о них двумя руками для удержания равновесия в S – образной позиции («поза» вертикали), когда ОЦТ проходит через переднюю часть стопы, находящейся на опоре и четко выполняет кинематическое предписание: ПОЗА – ПАДЕНИЕ – ПОДТЯГИВАНИЕ). Помощники как бы «ведут» занимающегося с фиксацией «поз» для каждой ноги и полностью выполняют его тренировочный план-задание, коррекционные двигательные установки, ритмику движения.

На основе углубленного изучения биомеханических основ «позного» метода обучения (на модели бега на короткие дистанции) нами была поставлена цель исследования – обучение двигательному акту ходьбы и бега детей с церебральным параличом **в нетрадиционных условиях бега – по**

льду. Бегун занимает S – образную позицию, все суставы немного согнуты и проекция общего центра тяжести (ОЦТ) проходит через переднюю часть стопы, находящуюся на опоре, а вертикализация «позы» и падение тела вперед обеспечивалась простым перемещением тела вперед и подтягиванием пятки к ягодице, исключая установку на отталкивание. Бег по льду – идеальный способ обучения «позному» методу, особенно в условиях использования «подвесок» по периметру ледяного катка (чтобы не упасть и сохранить равновесие). Этот вариант обучения «позному» методу мы назвали **«Ледовый механизм бегового шага»**.

Для коррекции нарушений двигательной функции у детей школьного возраста с последствиями ЦП в странах СНГ (в том числе и в РБ) широко применяют метод так называемого «моторного переобучения», предложенный Семеновой в 1999 г. Этот метод заключается в том, что посредством определенных положений туловища и конечностей стремятся подавить патологические двигательные реакции. Затем в условиях, облегчающих выполнение конкретного ДД, производится стимуляция четко фиксированных рефлексогенных зон для формирования позы прямохождения и сохранения равновесия. Этот метод проприоцептивного нервно-мышечного облегчения отличается тем, что для коррекции нарушений двигательной функции используют патологические рефлекс спинного автоматизма (тройное сгибание голеностопного, коленного и тазобедренного суставов), которые могут укрепить и усилить активные движения нижних конечностей, а тонические шейные рефлекс – движения рук.. П посредством соответствующего раздражения определенных проприорецепторов вызывают патологический рефлекс, с помощью которого добиваются усиления слабого активного движения. Постепенно усиливают активный компонент раздражения, вызывающего патологический рефлекс. Затем его ослабляют, стараясь полностью его устранить и сохранить только активное движение.

В 2009-2010 гг. нами разработана экспериментальная методика занятий АФК («двойная мотивация») для детей младшего школьного возраста с церебральным параличом (ЦП), которая значительно улучшает равновесие и ориентировку в пространстве, увеличивает активность в движениях и улучшает функцию опороспособности пациентов и, в целом, оказывает положительное влияние на локомоторные функции детей с ЦП.

Целью исследования является совершенствование локомоторной функции у детей младшего школьного возраста с ЦП средствами АФК в формате «двойной мотивации» - в одной упряжке со здоровым пациентом.

Задачи исследования:

1. Изучить состояние проблемы двигательных нарушений у детей младшего школьного возраста с ЦП.
2. Определить физическую подготовленность детей с ЦП.

3. Разработать экспериментальную методику с использованием средств АФК в контексте «двойной мотивации» для детей младшего школьного возраста с ЦП.

4. Определить эффективность авторской экспериментальной методики «двойная мотивация».

Исследование проводилось поэтапно. На **первом этапе** (январь-март 2009 г.) анализировалась научно-методическая литература по проблеме исследования, изучались мнения специалистов АФК, воспитателей специализированных учреждений, родителей и родных детей-инвалидов. На **втором этапе** (апрель-июнь 2009 г.) разрабатывалась экспериментальная методика занятий для развития локомоторной функции у детей младшего школьного возраста с ЦП в формате констатирующего эксперимента. Проводилась диагностика уровня развития физических качеств у детей. На **третьем этапе** (сентябрь-декабрь 2009 г.) были сформированы экспериментальная и контрольная группы из детей 6-7 –летнего возраста для проведения формирующего эксперимента. Основной диагноз – спастическая диплегия с сохранным интеллектом и с широким диапазоном сопутствующих заболеваний. Экспериментальную группу (ЭГ) составили 8 детей (4 мальчика и 4 девочки), контрольную группу (КГ) – 6 человек (3 мальчика и 3 девочки), занимающихся в центре восстановительного лечения при медико-восстановительном центре (МВЦ) Полесского государственного университета. В КГ занятия проводились по традиционной методике. В ЭГ занятия проводились с включением средств АФК с одновременным использованием методики «двойной мотивации» и «позного» метода обучения (по Н.Романову, 2007).

Проведен формирующий педагогический эксперимент. Сформирован информационный массив, включающий:

– исходные данные о функциональном состоянии опорно-двигательного аппарата исследуемого контингента и о манипулятивной деятельности ног у детей КГ и ЭГ.

На четвертом этапе (январь 2010 г.) проводилась интерпретация результатов педагогического эксперимента, оценивалась эффективность экспериментальной методики занятий АФК с использованием методики «двойной мотивации» и «позного» метода обучения (по Н.Романову, 2007). Проведены диагностика исследуемых параметров, математическая обработка и анализ результатов педагогического эксперимента, сформулированы выводы, разработаны практические рекомендации.

На основе полученных данных была разработана экспериментальная методика занятий по АФК и лечебно-профилактические средства с использованием водной среды для развития локомоторной функции у детей младшего школьного возраста с ЦП. Длительность курса составила три

месяца. Вначале диагностика (сентябрь 2009 г.), затем комплексная реабилитация и оценка эффективности (октябрь – декабрь 2009 г.).

Особенность методики в последовательности применения средств АФК и физической реабилитации, с использованием методики «двойной мотивации» и «позного» метода обучения (по Н.Романову, 2007), а также щадящего режима мышечной нагрузки в водной среде: обучение двигательному акту осуществлялось на основе разработанных нами тренажерных устройств (**ПАУТИНА, БЕГУНКИ, ПЕРЕВЕРНУТЫЙ МАЯТНИК, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ БРУСЬЯ, ЛЕДОВЫЙ МЕХАНИЗМ БЕГОВОГО ШАГА**) и методики «двойной мотивации» (в одной упряжке со здоровым пациентом). Затем шаговые и беговые движения отрабатывались в водной среде с использованием плавающих средств без опоры в различных исходных положениях с вертикальным положением туловища.

Наибольшую эффективность и сохранность полученного эффекта можно ожидать при включении занятий с использованием вышеуказанных специальных средств в комплексную поэтапную систему реабилитации, индивидуально адаптированную для каждого конкретного ребенка, учитывающего его возраст, форму и степень тяжести заболевания, ведущее патологическое звено, состояние эмоциональной и интеллектуальной сфер. Особенно важно для детей младшего школьного возраста с ЦП развивать локомоторную функцию различными средствами АФК (два основных и одно вспомогательное направления).

В ЭГ использовались тесты на локомоторные функции (манипулятивную деятельность ног, силовую выносливость мышц, опороспособность) и анкетирование родителей, близких родных, связанное с активностью детей в повседневной жизнедеятельности.

Занятия проводились индивидуально по экспериментальной методике, включающей:

– занятия по «позной методике» с использованием четырех тренажеров (правильный стереотип ходьбы и бега, равновесие, антигравитационный эффект, проприоцептивный контроль);

– занятия в одной упряжке со здоровым пациентом по методике «двойной мотивации») – улучшение развития локомоторной функции, опороспособность, разработка суставов и укрепление мышц в структуре опорной части ходьбы и бега (рис. 110);

– занятия в водной среде (метод Фельденкрайза – научиться расслабляться, развить легкость и свободу в каждой части тела, манипулятивная деятельность ног, силовая выносливость мышц, улучшение двигательной активности, разработка суставов и укрепление мышц в структуре полетной части бега);

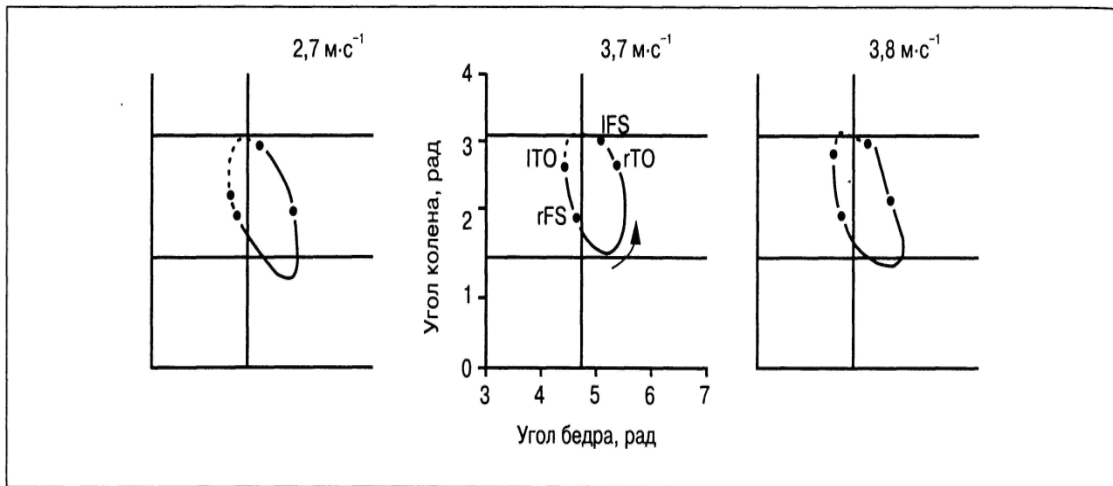


Рис. 110 – Диаграммы колено – бедро для трех человек с ампутацией ниже колена, бегущих со скоростью от 2,7 до 3,8 м\*с (Енока, Miller, Burgess, 1982)

### Результаты и их обсуждение.

Анализ результатов наблюдений за период апрель 2009 – февраль 2010 гг. показал динамику функционального состояния опорно-двигательного аппарата и манипулятивной деятельности ног; силовая выносливость мышц; опороспособность у детей ЭГ больше, чем в КГ с высоким уровнем достоверных отличий. Особенно важно отметить улучшение опороспособности.

Эффективность использования тренажеров в формате «позного метода», методики «двойной мотивации» в формате «одной упряжки» и методики Фельденкрайза в водной среде в формате беговых упражнений для детей младшего школьного возраста с ЦП подтверждается результатами динамики функционального опорно-двигательного аппарата, силовой выносливости мышц и манипулятивной деятельности ног. Это приводит не только к достоверному улучшению результатов тестов, но и к изменениям в факторной структуре функциональных способностей детей, что свидетельствует о процессах дифференциации, происходящих в центральной нервной системе под воздействием занятий.

### Выводы:

1. Анализ научно-методической литературы и педагогических наблюдений позволяют утверждать, что в методиках развития локомоторной функции у детей младшего школьного возраста с ЦП не учитывается тенденция к ухудшению состояния опорно-двигательного аппарата, а специалистами недостаточно уделяется внимания инновационным технологиям, позитивно влияющих на данный процесс.

2. Использование инновационных технологий в трех направлениях должно включать: работу с семьей, мотивацию родителей и близких родных на совместную деятельность; сотрудничество всех специалистов при работе с одним ребенком; составление специалистами дифференцированного и индивидуального плана занятий; междисциплинарный подход на занятиях по АФК для детей младшего школьного возраста с ЦП показал достоверное влияние на улучшение функционального состояния опорно-двигательного аппарата по показателям силовой выносливости мышц спины, брюшного пресса, средней и большой ягодичных мышц, передней и задней поверхностей бедра, опороспособности.

3. Предложенная экспериментальная методика занятий по АФК для развития локомоторной функции с включением инновационных методик и средств АФК (водная среда) в формате тренажеров «позного метода» обучения, методики «двойной мотивации», метода Фельденкрайза на расслабление мышц, решает оздоровительные, образовательные и коррекционные задачи, направленные на уменьшение двигательных нарушений, увеличение общей двигательной активности, улучшение координации и ориентировки в пространстве для детей младшего школьного возраста с ЦП.

4. Проведение в экспериментальной группе занятий по АФК с использованием инновационных методик и средств АФК (водная среда) в формате тренажеров «позного метода» обучения, методики «двойной мотивации», метода Фельденкрайза на расслабление мышц, достоверно улучшает опороспособность, равновесие и ориентировку в пространстве, что дает ребенку больше активности и подвижности в повседневной жизнедеятельности. Использование целенаправленных тренажеров на занятиях по АФК для детей младшего школьного возраста с ЦП приводит не только к достоверному улучшению показателей тестирования, но и к изменениям в факторной структуре функциональных и манипулятивных способностей детей, что свидетельствует о процессах дифференциации, происходящих в центральной нервной системе под воздействием представленного комплексного подхода.

5. Применение экспериментальной методики занятий по АФК для развития локомоторной функции с детьми младшего школьного возраста с ЦП способствовало улучшению функционального состояния опорно-двигательного аппарата по сравнению с детьми, занимавшимися по традиционной методике. У экспериментальной группы достоверно значимый прирост результатов зафиксирован по всем параметрам функциональных показателей.

Среди множества проблем спортивной тренировки, решаемых при подготовке спортивных резервов и взрослых спортсменов в циклических видах спорта, одной из актуальных по значимости, является проблема

повышения роли механизма сенсорно-моторной активности циклических упражнений. Особенно, когда ставится задача – добиться согласования движения с «чувствованием» способа его решения. Для этого необходимо строго учитывать опорные и рессорные функции позвоночника, чувство позы. Совсем не случайно в практической деятельности тренеров в беге на короткие дистанции отсутствуют средства и методы для совершенствования сенсорной и интегративной структур физического развития и физической подготовленности юных спортсменов. Для реализации этого проекта необходимо создание техногенных устройств с сенсорной организацией движения, в том числе с обратной связью. В работе предлагаются научно обоснованные и успешно апробированные авторские варианты нестандартных техногенных устройств, которые несомненно будут востребованы тренерами-практиками.

Традиционные технологии спортивной тренировки на всех этапах спортивного онтогенеза нуждаются в постоянном творческом обновлении за счет введения инновационных средств и методов и поиска резервных возможностей для совершенствования нервно-мышечного аппарата человека. Ряд важных для теории и практики спорта проблем непосредственно охватывает разделы биомеханики и физиологии двигательного аппарата, которые связаны с опорной и рессорной функциями позвоночника.

Именно рационально направленное воздействие педагогических факторов на вышеперечисленные двигательные функции снимает отрицательное влияние внешних сил при выполнении упражнений с большими и предельными отягощениями и «резкими» движениями в пространственно-временном и силовом поле конкретного спортивного упражнения.

Одним из основных «лимитирующих» факторов в этом случае выступает такой морфофункциональный показатель как осанка, которая не только определяет внешний вид человека, но и рационально взаимодействует с опорными и рессорными функциями позвоночника.

Многие специалисты утверждают, что основным сбивающим фактором является «слабость» мышц, обеспечивающих позу и отсутствие баланса силы тяги мышц-антагонистов. При недостаточности мышечной силы (для поддержания системы и ее звеньев) не менее важную роль (если не главную) играет плохо развитое чувство позы, что влечет к рассогласованному восприятию кинематики пространственно-временных параметров его движения.

Важнейшая регулирующая роль нервной системы заключается в согласовании движения с «чувствованием» способа его решения. Механизм его проявления связан со следующими действиями: первый – рефлекс, то есть автоматическая стереотипная реакция обучения на внешние или внутренние факторы (дыхание, бег, ходьба как примеры «врожденных»

программ); второй – запрограммированная способность включаться при стимулировании внешних факторов. Оба способа по нашему мнению в основном регулируются программами под влиянием сенсорных обратных связей. Каждый двигательный акт (поза и движение) состоит из трех частей: подготовки, реализации и последующим запоминанием. Самая важная фаза двигательного акта – фаза подготовки и ее обеспечивающим механизмом сенсорных и ассоциативных нервных центров. Они ответственны за самые важные процессы реализации двигательных актов, за мотивацию план движения, его программных устройств с выходом на конкретные параметры заданных программ.

Вместе с тем, вся методика обучения основывается в основном на моторике движения, на физических качествах и двигательных навыках. Практически отсутствуют средства и методы для совершенствования сенсорной и интегративной структур физической и спортивно-технической подготовленности спортсменов и контроль за их состоянием. Следовательно, уникальный путь для реализации сенсорно-моторной активности физических упражнений должен решаться с помощью инновационных технологий и, в первую очередь, техногенных устройств в формате «позных» технологий. Одним из приемлемых вариантов по стимулированию этих важных функций является способ нервно-мышечного координационного чередования фаз напряжения и расслабления при опоре. Особого внимания заслуживают методические приемы, связанные со стимулированием реактивных, гравитационных и инерционных сил, а также повышения роли отдельных рецепторов – зрительного, слухового, нервно-мышечного, тактильного, вестибулярного.

При этом происходит активизация проприорецепторов мышц, суставов, «чувствования» движения, вестибулярного аппарата.

Другая форма сенсорной организации движений – техногенная посредством мониторинга устройства, в том числе с обратной связью. Поэтому, технические устройства, используемые в контексте метода «позных» технологий, должны иметь в наличии обратную связь. Изготовление протезных устройств и их замена в процессе жизни является важнейшим атрибутом материально-технического обеспечения спортсмена, особенно при использовании «позных» технологий.

Так, методика замены протезных устройств для нижних конечностей в беге и прыжках по мере увеличения возраста детей связана с их изготовлением по специальным заказам и чертежам (учет индивидуальных особенностей ампутации ног) (рис.111).

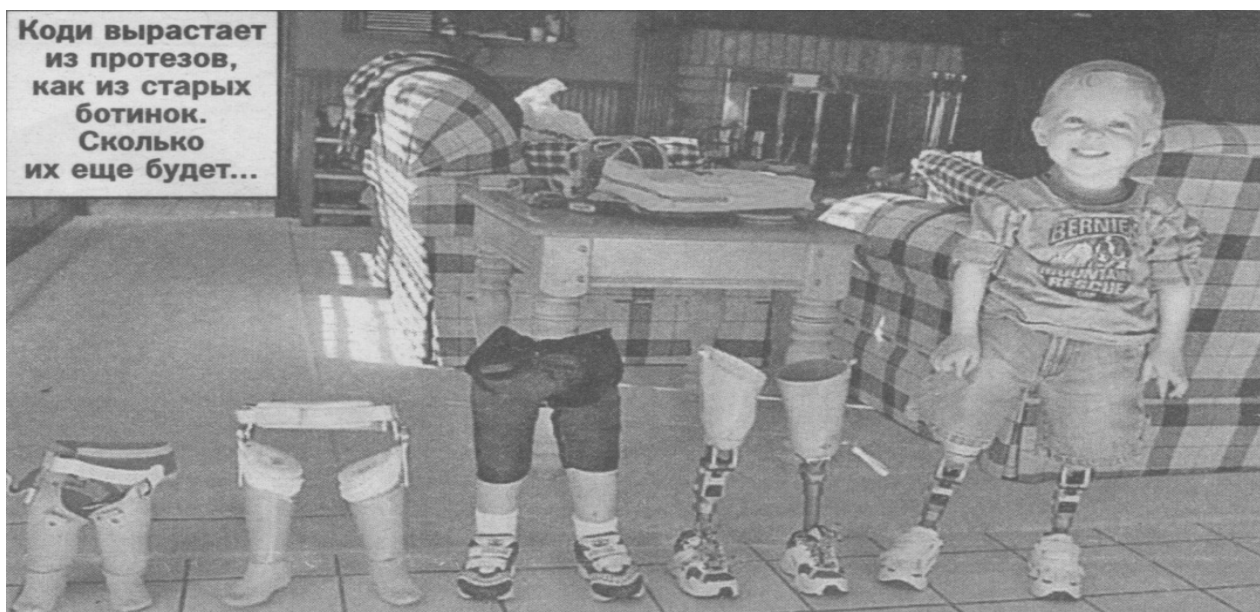


Рис. 111 – Протезные устройства для нижних конечностей в беге и прыжках для детей-инвалидов

**Выводы:**

1. Анализ научно-методической литературы показал объективную необходимость использования «позного» метода обучения для освоения простейшей локомоторной функции ходьбы и бега детям с церебральным параличом.

2. Биомеханическая целесообразность использования «позного» метода заключается в естественности освоения шаговых и беговых движений без дополнительного приложения усилий за счет использования даровых сил гравитации и феномена падающего тела вперед (до условного углового значения).

3. Несмотря на малое количество участвующих в исследованиях человек (6 детей младшего школьного возраста) короткий срок обучения (один месяц) оказался достаточным для рационального освоения техники ходьбы и бега. Пациентам были созданы идеальные щадящие условия, способствующие успешному решению задач образовательной и оздоровительной направленности

4. Используемые детьми тренажеры просты в изготовлении, в обслуживании, легко транспортируются и обеспечивают достижение заданного эффекта в освоении локомоторной функции ходьбы и бега и, главное, обеспечивают надежную страховку в условиях обеспечения вертикализации и обучения передвижению.

5. Методика визуального, звукового и нервно-мышечного сопровождения двигательных действий при обучении технике бега с использованием «позных» технологий, использованная детьми младшего

школьного возраста с церебральным параличом, доказала свою состоятельность, ускорила процесс обучения и способствовала более качественному освоению учебного материала.

#### **4.1.2.Использование биотехнических средств в беге («принудительный» метод обучения)**

Важной особенностью использования основных тренировочных средств для инвалидов является их обязательное **использование в трех различных внешних условиях** – в **нормальном** режиме, в режиме **«облегчения»** и режиме **«нагружения»**, но в **разных соотношениях** (относительно **каждого из трех** упражнений) пофазного ранжирования объема. В частности, в 1 и 2 фазах - **равномерное** распределение; в 3-й фазе – **акцент** на режим **«облегчения»**; в 4-й фазе - **акцент** на режим **«нагружения»**; в 5-й фазе – **акцент** на **нормальный** режим и в 6-й фазе – **равномерное** распределение.

**Во второй части исследования** были разработаны и обоснованы тренажеры нового поколения (рисунок 112), которые имели **три типа** конструкций целевой направленности и были реализованы для развития специальной силы мышц-сгибателей и разгибателей.

К **первому типу** следует отнести **«беговой фристайл»** (первые два упражнения) – в виде качельного варианта несущих конструкций для бегового шага (каждой ноги) с опорой на стопы - стоя или на бедра, которые обеспечивают поворотные движения тазовой области и бедер в переднезаднем направлении.

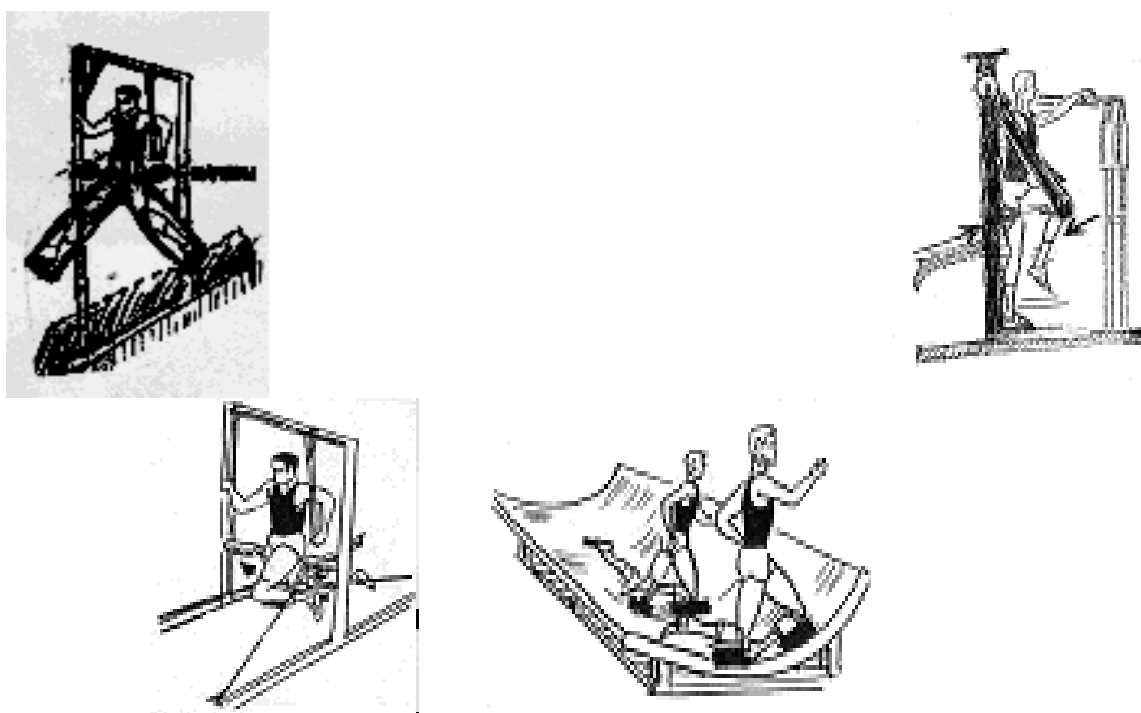
Ко **второму типу** – **«бег бедрами»** на магнитной «подушке» с направленностью на активизацию сведения и разведения бедер в полетной фазе бегового шага.

К **третьему типу** относятся **инерционные тренажеры** для разгона и торможения маховой конечности в беговом шаге.

**Управление тренажерами** осуществляется с помощью специальной приставки-пульта путем **соединения шарнирно-инерционного механизма** тренажера с гидротрубопроводной системой, которая заполнена магнитореологическим порошком, остро реагирующим на действия тока (в форме **затвердения**, то есть фактора, способствующего **торможению**).

Специфичность воздействия каждого конкретного средства физической подготовки на определенное техническое действие в начале и в конце исследования имеет разную смысловую характеристику. **В начале** исследования влияние показателей физической подготовки (преимущественно на развитие силовой быстроты мышц-разгибателей нижних конечностей) на спортивно-техническое мастерство в большей степени сказываются на результативности стартового разгона и бега по

дистанции. Из параметров бегового шага (БШ) следует выделить такие, как длина шагов, упругость постановки ноги на опору, быстрое отталкивание, высота беговой посадки. Это показатели, которые в основном характеризуют сформированность опорной фазы БШ. **В конце** исследования влияние показателей физической подготовленности (преимущественно на развитие силовой выносливости мышц сгибателей и разгибателей нижних конечностей) в большей степени сказывается на таких ответственных участках дистанции как старт и финиширование, а также бег по дистанции. Из параметров БШ следует выделить: пронос маховой ноги вперед, опускание ноги к опоре, наклон туловища, частота БШ, в меру расслабленный бег. Это показатели, которые в основном характеризуют сформированность полетной фазы БШ.



Беговой «фристайл»	Бег «бедрями» на магнитной» «подушке»	Инерционные тренажеры
--------------------	--	--------------------------

Рис. 112 – Биотехнические средства принудительного воздействия для формирования полетной фазы бегового шага у детей-инвалидов

Инновационные тренажеры нового поколения были разработаны с учетом полученных в исследованиях (по Е.А.Масловскому) электромиографических характеристик координационных параметров бегового шага (на основе карты соотношений мышечной активности основного и специальных упражнений).

Критерием оценки эффективности бега была идентичность в последовательности включения и выключения основных мышечных групп нижних конечностей и величина их мышечной активности (табл.21 и табл.22).

Критерием оценки эффективности бега была идентичность в последовательности включения и выключения основных мышечных групп нижних конечностей и величина их мышечной активности (табл.21 и табл.22).

Таблица 21

Электромиографическая характеристика координационных параметров бегового шага (м/с) в обычных и модифицированных условиях скоростного бега по (по Масловскому Е.А.)

Условия выполнения	Мышцы и их состояние									
	икроножная		двуглавая		Четырехглавая (прямая) бедра				Суммарное	
	сокращение	расслабление	сокращение	расслабление	первое сокращение	первое расслабление	второе сокращение	второе расслабление		
Естественные условия										
Обычные	183	358	228	313	100	126	125	188	225	314
Облегченные	102	328	306	221	87	68	182	180	269	248
Затрудненные на (%)										
15	118	362	269	246	84	72	178	190	248	262
30	121	413	273	282	88	94	184	210	272	304
45	126	440	279	294	91	102	190	218	281	320
Беговое тренажерное устройство										
Обычные	-	-	281	218	85	67	180	178	265	245
Облегченные	-	-	265	202	77	60	170	171	247	231
Затрудненные на (%)										
15	-	-	320	212	108	114	128	156	236	270
30	-	-	342	321	119	122	134	150	253	272
45	-	-	358	337	127	136	140	148	267	284

Таблица 22

Электромиографическая карта интенсивности мышечной активности в прыжковых и специальных упражнениях прыгуна в длину с разбега (%)\*

Упражнения	Мышцы								
	икроножная		камбаловидная	передняя большеберцовая		четырёхглавая		прямая бедра	
	Наружная головка	Внутренняя головка		Дистальное отведение	Проксимальное	Наружная головка	Внутренняя головка	Дистальное отведение	Проксимальное
Прыжок в длину с полного разбега	100	100	100	100	100	100	100	100	100
То же в облегченных условиях	108	102	104	97	94	76	87	95	98
Прыжок в длину с акцентом вверх через планку (с короткого разбега)	77	92,6	90	51,6	54,2	118	78,4	138	121
Прыжок вперед с акцентом вперед (с короткого разбега)	63,5	75,1	60	54,8	66,6	106	100	99	100
Бег, отталкиваясь на каждый второй шаг	73	90	73,3	48,4	73	85,1	127	86,4	58,8
Бег, отталкиваясь на каждый пятый шаг	75	94	110	74,2	104	62,7	86,3	71,6	67,7
Прыжки с ноги на ногу с акцентом на толчковую ногу	50	73,1	71,1	74,2	45,8	68,6	88,2	113	87,7
То же в облегченных условиях	70	86	78	71	58	70	80	106	80
Бег с прямыми ногами с акцентом на толчковую ногу	82,7	86,6	58,5	100	68,6	58,2	100	101	38,2
Прыжки в глубину с отталкиванием одной ногой	61,5	70	60,3	35,5	48,8	106	126	106	80
То же в облегченных условиях	86	91	83	66	60	101	112	103	70
Скачки с акцентом на стопу	58,9	81,2	74,1	63,4	53,2	44,8	56,9	68,3	69,3
Скачки с акцентом на поднятие бедра	54,3	68,1	70,1	60	48,4	96,5	74,5	75,3	76,1
С грузом 20-40 кг на плечах на скамейке шаг вниз на прямую толчковую ногу с выходом маховой на скамейку	112	123	83	40	48	90	93	96	35

\*За 100% принята интенсивность мышечной активности при выполнении прыжка в длину с разбега.

Упрощенные средства принудительного характера для обучения бегу на скорость представлены на рисунке 113.

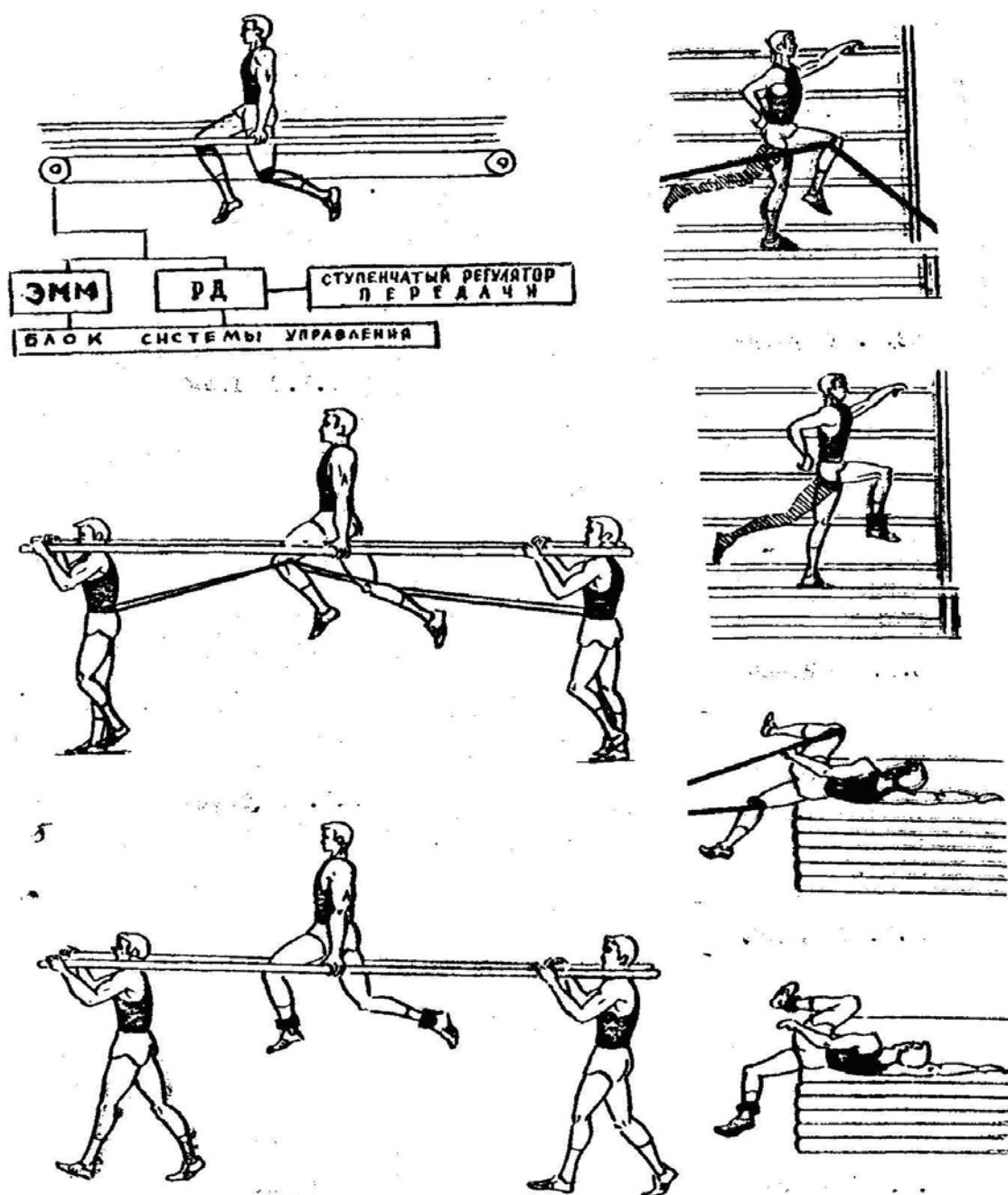


Рис.113 – Биотехнические средства принудительного воздействия.  
(по Е.А. Масловскому)

В педагогическом эксперименте с детьми 9-10 лет при обучении бегу на короткие дистанции был использован комплекс биотехнических устройств

принудительного воздействия. Формирование бегового шага оценивалось по динамике изменения работы основных мышечных групп, участвующих в беге.

Результаты исследования свидетельствуют о положительных изменениях координационн-временных параметрах параметров бегового шага (табл.23).

Таблица 23

Изменение координационных и пространственно-временных параметров бегового шага у мальчиков 9-10 лет за экспериментальный период

Период	Группа	Показатели	Мышцы и их состояние										
			Икроножная				Двуглавая бедра				Прямая бедра		
			сокращение			расслабление	сокращение			расслабление	I сокращение		
			до опоры	в опоре	общее		до опоры	в опоре	общее		до опоры	в опоре	общее
До эксперимента	контроль	$\bar{X}$	117	65	182	361	153	71	224	319	53	46	99
		m	± 9	± 7	± 11	± 12	± 9	± 6	± 9	± 11	± 6	± 4	± 5
	эксперимент	$\bar{X}$	114	71	185	353	166	73	239	229	48	54	102
		m	± 8	± 6	± 8	± 11	± 7	± 5	± 9	± 12	± 5	± 7	± 8
	$\sigma_{\alpha}$	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	
После эксперимента	контроль	$\bar{X}$	98	58	156	382	196	61	257	281	48	41	89
		m	± 6	± 5	± 8	± 11	± 7	± 5	± 8	± 8	± 5	± 6	± 5
	эксперимент	$\bar{X}$	72	39	121	400	223	42	265	256	39	34	73
		m	± 7	± 4	± 9	± 9	± 9	± 4	± 9	± 8	± 6	± 4	± 5
		$\sigma_{\alpha}$	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,01	≥ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05

(по Е.А. Масловскому)

#### 4.1.3 Использование биотехнических средств на занятиях по рукопашному бою

**Цель исследования** – создать учебно-тренировочный комплекс с ориентацией на сопряженное развитие скоростно-силовых способностей и силы верхних конечностей, туловища и формирование навыков единоборств,

провести ранжирование нападающих и защитных действий в парах на тренажерах и определить их значимость.

Общеизвестно, что базисная основа опорно-двигательного аппарата, на котором держится весь организм, это позвоночник. При вертикальном перемещении массы тела происходят большие нагрузки именно на нижний отдел позвоночника – поясничный, особенно в момент приращения внешних силовых нагрузок. Обычно, тренировки в значительно большей мере направлены на развитие конечностей (верхних или нижних), без учета их зависимости от позвоночника. В видах борьбы (в стойке) нагрузка с весом или с соперником, сплющивает диски между позвонками, меняет их форму, толщину, меняет осанку подростка. Поэтому, в этих условиях уже с подросткового возраста создаются предпосылки для хронических травматических явлений. В результате односторонне направленных тренировок, когда задействован весь опорно-двигательный аппарат, могут возникнуть отклонения в подвижности спины, когда формируется вместо «подвижной» (гибкой) спины так называемая «жесткая» спина, что мешает правильному функционированию позвоночника.

Роль осанки в борьбе очень велика, она определяет возможные технические варианты, следовательно и спортивные результаты. Лучше избегать резких, грубых упражнений примитивного характера. Культура их применения заключается в локализации отдельных сегментов тела и работающих мышц, чтобы сконцентрироваться на моментах чередования напряжения с сиюминутным последующим расслаблением работающего участка мышц. Это становится возможным в условиях учебных тренажеров и имитации борцовской схватки, когда, например, борцовские приемы проводятся без участия опорных движений нижних конечностей. Идеальный вариант для этого так называемая борьба в парах, сидя верхом (как на лошади) на гимнастических конях. Можно использовать один гимнастический конь (сидеть лицом к друг к другу) или два коня (на каждом коне участник). В основном упражнения направлены на развитие силовых способностей, быстроты, ловкости координации движений для мышц верхнего плечевого пояса и туловища. Можно подключать и «висячие» ноги для выполнения «зацепов».

На **первом этапе** исследования был проведен анкетный опрос школьников 5-6 классов на предмет возможного использования на уроках физической культуры борцовских нападающих и защитных действий в условиях учебных тренажеров. Путем их апробации (для этого было выделено два занятия) определены 25 вариантов избранных учениками упражнений, имитирующих борцовские действия.

На **втором этапе** исследования с использованием факторного анализа методом ранжирования было выявлено 15 наиболее значимых технических действий (табл. 24).

Таблица 24

Матрица повернутых факторов нагрузок со сложнокоординационной структурой упражнений мальчиков 5-6 коррекционных классов (нарушения опорно двигательного аппарата)

№ п/п	Упражнения на гимнастическом коне, выполняемые сидя в парах	Факторы			
		1	2	3	4
1.	Верховая борьба руками - захватить атаковую руку соперника	0,07	0,48	0,08	0,22
2.	Верховая борьба руками - захватить ногу соперника	0,09	<b>0,65</b>	0,11	0,17
3.	Верховой «толкающий» бой – заблокировать атакующие действия и провести контрприем	0,08	0,46	<b>0,59</b>	0,33
4.	Верховая борьба на «крест» - сковать действия соперника захватом неудобным для него	0,22	0,02	<b>0,61</b>	0,06
5.	Верховой рукопашный бой – вывести из равновесия соперника и наклонить его вниз	0,20	0,17	0,11	<b>0,71</b>
6.	Пара на пару (2х2 чел.) –сидя на пятках с помощью рук - лучшая защита – угроза или атака	0,28	0,02	0,03	<b>0,58</b>
7.	Пара на пару (2х2 чел.) с помощью рук – сорвать основной захват соперников, заблокировать руки	0,01	<b>0,69</b>	0,02	0,21
8.	Пара на пару (2х2 чел.) с помощью толкающих движений – использовать быстроту для защитных действий	0,49	0,02	0,09	0,23
9.	Ударными и обманными движениями палок вынудить соперника потерять равновесие или палку	<b>0,88</b>	0,15	0,13	0,02
10.	С палками вполоборота – колоть вниз направо-налево–с активными перемещениями с одной стороны в другую	<b>0,60</b>	0,13	0,12	0,15
11.	«Казачий крест» палками над головой, использовать обманные движения для сброса соперника	<b>0,59</b>	0,08	0,17	0,21
12.	Задание - сбросить соперника с коня толкающими движениями	0,55	0,13	0,08	0,22
13.	Сидя спиной друг к другу сбросить соперника с коня обманными движениями (с поворотом туловища)	<b>0,62</b>	0,12	0,13	0,14
14.	Лежа на животе-захватить атаковую руку соперника	<b>0,69</b>	0,09	0,15	0,18
15.	Лежа на спине-захватить атаковую руку соперника	0,45	0,19	0,55	0,18
<b>Общ. дисперсия- 66.6%. Вклад факторов (%)</b>		<b>20,9</b>	<b>19,22</b>	<b>14,3</b>	<b>12,2</b>

Было установлено, что силовая и спортивно-техническая подготовка (применительно к мышцам верхних конечностей и туловища) мальчиков 5-6 классов определяются (в формате повернутых факторов) четырьмя ортогональными факторами, суммарный вклад которых в общую дисперсию выборки составил 66,6%. В ней ведущие факторы выделены черным шрифтом с высокими показателями значимости (в пределах 0,58-0,88).

В первом факторе, вклад которого представлен четырьмя упражнениями (по уровню значимости - 9,14,13,10,11) и равен 20,9%, данный

фактор можно классифицировать как проявление «ЛОВКОСТНЫХ» движений рук и тела.

Во втором факторе, вклад которого представлен двумя упражнениями (по уровню значимости – 7 и 2) и равен 19,2%, данный фактор можно классифицировать как проявление скоростно-силовых способностей рук.

В третьем факторе, вклад которого представлен двумя упражнениями (по уровню значимости – 4 и 3) и равен 14,3%, данный фактор можно классифицировать как проявление силы рук.

В четвертом факторе, вклад которого представлен двумя упражнениями (по уровню значимости – 5 и 6) и равен 12,2%, данный фактор можно классифицировать как проявление силовой выносливости рук и брюшного пресса.

Данные факторного анализа послужили основанием для ранжирования защитных и нападающих действий в парах по значимости двигательных действий, что предполагает их изучение в такой же последовательности. Это соответствует принципу первичности требований к изучению базовых упражнений. Например, исходя из результатов факторного анализа, первые двигательные действия, которым следует обучать, - это захватить атакующую руку или ногу и заблокировать действия соперника неудобным для него захватом, провести контрприем. Из физических качеств в наибольшей мере будут способствовать обеспечению эффективности приема силовые качества (силовая выносливость и быстрая сила). Ниже, в таблице 25, приводится ранжирование упражнений со сложно координационной структурой движений.

Таблица 25

Ранжирование упражнений со сложно координационной структурой движений для мальчиков 4-7 коррекционных классов с нарушением опорно-двигательного аппарата

№ п/п	Наименование упражнений	Ранги
1.	Ударными и обманными движениями палок вынудить соперника потерять равновесие или палку	15
2.	Лежа на животе-захватить атакующую руку соперника	14
3.	Сидя спиной друг к другу сбросить соперника с коня обманными движениями (с поворотом туловища)	13
4.	С палками вполоборота – колоть вниз направо-налево–с активными перемещениями с одной стороны в другую	12
5.	«Казачий крест» палками над головой, использовать обманные движения для сброса соперника	11
6.	Пара на пару (2х2 чел.) с помощью рук – сорвать основной захват соперников, заблокировать руки	10
7.	Верховая борьба руками - захватить ногу соперника	9
8.	Пара на пару (2х2 чел.) с помощью толкающих движений – использовать быстроту для защитных действий	8

9.	Ударными и обманными движениями палок вынудить соперника потерять равновесие или палку	7
10.	С палками вполоборота – колоть вниз направо-налево–с активными перемещениями с одной стороны в другую	6
11.	«Казачий крест» палками над головой, использовать обманные движения для сброса соперника	5
12.	Задание - сбросить соперника с коня толкающими движениями	4
13.	Сидя спиной друг к другу сбросить соперника с коня обманными движениями (с поворотом туловища)	3
14.	Лежа на животе-захватить атаковую руку соперника	2
15.	Лежа на спине-захватить атаковую руку соперника	1

Примечание. Чем выше численное значение ранга, тем он более значим в структуре

**Заключение.** Разработанный учебно-тренировочный комплекс с ориентацией на сопряженное развитие скоростно-силовых способностей и силы верхних конечностей, туловища и формирование навыков единоборств, с последующим ранжированием нападающих и защитных действий в парах на учебных тренажерах для мальчиков 4-5 классов на уроках физической культуры, обеспечил соответствующую двигательную-координационную подготовленность подростков с нарушениями опорно-двигательного аппарата для овладения навыками борцовских действий, не зависимо от вида борьбы.

#### **4.1.4 Использование биотехнических средств на занятиях по дзюдо**

##### **4.1.4.1 Начальная подготовка дзюдоистов-новичков на основе обратной связи**

Проверялась гипотеза о том, что структура и содержание начальной подготовки дзюдоистов-новичков 13-15-летнего возраста, построенной на учете способности к освоению нового упражнения и на системе обратной связи с получением срочной информации о временных и силовых параметрах движений при отработке технических приемов в условиях универсального тренажера-методики, более адаптированы к индивидуализированной подготовке и к условиям начальной соревновательной деятельности, чем традиционные варианты построения тренировочного процесса.

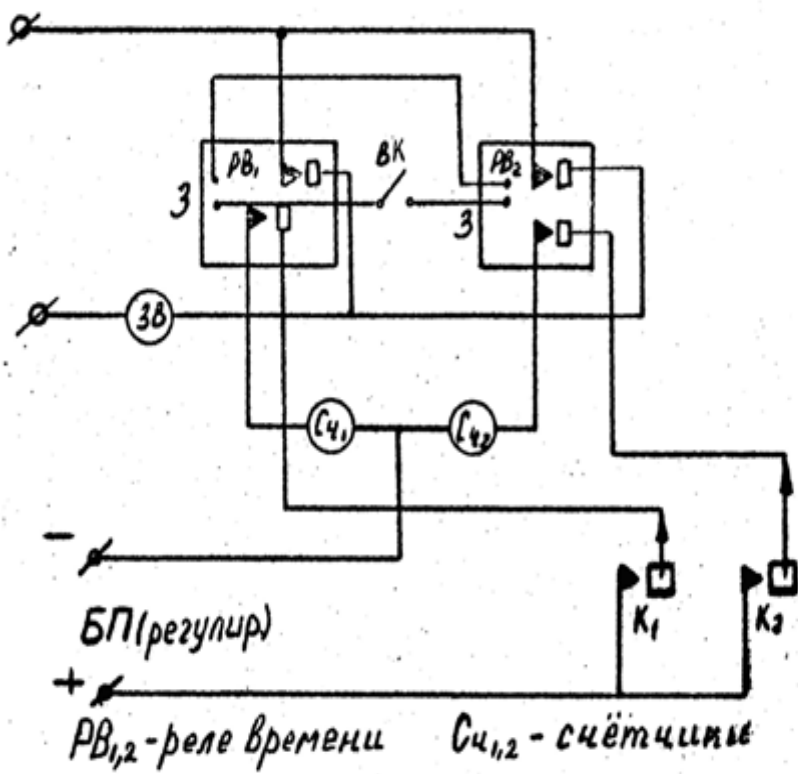
Для реализации научного подхода к обоснованию новых технологий формирования движений нападающего характера в дзюдо, необходим был такой тренажерно-исследовательский комплекс, который удовлетворял бы следующие основные условия:

– должно быть предусмотрено соответствие условиям сопротивления при осуществлении нападающих движений подсечек тем условиям, которые возникнут в реальных условиях соревнований;

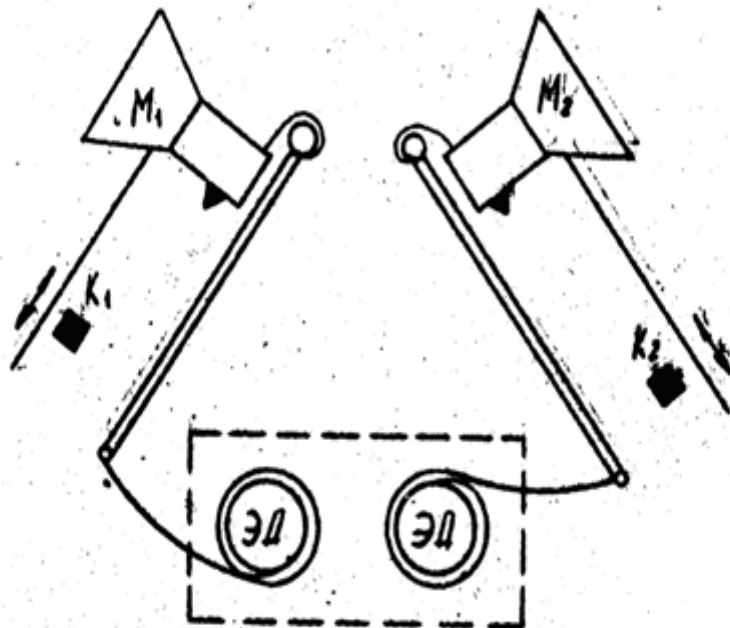
– в составе тренажерного стенда должны быть такие технические средства экспресс-анализа характеристик движений, при использовании которых в контурах визуальной обратной связи, дзюдоист-новичок мог бы не только отслеживать особенности выполнения своей работы, но и через ее проводить направленную коррекцию движений.

Таким основным условиям соответствовал созданный тренажер-методика в модификационном варианте с методикой векторной динамографии (рис.114)

Выбор возрастного периода от 13 до 15 лет для проведения педагогического эксперимента не случаен, так как в этом возрасте созданы наилучшие условия для развития неспецифической устойчивости в борцовских действиях и скоростно-силовых качеств (соответственно 10,5 и 4,5 балла). При этом наивысшие значения приходятся на затрудненный и обычный варианты выполнения упражнений, что и определяет акцент педагогических воздействий.



Механическая схема



К<sub>1,2</sub> - контакты; М<sub>1,2</sub> - мячи-грузы; ЭД - электромагнитная муфта

Рис.114 – Принципиальная электрическая и механическая схемы тренажера по борьбе дзюдо

Благодаря проведенному факторному анализу на дзюдоистках-новичках 13-15-летнего возраста, были определены главные направления технического совершенствования, суть которых состояла в условном выделении новичков, наиболее способных к освоению нового упражнения в дзюдо и тех из них, у которых данная способность ниже среднего уровня (определялась на основании экспертных оценок специалистов).

К лицам, имеющих разный уровень способности к освоению нового упражнения был применен дифференцированный подход в обучении, основанный на выделенных акцентах педагогических воздействий.

Суть их исходила из данных факторного анализа и состояла в следующем. Для лиц, наиболее способных к обучению, первый, наиболее значимый фактор, обуславливающий успешное формирование навыка нового упражнения, является способность к управлению динамическими параметрами движений (преимущественно в затрудненных и обычных условиях). Это дает основание предположить, что видимо, он является основным при формировании двигательного навыка в дзюдо в данной категории новичков.

Второй и третий по значимости соответственно факторы – способность к проявлению скоростно-силовых качеств и способность к управлению временными параметрами движений (преимущественно в затрудненных условиях). На этом основании распределение учебного времени на освоение навыка нового упражнения должно быть в следующих долевых отношениях: развитие способности к управлению динамическими параметрами движений – 50 %, развитие специальных скоростно-силовых качеств — 25 %, развитие способности к управлению временными параметрами движений — 15 %; развитие способности к специальным координационным действиям скоростно-силового характера — 10 %.

Для лиц менее способных к обучению, первый, наиболее значимый фактор, обуславливающий успешное формирование навыка нового упражнения, является способность к управлению временными параметрами движений (равнозначно во всех условиях). Это дает основание предположить, что видимо, он является основным при формировании двигательного навыка в дзюдо в данной категории новичков.

Второй и третий по значимости соответственно факторы – способность к проявлению скоростно-силовых качеств и способность к управлению динамическими параметрами движений (преимущественно в обычных и затрудненных условиях). На этом основании распределение учебного времени на освоение навыка нового упражнения должно быть в следующих долевых отношениях: развитие способности к управлению временными параметрами движения – 50 %; развитие специальных скоростно-силовых качеств – 25 %; развитие способности к управлению динамическими параметрами движений – 15 %; развитие способности к

специальным координационным действиям скоростно-силового характера – 10 %.

Организация исследований с дзюдоистками-новичками, отобранными для проведения трехмесячного педагогического эксперимента, включала несколько этапов, которые в целом длились 13 недельных микроциклов (из расчета три раза в неделю).

1-ый этап – предварительный, когда из студенток 1-2 курсов (БГТУ) выбирали кандидаток на курс спортивного совершенствования по дзюдо, затем они проходили тестирование и занимались по одинаковым тренировочным программам (без деления на экспериментальную группу (ЭГ) и контрольную группу (КГ) – 4 микроцикла;

2-ой этап – основной, когда ЭГ и КГ работали по дифференцированным тренировочным программам – 8 микроциклов;

3-ий этап – заключительный: когда ЭГ и КГ проходили заключительное тестирование – 1 микроцикл.

Разница в учебных планах трехмесячного педагогического эксперимента состояла только в том, что количество часов, отводимых в ЭГ-е на практические занятия с использованием тренажера-методики с обратной связью было *в два раза больше*, чем на занятия с использованием традиционной технологии обучения (46 часов против 22-х).

Исходя из экспертной оценки специалистов, о способности испытуемых из ЭГ-ы к обучению новым движениям, семь из них были отнесены к наиболее способным новичкам, остальные восемь — к менее способным.

Каждой из типологических групп были сделаны предписания (в соответствии с данными факторного анализа) о количественных критериях нагрузки и определены акценты педагогических воздействий при использовании средств общедвигательной (динамические и временные параметры) и физической (скоростно-силовые качества, сила, быстрота, ловкость, равновесие) подготовки.

Не зависимо от принадлежности к той или иной типологической подгруппе, испытуемые из ЭГ-ы в процессе освоения технических действий в дзюдо с помощью тренажера-методики получали срочную информацию о достижении конкретных динамических и временных параметров движений в различных условиях внешнего сопротивления или облегчения (визуальным способом оценки). В сравнительном анализе попыток при выполнении атакующего приема выбирались наиболее оптимальные варианты исполнения. При этом тренер, четко знал, кому из новичков предписано обращать внимание на формирование динамических или временных параметров. Аналогичный подход к испытуемым при решении задач ОФП сохранялся и при развитии конкретных физических качеств, где были задействованы затрудненные условия выполнения упражнений.

Результаты педагогического эксперимента показывают, что испытуемые из ЭГ и КГ в большинстве тестовых показателях, отражающих уровень развития физических качеств и координационных способностей, добились положительных изменений. Исключение составили показатели скоростно-силового характера (прыжок в длину в обычном исполнении и спиной вперед), где сдвиги статистически не достоверны ( $P > 0,05$ ). В то же время, в таких показателях как сила, быстрота и неспецифическая устойчивость (равновесие) сдвиги в обеих группах отмечены достоверной разницей ( $P < 0,05-0,01$ ) и практически равнозначны. Особенно существенные сдвиги отмечены в упражнениях на равновесие, не зависимо от условий тестирования ( $P < 0,01$ ). В целом можно констатировать, что в ЭГ и КГ сдвиги показателей, характеризующих уровень развития основных физических качеств (скоростно-силовые качества, сила, быстрота, ловкость) и координационных способностей (равновесие), практически равнозначны. Это свидетельство того, что обе методики обучения новым упражнениям также одинаковы и по силе педагогических воздействий. Основные различия имели место при выполнении борцовских действий в условиях моделирования подсечек по набивным мячам. Так, по длительности серии подсечек, испытуемые из ЭГ существенно превосходили сверстниц из КГ. Не зависимо от условий тестирования, сдвиги в ЭГ по данному показателю статистически достоверны ( $P < 0,01$  против  $P > 0,05$  в КГ-е).

Выраженное преимущество ЭГ перед КГ-ой выразилось в величинах динамических усилий, где сдвиги в ЭГ-е во всех шести случаях достоверны ( $P < 0,05-0,01$ ). Это связано со сдвигами величин вертикальных и горизонтальных усилий в фазе амортизации и фазе вторичного нарастания усилия в момент удара о мяч-грушу при взаимодействии с опорой одной ногой. Аналогичное преимущество ЭГ отмечено и во временных параметрах движений в тех же позициях — по длительности выполнения фазы амортизации и вторичного нарастания усилий ( $P < 0,05$ ). В КГ-е сдвиги в динамических и временных параметрах не достоверны ( $P > 0,05$ ).

Таким образом, преимущество ЭГ перед КГ выразилось только в показателях технической подготовленности, отражающих, прежде всего, внутреннюю структуру движения (динамические и временные параметры), что является определяющим при построении двигательных действий.

Известно, что интегральным показателем достигнутого уровня физического и психического состояния занимающихся являются итоги начальной соревновательной деятельности. Проведенные соревновательные поединки между испытуемыми ЭГ и КГ по условным весовым категориям показали заметное преимущество ЭГ.

Таким образом, успешность начальной соревновательной деятельности дзюдоисток - новичков 18 – 19 - летнего возраста обеспечивается за счет эффективного освоения основных атакующих технических действий дзюдоиста

с опорой на формирование динамических и временных параметров движений. Этому послужила тренажер-методика с обратной связью, обеспечившая своевременную коррекцию основных параметров движений при освоении новых технических приемов в дзюдо.

### *Заключение.*

1. Подтвердилась гипотеза о том, что структура и содержание начальной подготовки дзюдоисток-новичков 18-19-летнего возраста (студенток вуза) с акцентом на учет способности к овладению новым движением и на срочную информацию о динамических и временных параметрах движений с последующей коррекцией, более адаптированы к индивидуализированной подготовке и условиям начальной соревновательной деятельности, чем традиционные варианты построения тренировочного процесса. В процессе экспериментального исследования был апробирован универсальный тренажер-методика с обратной визуальной связью и модифицированный на получение вектординамографической записи. Это позволило испытуемым ЭГ добиться существенного прогресса в усвоении и своевременной коррекции основных нападающих технических действий в дзюдо при сличении динамических и временных параметров движений в серийных повторных попытках. Освоение базового арсенала двигательных координации в дзюдо и умение переключаться с одного движения на другое сыграло положительную роль в техническом совершенствовании испытуемых ЭГ, что успешно отразилось в их соревновательной деятельности. В КГ, где отмечены существенные сдвиги в развитии основных физических качеств, этого не произошло.

2. В результате организации новых условий тренировочной деятельности юных дзюдоисток-новичков в процессе проведения длительного (годового) и кратковременного (трехмесячного) педагогических экспериментов были найдены наиболее оптимальные формы реализации двигательных способностей занимающихся в соревновательной деятельности. Этими факторами явились: индивидуально-групповой подход к лицам с различным уровнем способности к обучению новым движениям, использование специальных, технических устройств для воспитания способности противостоять сбивающим факторам в соревновательной деятельности и возможность получения срочной информации о внутренней структуре технического действия при многочисленных повторениях и последующей педагогической коррекцией, направленной на оптимизацию временных и динамических параметров движений.

#### **4.1.4.2 Начальная подготовка дзюдоистов-новичков на основе учета биомеханических особенностей выполнения базовых бросковых движений (концепция шара)**

При формировании «базовых технико-тактических действий» в дзюдо решаются две задачи:

1-ая: проанализировать кинематические и динамические параметры эффективных бросков дзюдоистов.

2-ая: выявить наиболее рациональный способ приложения усилия для проведения высоко оцениваемого броска.

Такой подход в конечном итоге мог бы способствовать повышению эффективности начального обучения технике дзюдо в стойке.

В ходе работы применялся компьютерный видеоанализ (при помощи цифровой видеокамеры с покадровым вводом изображения) и диагностический стенд для оценки динамических параметров бросковых движений.

Анализ и обобщение полученных данных позволяют говорить о целесообразности кругового приложения усилия при проведении броска, что позволяет:

1. Контролировать противника на протяжении всей траектории падения, не позволяя ему, с целью защиты, развернуться грудью к татами.

2. Повысить экономичность действий атакующего, так как в этом случае потери уменьшаются, а полезная составляющая силы опрокидывания растёт.

3. Уменьшить отрицательное воздействие на позвоночник юного спортсмена благодаря отсутствию предварительного отрыва противника от ковра.

Таким образом, для успешного проведения броска необходимо не только вывести противника из равновесия, после чего под действием силы тяжести противник падает, но активно оказывать на него воздействие вращательного характера. Дополнительное полезное воздействие оказывает центробежная сила инерции при условии поворота противника вокруг воображаемой сферы (шара).

Данные компьютерного видеоанализа показывают, что перемещение точки захвата происходит по дуге на большей части траектории движения.

При оценке динамических параметров бросковых движений было выявлено преимущество базовых «поворотов шара» по сравнению с прямолинейным приложением усилия как по абсолютным, так и относительным показателям. Обусловлено это, по нашему мнению, органичным включением всех звеньев тела, «структурированием» при выполнении кругового движения, в отличие от преимущественного

использования отдельных звеньев (рук) при выполнении прямолинейного движения.

Определенным гарантом результативности технико-тактических действий в дзюдо выступает силовая составляющая двигательного аппарата. Ее следует рассматривать как реализацию идеи тренинга по сведению-отведению рук в различных исходных положениях и режимах силовой нагрузки как способ приобретения и сохранения захватов при борьбе стоя, полустоя и полулежа, на четвереньках и лежа. Данный способ является оперативным методом воздействия на противника в ходе решения задач на всех тактико-технических уровнях схватки для реализации своих преимуществ возможным путем: а) нейтрализации и подавления; б) нейтрализации и обыгрывания; в) активизации и подавления; г) измотать и обыграть.

Критерием, подтверждающим оперативность данного метода воздействия, является выполнение следующих условий:

- одна рука – динамическая силовая нагрузка, вторая – изометрический режим и, наоборот;

- своевременная «перезагрузка» основных мышечных напряжений с одной руки на вторую;

- выход на удобную стартовую позицию по «позной» методике для: а) занятия эластичной позы, позволяющей накапливать энергию и расставаться с опорой, отбросить все элементы ненужной активности в действия (активное проталкивание, активное опускание ноги на опору, активное маховое движение и избавление от ненужной напряженности мышц, снятие ноги с опоры, остальное сделает сила тяжести).

Объяснение последнему то, что мы встаем в позу и отпускаем наше тело, чтобы оно начало двигаться и вращаться вокруг точки опоры (вместе с противником), что создает ускорение-вращение вперед по параболической кривой.

Из рекомендаций Н.Романова (2009) следует, что поза должна трансформировать предыдущие и предвосхищать последующие движения и быть главной по отношению к ним. При отборе главной позы необходимо, чтобы все действующие силы (гравитации, мышечные усилия, мышечно-сухожильная эластичность) работали как одна активная система для создания движения. Отсюда следует, что на основе формирования позы и использование ее как основного компонента борцовских действий должно быть построено все обучение и специально подобраны упражнения.

Особо следует обратить внимание на такую действующую силу как мышечные усилия рук и плечевого пояса, сопряжено решающую вместе с гравитационным моментом (вес борцов) задачу вращения тела вокруг опоры.

Образуются так называемые «кинематические цепи» рук, образованные взаимными захватами при различных стойках. Применительно к классу

«вращений», когда атакующий наклоняет туловище параллельно коврику и, войдя в плотный контакт с противником, не поднимаясь, «вращением» туловища вокруг своей продольной оси отрывает или выводит из равновесия противника, как-бы «наматывая» на себя: через плечи, поперек (от захвата руки на ключ), вращение вдоль (от захвата головы под плечо). Остальные типы бросков: наклоняясь («наклоном») и классы «прогибом», запрокидываясь («запрокидывания») и запрокидываясь («скрещиванием») делятся по способу выхода на старт и по организации мышечных синергий.

Возможности специальной силовой тренировки в формате кинематических цепей для рук существенно расширяются с использованием тренажера Лэг Мэджик, который рекомендуется для тренировки только ног. В нашем варианте его возможности для тренировки рук ничуть не меньше, чем для ног, а в «поворотных» движениях он эффективно воздействует на развитие ряда «проблемных» мышц плеч и туловища. Так, совершая движения руками к центру (положения: в упоре лежа, стоя, полустоя в наклоне) или от центра, задействуются внутренние мышцы рук (при приведении) и внешние мышцы рук и плечевого пояса (при отведении). Пространство между «кинематическими цепями» обеих рук не должно быть равнозначным. К стартовой позе борец-нападающий обеспечивает более выгодную ситуацию для атаки, чтобы полностью использовать гравитационные силы. Укорачивая рычаг «атакующей» руки (например, при сгибе ее в локтевом суставе) создаются идеальные условия для «вращательного» момента и использования силы тяжести для движения тела по заданной кривой. Учитывая, что мышцы рук и плечевого пояса, работающие в приводящем-отводящем режиме силовой нагрузки, «приспособлены» к этим условиям работы, являются одновременно добавочными «ускорителями» звеньев тела при вращении, эти силы на очень короткий промежуток времени становятся системой. Сила гравитации, мышечные усилия синергистов, мышечно-сухожильная эластичность работают как одна активная система для создания условий для эффективного вращения тела и для продуктивной работы в целом.

Для подключения мышц туловища к данному модельному движению специалистами рекомендуется выполнять ряд простых по форме, но усложненных вращательным моментом силовых упражнений (с расположенным впереди себя вертикально грифом от штанги, который необходимо положить, держась за верхнюю точку грифа, вниз-налево и в другую сторону. Очень полезны и эффективны силовые упражнения на кольцах (в упоре или в вися) с опорой ногами о пол в формате их сведения и отведения под различным углом к горизонту, а также с опорой руками о два мяча различного объема с их отведением и сведением. борьба сидя верхом на гимнастическом коне напротив друг друга или на двух параллельно стоящих конях (борьба руками).

На данный момент отсутствуют адаптированные к современным условиям обучения тактике и технике дзюдо обновленные технологии, которые способны обеспечить формирование и реализацию базовой двигательной программы для дзюдоистов на основе использования сил гравитации, мышечных усилий и эластичности мышечно-сухожильной системы.

Нами (исследования В.И. Стадника, Е.А. Масловского, В.И.Загrevского, 2010) предложен инновационный метод использования «концепции шарового движения кругов – «хулахупов». Он заключается в их использовании дзюдоистами-новичками: (на основе идеи Ф.Капелетти) или в формате ортопедических шаров – «фитболов» (по И.Баеву). Однако предложенные ранее схемы обучения имеют, на наш взгляд, ряд погрешностей, связанные, прежде всего, с отсутствием «чувствования» направляющих сил инерции и реактивности в сторону броскового движения. Это естественно, так как вращательные движения «шаров» или «хулахупов» (по Ф.Капелетти и И.Баеву) практически не приводят к активному действию масс - инерционных сил, которые находятся в «нулевой» позиции и не определяют траекторию и динамику броска. Это, примерно, то же самое что вращение руля машины без чувствования тяговых сил и ощущения поворотов колес подвески. В предложенном нами варианте их использования предметы-имитаторы заполнены по их периметру («хулахупы») не полностью дробью. В «фитболах» к внутренней поверхности шара фиксируются специальные рукава по его периметру, которые заполняются дробью (на  $\frac{3}{4}$  или на  $\frac{1}{2}$  от их максимального объема). При обучении технике броска во вращательных движениях в сторону броска при разгоне реальной массы дроби четко формируется смысловая характеристика движения, обретающая по траектория броска реальную опору для приложения дополнительных усилий в условиях сопротивления (в стартовой позе) с последующей выраженной инерционной направленностью (в динамике разгона). Этот методический прием схож с движущейся машиной-грузовиком с бочками на борту, заполненными наполовину жидкостью, когда машина входит в крутой поворот. Аналогичные действия происходят при вращательных движениях кругов – «хулахупов» и шаров – «фитболов», заполненных дробью в «рукавах». Они заполняются по внутреннему периметру «фитбола» (в верхней, средней или центральной частях, зафиксированных к поверхностям шара или «плавающих» внутри).

С помощью имитационного математического моделирования на ПЭВМ (В.И.Загrevский, Д.А. Лавшук, 2010) были рассчитаны масс-инерционные характеристики (угол поворота «хулахупа» или шара, измененные параметры россыпи дроби; угловое ускорение тела и его подсистем; момент инерции тела и его подсистем относительно оси вращения; момент силы тяжести тела и его подсистем относительно оси вращения; прикладываемые к предметам

усилия). Полученные нами характеристики существенно отличаются от данных предыдущих авторов (И.Баев, 2002). Прежде всего тем, что выявлены новые управляющие силы и их производные во вращательных движениях с перемещаемой массой внутри тела или их составляющих - рукавов. Эти силы полностью совпадают со структурой бросков вращательного характера, обладают новыми добавочными свойствами, которые в формате наиболее рациональных способов приложения усилия для проведения высоко оцениваемого броска в несколько раз усиливают динамичность и целевую (точечную) направленность бросковых вращательных движений. Более четко представлена смысловая характеристика броскового действия и даны количественные критерии эффективности обучения дзюдоистов техническим действиям в нестандартных ситуациях .

Полученные результаты согласуются и с мнением Франко Капелетти, спортивного директора Европейского Союза дзюдо, широко использующего в занятиях с детьми круги – «халахулы» и футбольные мячи (рис.115).

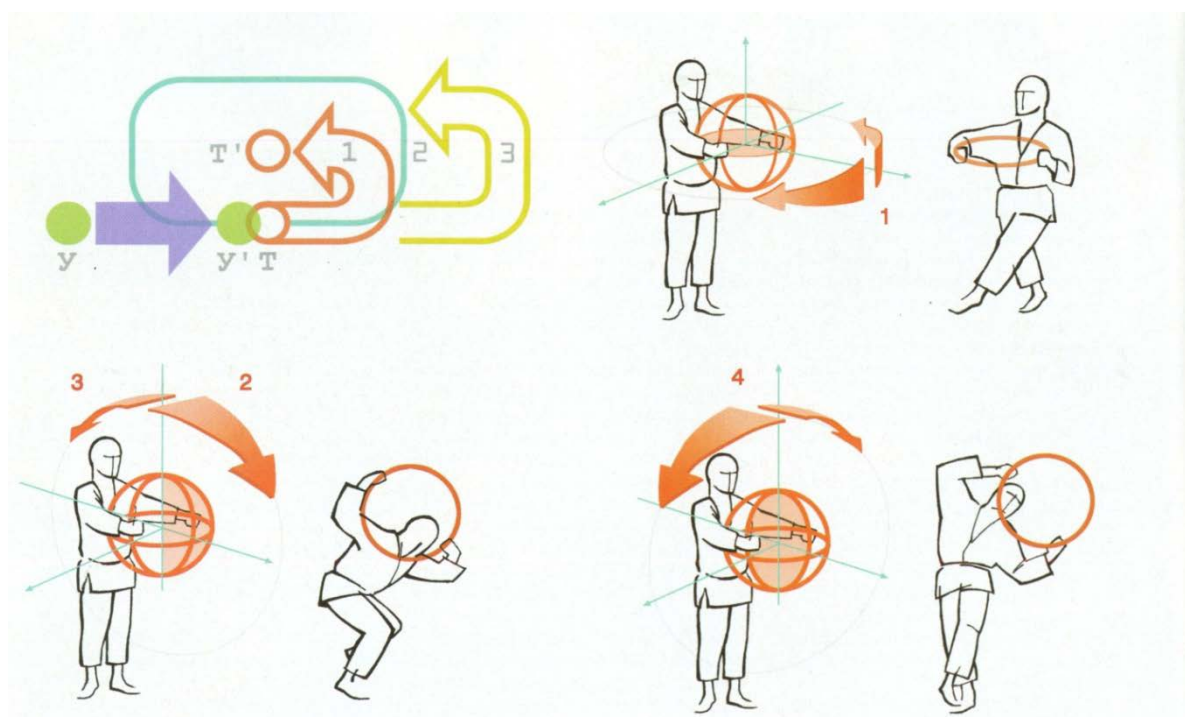


Рис. 115 – Круги – «халахулы» и футбольные мячи

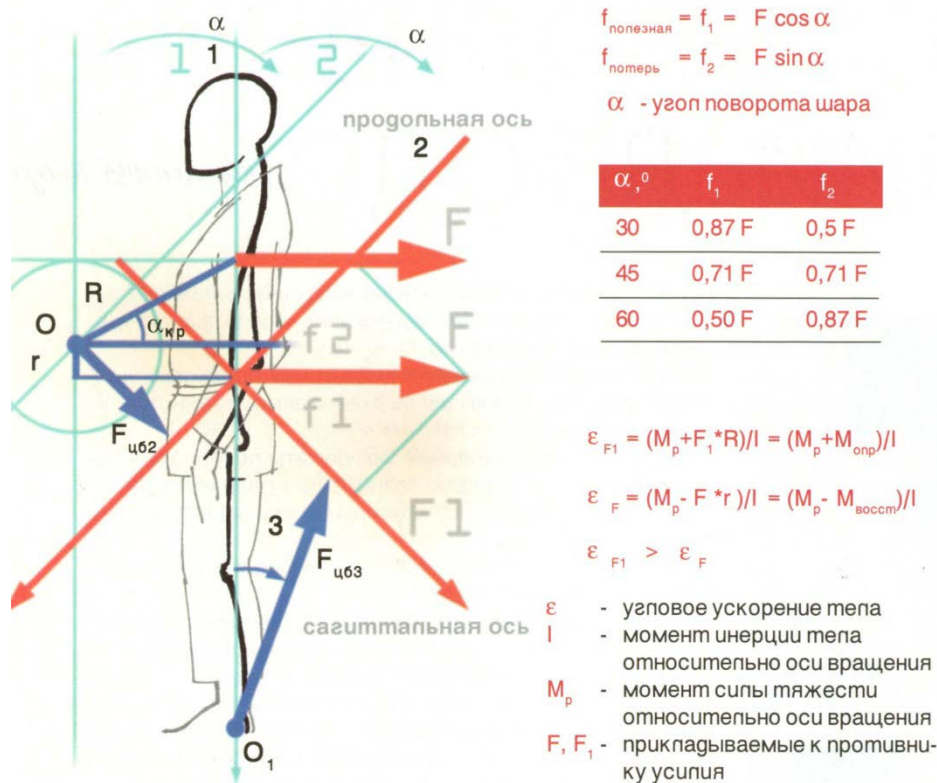


Рис.116 – Различные положения продольной оси тела УКЭ

Биомеханический анализ позволил сделать некоторые обобщающие выводы:

1. В фазе сбрасывания направление опрокидывающего усилия необходимо изменять так, чтобы оно оставалось перпендикулярным продольной оси противника на протяжении всей траектории падения с целью рационального приложения усилия и контроля действий противника.

2. Траекторию броскового движения можно охарактеризовать как кругообразную.

3. Динамические показатели круговых бросковых движений значительно выше, чем при прямолинейном приложении усилия.

Кроме того, полученные результаты позволили произвести систематизацию техники по признаку преимущественного участия в конкретном броске определенного базового движения.

На рисунке 116 цифрами 1, 2, 3 обозначены различные положения продольной оси тела УКЭ.

1. Под действием момента силы  $F$ , приложенной к УКЭ атакующим, относительно оси вращения, проходящей через точку  $O$ , УКЭ перемещается из исходной позиции 1 в позицию 2. С увеличением угла поворота  $\alpha$  полезная составляющая силы  $F$  уменьшается, а потери растут. Критическим будет угол  $\alpha_{кр}$ , после превышения которого сила  $F$  будет создавать уже не

опрокидывающий момент  $M_{опр}$ , а восстанавливающий  $M_{восст}$ , который препятствует падению УКЭ. Поэтому необходимо изменить направление прикладываемого к УКЭ усилия так, чтобы оно было перпендикулярно продольной оси 2. В этом случае угловое ускорение  $\varepsilon_{f1}$ , вызванное силой  $F_1$ , будет больше, нежели  $\varepsilon_f$  (при продолжении действия силы  $F$ ).

2.  $\alpha_{кр}$  определяется в исходной позиции 1 углом между саггитальной осью и линией, проведенной через точку приложения силы  $F$  и центр вращения  $O$ . При фиксированной точке приложения силы  $F$   $\alpha_{кр}$  тем больше, чем ближе центр вращения  $O$  и УКЭ (т.е. чем плотнее захват) и чем ниже располагается этот центр (т.е. чем ниже приседает ТОРИ). В этих случаях при неизменном направлении усилия бросок осуществить легче, поскольку плечо  $r$  силы  $F$  (позиция 2) появится позже.

3. Дополнительным фактором, увеличивающим силу и скорость броска, является центробежная сила инерции  $F_{цб2}$ , направленная от центра вращения  $O$  к продольной оси УКЭ (позиция 2). Если же вращение осуществляется относительно центра вращения  $O_1$  (позиция 3), то ТОРИ лишается возможности использовать центробежную силу для проведения броска, поскольку  $F_{цб3}$  направлена вдоль продольной оси УКЭ и действует не на опрокидывание противника, а на вытягивание противника вдоль этой оси. При оценке динамических показателей испытуемым предлагалось из стандартного положения, в одном случае, сделать максимально сильный рывок руками в сторону («рывок в сторону»), в другом случае, выполнить одно из предлагаемых нами базовых бросковых движений – поворот шара в сторону («шаг в сторону»). Как абсолютная величина развиваемого при этом усилия, так и скорость нарастания усилия оказались во втором случае значительно выше. Объясняется это, по-видимому, большей степенью участия в движении крупных мышечных групп (в частности, поясницы) и включением в работу структуры всего тела по сравнению с рывком, в основном, обними руками.

С помощью имитационного математического моделирования на ПЭВМ (В.И.Загrevский, Д..А. Лавшук, 2010) были рассчитаны масс-инерционные характеристики (угол поворота шара и водной струи; угловое ускорение тела и его подсистем; момент инерции тела и его подсистем относительно оси вращения; момент силы тяжести тела и его подсистем относительно оси вращения; прикладываемые к предметам усилия). Полученные нами характеристики существенно отличаются от данных предыдущих авторов (И.Баев, 2002). Прежде всего тем, что выявлены новые управляющие силы и их производные во вращательных движениях с перемещаемой массой жидкости внутри тела или их составляющих - рукавов. Эти силы полностью совпадают со структурой бросков вращательного характера, обладают

новыми добавочными свойствами, которые в формате наиболее рациональных способов приложения усилия для проведения высоко оцениваемого броска в несколько раз усиливают динамичность и целевую (точечную) направленность бросковых вращательных движений.

Таблица 26

Систематизация приемов дзюдо по признаку основного базового поворота шара

Поворот шара	Название базового приема(По Я.К.Коблеву с соавт., 1995)
1(2)	Передняя подножка Обхват голенью изнутри Зацеп голенью снаружи Передняя подсечка * (возможен вариант 1(2)) Зацеп стопой снаружи Задняя подножка
2(1)	Бросок через бедро Бросок через спину Бросок выхватом за две ноги * (возможен вариант 1(2)) Бросок выхватом за бедро изн. *(возможен вариант 1(2)) Подхват под одну ногу
3(1)	Боковой переворот (4) «Гадаули»
4(1)	Бросок через плечи («Мельница»)

- 1 – поворот шара в сторону относительно продольной оси
- 2 – поворот шара относительно фронтальной оси вперед
- 3 – поворот шара относительно фронтальной оси назад
- 4 – поворот шара относительно сагиттальной оси

В результате проведенных исследований и в соответствии с разработанной нами «концепцией шара» предложена методика начального обучения технике. На первом этапе осваиваются четыре базовых поворота шара, комбинация которых даёт поворот в любой плоскости и, соответственно, возможность проведения любого броска. При обучении в качестве вспомогательного средства используются ортопедические шары («фитболы») различного диаметра. Отрабатываются как повороты шара на месте, так и в движении, переходящее во вращения с шаром, кувьрки через шар и колесо через шар. Разработаны также различные игры в парах с использованием «фитболов» для развития качеств, необходимых в борьбе, и формирования тактического мышления. Для повышения силовых способностей используется сочетание шара с резиновым амортизатором.

На втором этапе происходит обучение технике конкретного броска. Три стадии решения этой задачи:

1. Выполнение бросковых движений без партнера с шаром в руках.
2. ТОРИ и УКЭ вместе обхватывают шар, ТОРИ выполняет бросок.
3. Непосредственное выполнение броска с партнером.

Выделение 4-х базовых поворотов шара позволило нам сгруппировать приемы дзюдо в соответствующие четыре подгруппы бросков в зависимости от того, какой из поворотов является ведущим. При этом необходимо отметить:

1. 74 % бросков оказались в первой (40%) и второй (34%) подгруппах, что говорит о первостепенной важности первого и второго базовых движений.

2. Возможность различного технического исполнения одного и того же приема, что позволяет включить его как в одну, так и в другую подгруппу, а так же расширить границы его тактического применения.

#### **4.1.5 Использование биотехнических средств на занятиях по плаванию**

Возраст 12-15 лет наиболее благоприятен для развития выносливости к работе умеренной и малой интенсивности. Объемное плавание при частоте пульса не выше 150 уд/мин способствует увеличению систолического объема сердца, емкости капиллярной сети, эффективности обменных процессов в клетках и также помогает выработать экономичную технику.

Высокий уровень развития силовых возможностей достигается к 14-15 годам. Создаются предпосылки для увеличения скорости плавания и эффективного обмена энергией в клетке без достаточного ее снабжения кислородом. Воспитание силовых возможностей специальными упражнениями локального воздействия на суше не только обеспечивает достижение требуемого уровня развития физических качеств в оптимальные сроки, но и уменьшает возможность перегрузок сердечно-сосудистой системы пловца. Использование преимущественно низко интенсивного плавания (выполнение нагрузок 80 – 85% при частоте пульса не выше 150 уд/мин) в сочетании со специализированной подготовкой «на суше» (биотехнические средства), направленной на воспитание силовых возможностей, обеспечивает неуклонный рост тренированности на фоне возрастающих объемов нагрузок. Это обстоятельство позволяет предположить, что морфо-функциональная перестройка организма детей и подростков под влиянием фактора естественного развития и тренировки расширяет их физические возможности и создает важные морфо-функциональные и психологические предпосылки для перехода к этапу спортивного мастерства (В.А.Терещенко, 1984).

Данный подход явился методологической основой для проектирования экспериментальных программ по плаванию с дошкольниками с нарушениями ОДА.

**Гипотеза.** Предполагалось, что использование инновационной методики обучения плаванию в условиях биотехнических средств - резиново-трубчатом костюме «Адели» (по периметру всего тела – по бокам рук, ног, туловища, головы) и тягового устройства – оздоровительно-развивающими и корригирующими упражнениями может способствовать коррекции функциональных нарушений ОДА и повышению опороспособности тела (в горизонтальном положении) и передвижению его в воде (плавательной подготовленности) детей 6-7 лет с функциональными нарушениями ОДА.

**Цель исследования** – разработка и апробация методических подходов к формированию у дошкольников с нарушениями в развитии ОДА навыков плавания в условиях облегченного (с выталкивающими свойствами из воды) биотехнического средства - резиново-трубчатом костюме «Адели» (по периметру всего тела – по бокам рук, ног, туловища, головы) при освоении одного способа плавания – кроля на спине и тягового устройства.

**Организация педагогического эксперимента.** Педагогический эксперимент проводился на базе бассейна «Малютка» Полесского государственного университета г.Пинска. В исследованиях участвовали: в экспериментальной группе (ЭГ) – 7 мальчиков и 6 девочек 5-7 лет с нарушениями в развитии ОДА; в контрольной группе (КГ) – соответственно 8 и 7. Дети ЭГ обучались по «Программе по плаванию для детей от 2 до 7 лет». В ее основу положена методика освоения одного способа плавания (кроль на спине) с поддерживающим и выталкивающим из воды резиново-трубчатым костюмом «Адели», облегчающим по периметру тела и буксирным устройством принудительного характера.. Помимо этого, для получения наилучшего реабилитационного эффекта в занятия были включены оздоровительно-развивающие и корригирующие упражнения в воде с различными предметами и без них, выполняемые в паузах между проплыванием различных дистанций (на спине). В КГ обучение проводилось по традиционной методике с разучиванием всем способам плавания (Осокина, Т.И. Обучение плаванию в детском саду: книга для воспитателей /Т.И.Осокина, Е.А.Тимофеева, Т.Л.Богина. – М.: Просвещение, 1991. – 157 с.). Занятия в обеих группах проводились 2 раза в неделю, по 30 минут в малогабаритном бассейне универсального комплекса Полесского государственного университета (г.Пинск).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выявлено, что исходные показатели физического развития и физических качеств детей 5-7 лет с нарушениями в развитии ОДА в ЭГ и КГ достоверно не отличались.

Анализ динамики ЧСС на занятиях плаванием в ЭГ и КГ показал, что физическая нагрузка в ЭГ оказывает более выраженный тренирующий эффект на организм по сравнению с нагрузкой на занятиях в КГ. На рис. представлены средние изменения ЧСС у детей 5-7 лет ЭГ и КГ на занятиях плаванием в ходе проведения педагогического эксперимента.

У детей ЭГ ЧСС во время занятия достигала более высоких показателей, чем у детей КГ, но при этом в течение 5 минут после окончания занятия восстанавливались до исходного уровня. Дети ЭГ во время занятий выполняли значительно больший объем разнообразных плавательных движений (в первую очередь, способом – кроль на спине в **облегченных условиях**) в структуре нового технического навыка с энерго-силовой горизонтальной поддержкой тела на воде с помощью резино-трубчатого материала и буксировки ребенка «принудительным» способом по периметру бассейна. По истечении 8 занятий (один месяц) соотношение в ЭГ времени, отводимого на обучение кролю на спине в искусственных условиях и в естественных условиях изменилось от 100% - в искусственных условиях и 0%- в естественных до соотношения соответственно 75% и 25%. По истечении 16 занятий (два месяца) соотношение искусственных и естественных условий сравнялось (соответственно по 50%). По истечении 24 занятий (три месяца) это соотношение оказалось в пользу естественных условий (соответственно 25% и 75%). По истечении 32 (четыре месяца) и 40 занятий (пять месяцев) соотношение искусственных и естественных средств проходило по методической схеме 2 и 3 месяцев.

В ЭГ после 24 занятий (три месяца) в целях получения реабилитационного эффекта от занятий плаванием стали обучать детей второму способу плавания – кроль на груди при равном соотношении времени последнего и кроля на спине (одно занятие – кроль на спине, затем одно занятие – кроль на груди и т.д.). Методика использования искусственных и естественных условий проплывания отрезков была аналогична методике, используемой при обучении кролю на спине.

Между проплываемыми отрезками, в паузах – дыхательные и корригирующие упражнения. Это позволило регулировать интенсивность нагрузки и не допускать значительного утомления детей. У детей 5-7 лет ЭГ отмечена экономизация сердечной деятельности: уменьшение ЧСС, частоты дыхания (ЧД) в покое и после нагрузки, сокращение периода восстановления с 5 до 3 минут.

В плане использования **биотехнических средств** нами предложена рациональная модель **«позного» метода**, исключая силовую работу мышц верхнего плечевого пояса для продвижения тела вперед в воде. С этой целью использовались лопатки большого размера, надеваемые на ладони, которые можно было продвигать только вперед, но не опускать вертикально

в воду для «захвата» массы воды и ее проталкивания вперед. Это **биотехническое средство** было названо «Скользящие лопатки».

Как показали результаты исследования, организм детей ЭГ адаптировался к выполняемой нагрузке при обучении плаванию, что проявилось в урежении ЧСС и ЧД и, как следствие, экономизации деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Важным при исследовании различных методик обучения плаванию являлся показатель ЖЕЛ. Было выявлено, что у детей 5-7 лет ЭГ и КГ показатели ЖЕЛ после эксперимента статистически достоверно отличались.

Из таблицы следует, что наиболее существенные сдвиги произошли в ЭГ по показателям максимального произвольного напряжения (МПН) и максимального произвольного расслабления и разнице между ними. Это свидетельствует о том, что испытуемые ЭГ в полной мере овладели процессом расслабления и, в целом, внутримышечной координацией движений.

Анализируя влияние инновационной методики обучения плаванию на состояние ОДА детей, необходимо отметить, что детей ЭГ произошли достоверные улучшения в состоянии осанки: уменьшились в 3,5 раза ассиметрия лопаток и в 2,5 раза ассиметрия треугольников, достоверно уменьшилось число детей с сутулой осанкой. У детей 5-7 лет КГ, занимавшихся плаванием по традиционной методике, достоверных изменений в состоянии осанки не произошло.

Отклонения осанки от норм во фронтальной плоскости, отмеченные у детей ЭГ при первичном обследовании, значительно уменьшились к концу эксперимента. Именно нарушения осанки во фронтальной плоскости наиболее четко поддались корригирующим воздействиям при использовании инновационной методики (исключение ненужных и излишних усилий, укорачивающих тело; использование мышц спины; одновременность движений рук и ног с дыханием; ощущение удлинения позвоночника; диагональные движения; осознание частей тела, находящихся вне сознания, с помощью средств, подвластных сознанию).

Наиболее важным за период эксперимента являлась оценка техники плавания способами кроль на спине и кроль на груди. Нами была использована экспертная оценка (по 5-балльной системе) техники движений, каждого занимающегося тремя специалистами. Набранная сумма баллов затем делилась на три. По этому показателю ЭГ существенно обошла КГ, особенно способом – кроль на спине. Несмотря на то, что дети ЭГ на три месяца позже приступили к изучению техники плавания – кроль на груди, конечные результаты, оцененные экспертами, в ЭГ и КГ существенно не отличались. Более того, специалисты обратили внимание на законченность выполнения основных фаз движений и отсутствие закрепощенности рук и плечевого пояса в плавании кроль на груди у представителей ЭГ.

Обращает на себя внимание достоверный прирост показателей у детей 5-7 лет с нарушениями ОДА ЭГ, по сравнению с КГ: скоростно-силовых (бросок мяча 1 кг из-за головы), силовых качеств (подъем в сед за 30 с), силовой выносливости мышц спины и брюшного пресса, силы кистей рук и координационных способностей (удержание равновесия). Показатели статической выносливости мышц спины и брюшного пресса у детей имеют тесную связь с правильной осанкой.

**Выводы.** Эффективность инновационной методики (ЭГ) очевидна по всеми изучаемым показателям. Выполнение детьми ЭГ большого объема плавательных упражнений за счет «щадящих» искусственных условий проплывания отрезков, существенно облегчающих двигательные задания, а также использование в паузах между проплываемыми дистанциями оздоровительно-развивающих и корригирующих упражнений (метод «неусилия» и устранения ненужных напряжений в теле), все это позволило значительно повысить их плавательную подготовленность.

Целесообразно на начальном этапе обучения плаванию осваивать способ – кроль на спине преимущественно в облегченных условиях (24 занятия) и затем в тех же условиях (16 занятий) – кроль на груди. Данная схема обучения более перспективна по сравнению с методикой КГ, когда обучение обоим способам плавания проходило традиционно и не были использованы дополнительные резервы – энерго-силовые добавки (в виде костюма «Адели») для поддержания на воде горизонтального положения тела и его продвижения вперед.

Использование в паузах между проплываемыми дистанциями комплекса реабилитационно-корригирующих упражнений ((метод «неусилия» и устранения ненужных напряжений в теле) способствовало коррекции осанки у детей 5-7 лет ЭГ не только во фронтальной плоскости, но и в саггитальной. Помимо этого, использование инновационной методики позитивно повлияло и на развитие физических качеств, а также на функциональные показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агашин, Ф.К. Биомеханика ударных движений /Ф.К.Агашин. – М.:Физкультура и спорт, 1977. – 207 с.
2. Акопян, И.Д. Симметрия и асимметрия в познании / И.Д.Акопян. – Ереван, 1980. – 131 с.
- 3.Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем / П.К.Анохин. – М.: Наука, 1980. – 196 с.
4. Бадалян, Л.О. Детские церебральные параличи /Л.О.Бадалян, Л.Т.Журба, О.В.Тимонина. – Киев: Здоровье, 1988. – 326 с.
- 5.Бородич, Л.А. Занятия плаванием при сколиозе у детей и подростков /Л.А.Бородич, Р.Д.Назарова. – М.: Просвещение, 1988. – 77 с.
6. Бортфельд, С.А. Лечебная физическая культура и массаж при ДЦП /С.А.Бортфельд, Е.Н.Рогачева. – Л.: Медицина, 1986. - 162 с.
7. Бальсевич, В.К. Исследование локомоторной функции в постнатальном онтогенезе человека (5-65 лет): автореф. дис....д-ра биолог.наук: 14.00.13./институт норм.и пат.физиологии /В.К.Бальсевич.- М.:, 1971- 48 с.
- 8.Бернштейн, Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности./Н.А.Бернштейн – М.: Медицина, 1966. – 349 с.
9. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов/Ю.В.Верхошанский.- М.: Физкультура и спорт, 1988. – 160 с.
10. Гросс, Н.А. Физическая реабилитация детей с нарушениями функции опорно-двигательного аппарата /Н.А. Гросс. – М.: Советский спорт, 2000. – 224 с.
11. Донской, Д.Д. Биомеханика:Учеб.пособие для студентов фак. физ. воспитания пед. ин-тов./Д.Д.Донской- М.: Просвещение, 1975. - 331 с.
12. Донской, Д.Д. Биомеханика:Учебник для ин-тов физ. культ./Д.Д.Донской, В.М.Зациорский - М.: Физкультура и спорт, 1979. - 264 с.
13. Жуков, Е.К. Биомеханика физических упражнений./Е.К.Жуков, Е.Г.Котельникова, Д.А.Семенов- М.: ФиС, 1973. - 260 с.
14. Загrevский, В.И. Программирование обучающей деятельности спортсменов на основе имитационного моделирования движений человека на ЭВМ: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04; 01.02.08 / В.И. Загrevский; Государственный центральный ордена Ленина институт физической культуры. – М., 1994. – 48 с.
15. Загrevский, В.И. Практикум по биомеханике (метод. разработка по проведению лабораторных работ по биомеханике для студентов заочного отделения). /В.И.Звагrevский Уч.-изд. лаборатория МГПИ им.А.А.Кулешова, 1996. - 18 с.
16. Загrevский, В.И. Построение оптимальной техники спортивных упражнений в вычислительном эксперименте на ПЭВМ: монография / В.И.

Загrevский, Д.А. Лавшук, О.И. Загrevский. – Могилев: МГУ им. А.А.Кулешова, 2000. – 190 с.

17. Загrevский, В.И. Биомеханика физических упражнений: Учебное пособие./В.И.Загrevский – Могилев: МГУ им.А.А.Кулешова, 2003. – 140 с. :ил.

18. Загrevский, В.И. Биомеханика физических упражнений: Учебное пособие. /В.И.Загrevский, О.И.Загrevский – Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 274 с

19.Загrevский, В.И. Технология поиска оптимальной техники гимнастических упражнений в имитационном математическом моделировании движений человека / В.И. Загrevский, Д.А. Лавшук, О.И. Загrevский // Теория и практика физической культуры – 2007. – № 3. – С. 68-71.

20. Занятия массовыми видами спорта с оздоровительной направленностью: Учебное пособие (сост.В.А.Соколов, А.Г.Фурманов, В.М.Киселев и др.). – Мн.: типография БГУ, 1985. – 57 с.

21. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека. /В.М.Зациорский, А.С.Аруин, В.Н.Селуянов- М.: ФиС, 1981. - 143 с.

22.Зациорский, В.М. Физические качества спортсменов. /В.М.Зациорский. - М., ФиС, 1966.– 248 С.

23. Игнатищев, Р.М. Прыгать можно дальше 10-и метров /Р.М.Игнатищев. – Могилев: Бел.-Рос.ун-т, 2005. – 30 с.

24. Игнатищев, Р.М. Руслану Игнатищеву 70 лет. Жизнь прожита в науке (эстафета молодым). /Р.М.Игнатищев – Могилев.обл.укруп.тип им.Спиридона Соболя, 2009. – 36 с.

25. Коренев, Г.В. Введение в механику человека / Г.В. Коренев. – М.: Наука, 1977. – 264 с.

26. Коренев, Г.В. Целенаправленная механика управляемых манипуляторов. (Научные основы робототехники)/Г.В.Коренев - М.: Наука, 1979. – 448 с.

27. Коренберг, В.Б. Основы спортивной кинезиологии: учебное пособие / В.Б.Коренберг. – М.: Советский спорт, 2005.- 232 с.

28.Ковалева, Ю.А. Оценка эффективности разработанной методики с использованием костюма «Адели» для детей младшего школьного возраста с церебральным параличом /Ю.А.Ковалева. – Адаптивная физическая культура. - №1 (37), 2009. – С. 28-31.

29.Лебедев, В.М. Симметрия и асимметрия движений в жизни в спорте /В.М.Лебедев/. Мир спорта, 2007. – №1. – С. 22-26.

30. Ловейко, И.Д. Лечебная физическая культура при заболеваниях позвоночника у детей /И.Д. Ловейко, М.И.Фонарев. – Л.: Медицина, 1988. – 144 с.

31.Масловский, Е.А. Теоретические и методические основы индивидуально-сопряженного подхода в физическом воспитании и

подготовке юных спортсменов: Автореф.дис...д-ра пед.наук: 13.00.04./АФВиС РБ. - /Е.А.Масловский. – Минск, 1993. – 49 с.

32. Масловский, О.Е. Проектирование структурно-целевой матрицы рациональных средств развития силовых и двигательльно-координационных способностей девочек-спринтеров 12-13 лет в годичном цикле тренировки: автореф.дис.канд.пед.наук 13.00.04./СГАФКСТ /О.Е.Масловский. Смоленск, 2007. - 22 с.

33. Мехрикадзе, В.В. О профессии тренера, поиске идей и спринтерском беге./В.В.Мехрикадзе– М.: СпортАкадемПресс, 2001. – с. 164, ил.

34. Назаров, В.Т. Упражнения на перекладине./В.Т.Назаров - М.: ФиС, 1973. - 134 с.

35. Осокина, Т.И. Обучение плаванию в детском саду: книга для воспитателей /Т.И.Осокина, Е.А.Тимофеева, Т.Л.Богина. – М.: Просвещение, 1991. – 157 с.

36. Пархомович, Г.П. Основы классического дзюдо (Учебно-методическое пособие для тренеров и спортсменов) /Г.П.Пархомович – Пермь: «Урал-Пресс Лтд», 1993. – 303 с.

37. Петров, В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений./В.А.Петров, Ю.А.Гагин - М.: Физкультура и спорт, 1974. - 232 с.

38. Попов, Г.И. Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений: Автореф.дис...д-ра пед.наук: 13.00.04./ГЦОЛИФК. /Г.И.Попов.-М.:, 1992. – 21 с.

39. Попов, В.Б. Теория спортивной тренировки на службе спорта высших достижений /В.Б.Попов. // Теория и практика физической культуры. – 1998. - № 4. – С.50-53.

40. Потапчук, А.А. Методика адаптивной физической культуры при детском центральном параличе // Частные методики АФК:учебное пособие /под ред. Л.В.Шапковой. – М.: Советский спорт, 2003. – С.228-293.

41. Ратов, И.П. Двигательные возможности человека. Нетрадиционные методы их развития и восстановления. /И.П.Ратов. – Минск, 1994.- 190 с.

42. Сарсания, С.К. Радиоизотопный метод определения геометрии масс тела спортсменов /С.К.Сарсания. / Материалы II Всесоюзной конференции по биомеханике спорта. Ч.1. - М., 1974. С. 57-59.

43. Семенов, В.Г. Двигательный аппарат женщин-спринтеров в спортивном генезисе: монография – 2-е изд.перераб.и доп. ./В.Г.Семенов. – Смоленск: СГАФКСТ, 2008. 130 с.

44. Семенова, К.А. Клиника и реабилитационная терапия детских церебральных параличей /К.А.Семенова, Е.М.Мастюкова, М.Я.Смуглин. – М.: Медицина, 1972.–329 с.

45. Сердюковская, Г.Н. Охрана здоровья детей и подростков и психогигиена леворуких / Г.Н.Сердюковская // Леворукость у детей и подростков. – М., 1987. – С. 3-7.
46. Сляднева, Л.Н. Основы познания двигательной пластики /Л.Н.Сляднева/. – Ставрополь: СФРВИРВ, 2002. – 124 с.
47. Сотский, Н.Б. Биомеханика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Физическая культура»./Н.Б.Сотский. – Бел.гос.академия физ.культуры. – Мн.: БГАФК. – 205 с.
48. Сотский, Н.Б. Биомеханика: учеб. для студентов специальности «портю-пед.деятельность» учреждений, обеспечивающих получение высш.образования /Н.Б.Сотский - Бел.гос.ун-т физ.культуры. – 2-е изд., испр. и доп. – Мн.: БГУФК, 2005. – 192 с.
49. Фаворин, М.В. Моменты инерции тел: Справочник / М.В.Фаворин / Под ред. М.М.Гернета. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 511 с.
50. Чхаидзе, Л.В. Формула шага /Л.В.Чхаидзе, С.В.Чумаков / – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 117 с.
51. Шкурко, Т.А. Танцевально-экспрессивный тренинг / Т.А.Шкурко/.- СПб.: Издательство «Речь», 2003.- 192 с.
52. Юмашев, Г.С. Остеохондрозы позвоночника / Г.С.Юмашев. -М., Медицина. 1984. – 216 С.
53. Bernstein, N.A. O loukosti i jejo razwitji. Izd. Fizkultura I Sport. – Moskwa. 1991.
54. Boehmig, G. Lexi kon des Sportes Freiburg in Breisgau. – Richard Tries Verl, 1973.
55. Fischer, K. Rechts – Links – Probleme in Sport und Training. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann, 1988.
56. Nachemson A, Rheumatol and Rehabil [1975]. V. 14, p.p. 129-143.
57. Oberbeck, H. Seitigkeitsphanomene und Seitigkeits typologie im Sport Bundesinstitutfur Sportwissenschaft, Verlag K.Hofmann, Schorndorf, 1989.
58. Schultz A.B. et al. J. Biomech. [1982]. V. 15, p.p. 669-675.
59. Schultz A.B. et al. J. Bone Joint, Surg., [1982]. V. 64-A, p.p. 713-720.
60. Starosta, W. Motoryczne zdolnosc i koordynacyjne (znaczenie, stryktura, uwarunkowanie, kszhaltowanie). Warszawa, 2003.

Учебное издание

Масловский Евгений Александрович  
Стадник Владимир Иванович  
Загревский Валерий Иннокентьевич

**Биомеханика с позиции кинезиологии**

Учебное пособие

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Подписано в печать 05.02.2012 г. Формат 60x84/16  
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.  
Усл. печ. 14,6 л. Уч.-изд. 11,8 л.  
Тираж 100 экз. Заказ № 1482.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Полесского государственного университета.  
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.