

Супрун Александра Александровна

канд. пед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Национальный государственный университет
физической культуры и спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта»

г. Санкт-Петербург

Мархакшинова Виктория Николаевна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК»

г. Москва

Никишина София Михайловна

бакалавр

ФГБОУ ВО «Национальный государственный университет
физической культуры и спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта»

г. Санкт-Петербург

**ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСА СИЛЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ
ПОЛЕТА ЛЕНТЫ НА ИСПОЛНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА «БУМЕРАНГ»
В КООРДИНАЦИИ С ПОДБИВНЫМ ПРЫЖКОМ
В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ**

Аннотация: данное исследование направлено на анализ взаимосвязи импульса силы, прикладываемого гимнасткой, с кинематическими параметрами полета ленты при исполнении элемента «бумеранг», выполненного в координации с подбивным прыжком. Работа сфокусирована на проблеме достижения оптимального баланса между высотой и дальностью полета, поскольку сильная корреляция максимальной высоты с импульсом ($r=0,96$) не всегда трансформируется в желаемую дальность ($r=0,48$). Это подчеркивает необходимость смещения акцента с простого увеличения высоты полета на достижение траектории, обеспечивающей достаточное время для выполнения последующих действий. Особое внимание уделяется значению этого баланса для элемента «бумеранг», где критично своевременное возвращение ленты для выполнения

обязательных элементов и подготовки к ловле. В исследовании применялся коэффициент корреляции Браве – Пирсона для установления количественных зависимостей.

Ключевые слова: художественная гимнастика, бумеранг лентой, импульс силы, кинематический анализ, оптимизация траектории, баланс высоты и дальности, время полета.

Элемент «бумеранг» в художественной гимнастике представляет собой сложнокоординированное действие, требующее высокой степени синхронизации между движениями гимнастки и траекторией полета ленты. Успешное выполнение этого элемента, особенно в условиях ограниченной видимости предмета (бросок движением назад), напрямую зависит от динамических параметров полета ленты, которые, в свою очередь, определяются кинематическими характеристиками броска. Данный анализ направлен на исследование взаимосвязи между механическими параметрами полета ленты, двигательными действиями гимнастки и качеством выполнения элемента, оцениваемым экспертами.

Современные тенденции в развитии художественной гимнастики, как отмечают А.А. Супрун, И.В. Кивихарью и П.Г. Новикова [3], направлены на повышение сложности и зрелищности соревновательных программ, в частности, за счет включения динамических элементов, таких как «жете антурнан». Авторы подчеркивают важность учета кинематических параметров при выполнении бросков предметов для повышения техники исполнения. Этот подход перекликается с необходимостью оптимизации броска лентой в элементе «бумеранг», где динамика полета имеет первостепенное значение.

Повышение сложности и интенсивности программ, как в индивидуальных, так и в групповых упражнениях, отмечают Т.Ю. Давыдова и Е.Н. Медведева [1], ведет к увеличению риска потери предмета, особенно при перебросках. Это обуславливает необходимость совершенствования технической подготовки, учитывающей объективную сложность элементов. В контексте данного исследования,

анализ взаимосвязи импульса силы и траектории полета ленты напрямую связан с минимизацией риска потери предмета во время выполнения «бумеранга».

А.Н. Федорова, Я.А. Хохлова, Л.В. Жигайлова [4] подчеркивают, что понимание основных закономерностей техники выполнения соревновательных программ с гимнастическими предметами невозможно без применения законов биомеханики. Эти законы влияют на все ключевые характеристики движений. В нашем случае, биомеханические принципы лежат в основе анализа влияния импульса силы на кинематические параметры полета ленты.

Е.А. Орская и Е.А. Колиненко [2] выделяют проблему в технике бросков и ловлей предметов у высококвалифицированных спортсменок, указывая на ограниченное использование тренерами современных средств и методов подготовки, а также на недостаточную стабильность и надежность выполнения этих элементов. Эта проблема подтверждает актуальность нашего исследования, направленного на выявление объективных взаимосвязей, которые могут стать основой для разработки более эффективных методик подготовки. Неумение гимнастками варьировать технику выполнения бросков, приводящее к сбоям, напрямую связано с пониманием того, как импульс силы трансформируется в оптимальную траекторию полета.

Таким образом, данное исследование, опираясь на существующие научные подходы к анализу двигательной активности в художественной гимнастике, фокусируется на изучении непосредственного влияния импульса силы на траекторию полета ленты и его оптимизацию для успешного исполнения элемента «бумеранг». Особое внимание уделяется анализу дисбаланса между высотой и дальностью полета, вызванного недостаточным пониманием механики броска, и его последствий для выполнения элемента в координации с подбивным прыжком.

В рамках данного исследования для анализа взаимосвязи импульса силы с кинематическими параметрами полета ленты при исполнении элемента «бумеранг» в художественной гимнастике применялись следующие методы:

Основным динамическим параметром, подлежащим измерению, являлся импульс силы ($\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$). Этот показатель отражает общее усилие, приложенное

гимнасткой при броске ленты. С помощью метода бесконтактного анализа видеоряда движений анализировались кинематические параметры полета ленты: скорость ленты в момент отрыва от точки запуска (м/с); измерение максимальной высоты (м): наибольшее вертикальное расстояние, достигнутое лентой; горизонтальное расстояние, пройденное лентой от места запуска до падения (м); интервал времени, за который лента достигает своего максимального вертикального положения (с). Для количественной оценки линейных зависимостей между измеренным импульсом силы и кинематическими параметрами полета ленты (начальной скоростью, максимальной высотой, дальностью полета, временем до высшей точки) применялся коэффициент корреляции Браве-Пирсона.

Результаты корреляционного анализа показали, что максимальная высота полета ленты ($r=0,96$) демонстрирует сильную положительную корреляцию с импульсом силы. Это означает, что при увеличении приложенного усилия гимнастка, как правило, способна поднять ленту на большую высоту. Однако, дальность полета ($r=0,48$) коррелирует с импульсом значительно слабее. Данный факт указывает на то, что простое наращивание силы броска не гарантирует пропорционального увеличения дальности (рисунок 1).

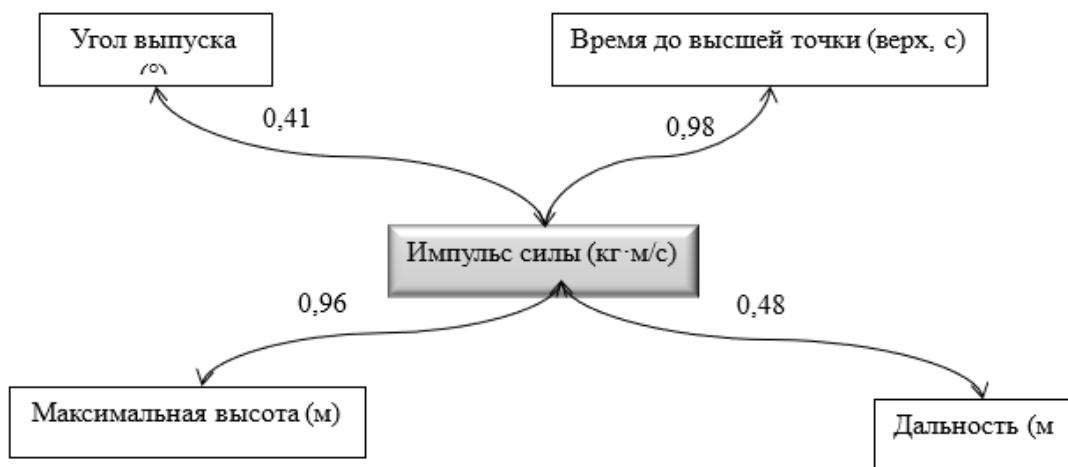


Рис. 1. Корреляционная взаимосвязь между импульсом силы и кинематическими параметрами полета ленты при выполнении элемента «бумеранг» в координации с подбивным прыжком

Возникает противоречие: высокая траектория полета, обусловленная большим импульсом, не всегда приводит к оптимальной дальности. Это имеет прямое значение для элемента «бумеранг», где критически важен временной интервал между броском и моментом, когда гимнастка должна поймать возвращающуюся ленту.

Успешная координация действий гимнастки и ленты при выполнении «бумеранга» без прямого зрительного контроля предмета после броска является ключевым аспектом. Эффективность этого взаимодействия зависит от следующих факторов:

Для анализа приняты следующие модельные параметры, характерные для динамических элементов в художественной гимнастике: угол в прыжке в тазобедренном суставе 180° (полное разгибание), что обеспечивает максимальное использование инерции тела для создания начальной скорости; Угол выброса ленты относительно горизонтали – 45° . Этот угол способствует максимальной высоте подъема предмета. Такие параметры как начальная скорость (м/с) и угол выброса ($^\circ$) определяют форму параболы полета. Для элемента «бумеранг» требуется, чтобы лента находилась в воздухе достаточно долго, чтобы гимнастка успела выполнить необходимое количество движений (например, вращений, прыжков) и подготовиться к ловле. Высокий подъем ленты обеспечивает большую продолжительность полета, а достаточная дальность – возможность для гимнастки переместиться и занять оптимальное положение для ловли.

Наименьшее значение этого параметра (например, 0,13 с) напрямую коррелирует с нарушением траектории полета ленты. Это приводит к недостаточной высоте и дальности, что делает невозможным выполнение возвратных действий и, как следствие, успешную ловлю предмета.

Подбивной прыжок – является основным источником энергии для броска ленты. Синхронизация этого прыжка с моментом выпуска ленты критически важна для достижения необходимой начальной скорости и угла.

Отсутствие прямого зрительного контроля за лентой после броска требует высокого уровня проприоцепции (чувство положения тела в пространстве) и

мышечной памяти. Гимнастка должна ощущать, как лента движется, и предсказывать ее траекторию, основываясь на собственных движениях. Угол выпуска ленты, менее 31° , интерпретируется как сгибание руки в локтевом суставе. Это является технической ошибкой, наказываемой судьями. В условиях ограниченной подвижности, когда гимнастка не может полностью разогнуться (например, из-за недостаточной гибкости в плечевом суставе), она может прибегать к компенсаторным движениям. Такое сгибание руки снижает эффективную начальную скорость ленты, направленную по заданной траектории, вынуждая гимнастку компенсировать это движениями корпуса и ног, в том числе при выполнении «подбивного прыжка», чтобы обеспечить достаточный вылет ленты.

Представленные корреляционные показатели, особенно сильная положительная корреляция начальной скорости с импульсом силы ($r=1,00$), указывают на прямое влияние усилия, приложенного гимнасткой, на итоговый импульс, передаваемый ленте. Эта взаимосвязь является фундаментальной для понимания механики броска. Максимальная высота полета также сильно коррелирует с импульсом ($r=0,96$), что логично, так как более высокий импульс, направленный вертикально, приводит к большему подъему предмета.

Однако, следующая за этим корреляция с дальностью полета ($r=0,48$) демонстрирует, что простое увеличение импульса не всегда приводит к оптимальной дальности. Это подчеркивает важность угла выброса. Корреляция угла выпуска с начальной скоростью ($r=0,41$) говорит о том, что при некоторых углах гимнастка способна приложить большее усилие, но это не является абсолютным правилом. Применение этого в практике означает, что тренер должен не только работать над общей силой гимнастки, но и над синхронизацией приложения этой силы с оптимальным углом выброса.

Для успешной координации действий гимнастки и ленты при выполнении «бумеранга» без прямого зрительного контроля предмета после броска во взаимосвязи с подбивным прыжком рекомендуется включать в тренировочный процесс приемы и средства, оптимизирующие этот процесс. Вместо изолированного развития мышечной силы, акцент следует делать на динамических силовых

упражнениях, имитирующих бросковые движения. Важно, чтобы эти упражнения включали развитие именно тех мышечных групп, которые задействованы при броске ленты, с одновременным развитием координации движений.

Проводя анализ траектории полета ленты, необходимо уделять особое внимание углу ее выпуска. Если наблюдается сильная корреляция высокого импульса с недостаточной дальностью, это может свидетельствовать о том, что угол выброса не оптimalен. Тренер должен работать над формированием правильного угла, используя визуальные ориентиры, обратную связь и видеоанализ.

Поскольку максимальная высота полета ($r=0,96$) сильно коррелирует с импульсом, но дальность ($r=0,48$) – значительно меньше, это указывает на то, что увеличение высоты не всегда пропорционально увеличивает полезную для элемента дальность. Акцент должен быть смешен с простого «выбросить как можно выше» на «выбросить с определенной высотой и дальностью, обеспечивающей время для выполнения». При работе над элементом «бумеранг», где критично время на возвратные действия, важнее не максимальная высота, а баланс между высотой и дальностью, позволяющий гимнастке выполнить все необходимые элементы и подготовиться к своевременной ловле.

Таким образом, акцент в тренировочном процессе должен быть смешен с простого «выбросить как можно выше» на «выбросить с определенной высотой и дальностью, обеспечивающей достаточное время для выполнения последующих двигательных действий». При работе над элементом «бумеранг», где критично время на возвратные действия, важнее не максимальная достигнутая высота, а баланс между высотой и дальностью. Этот баланс должен позволять гимнастке не только выполнить все необходимые элементы, требующие времени и пространства, но и подготовиться к своевременной ловле ленты, избегая ее падения.

Для совершенствования техники выполнения элемента «бумеранг» с лентой необходимо уделять внимание не только развитию кинематических параметров броска (начальная скорость, угол, высота, дальность), но и точной синхронизации этих параметров с двигательными возможностями гимнастки, ее

координацией и проприоцепцией, особенно при выполнении бросков без прямого зрительного контроля.

Список литературы

1. Давыдова Т.Ю. Освоение перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики на основе учета объективных факторов их сложности / Т.Ю. Давыдова, Е.Н. Медведева // Вестник спортивной науки. – 2020. – №6. – С. 4–7. – EDN ORLWSF.
2. Орская Е.А. Проблема совершенствования техники бросков и ловли предметов у спортсменок высокой квалификации в художественной гимнастике / Е.А. Орская, Е.А. Колиненко // Современные проблемы физической культуры и спорта: материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции (Хабаровск, 24 ноября 2017 года) / под ред. Е.А. Ветошкиной. – Хабаровск: Дальневосточная государственная академия физической культуры, 2017. – С. 256–259. – EDN YUASHK.
3. Супрун А.А. Кинематические параметры техники исполнения динамического элемента с броском обруча при выполнении трех «*jete en tournant*» / А.А. Супрун, И.В. Кивихарью, П.Г. Новикова // Образование, инновации, исследования как ресурс развития сообщества: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Среда, 2025. – С. 352–354. – EDN BHXDWT.
4. Федорова А.Н. Общие закономерности техники выполнения упражнений с предметами в художественной гимнастике / А.Н. Федорова, Я.А. Хохлова, Л.В. Жигайлова // Тезисы докладов I научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа: материалы конференции / редколл.: З.М. Хашева [и др.]. – Ч. 3. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 2023. – С. 378–379. – EDN USLNKC.