

**Шапиро Виктор Александрович**

канд. техн. наук, главный конструктор тренажерных систем,  
старший научный сотрудник

ООО «Фигурное катание. Наука побеждать»

г. Санкт-Петербург

**Сезанов Владислав Дмитриевич**

тренер, мастер спорта международного класса

АНО «Спортивный клуб фигурного

катания Тамары Москвиной»

г. Санкт-Петербург

DOI 10.21661/r-473806

## **КОРРЕКЦИЯ МНОГООБОРОТНЫХ ПРЫЖКОВ В ФИГУРНОМ КАТАНИИ**

***Аннотация:** данная статья посвящена теме методики коррекции ошибок фигуристов в многооборотных прыжках на основе сравнения модельных и измеренных характеристик прыжков. Авторы объединяют методы коррекции ошибок фигуристов в базу знаний, которую можно использовать при разработке интеллектуальной системы обучения и совершенствования техники фигуристов. Приведен пример базы знаний для фазы толчка в прыжке аксель в 3,5 оборота.*

***Ключевые слова:** тренировочный процесс, модельные характеристики, база знаний, многооборотные прыжки, коррекция ошибок.*

Сущность метода коррекции ошибок заключается в выборе тренировочных воздействий при обучении многооборотным прыжкам на основе анализа отклонений измеренных параметров выполненного прыжка с параметрами прыжка эталонного исполнения, называемыми «модельными характеристиками» (далее МХ).

Измерения параметров движения фигуриста в многооборотном прыжке выполнены с помощью электронной системы «Метрология», разработанной в

ООО «Фигурное катание. Наука побеждать» под руководством к.т.н. В.А. Шапиро и описанной в (1).

На рисунке 1 приведен график угловой скорости прыжка аксель в 3,5 оборота и цифровые параметры, характеризующие качество прыжка. Прыжок выполнен мастером спорта А. Лазукиным



Рис. 1. График измерения параметров прыжка аксель в 3,5 оборота, выполненного мастером спорта А. Лазукиным

График угловой скорости вращения тела в прыжке и «оцифрованные» параметры прыжка (данные справа от графиков) дают подробную количественную информацию о его выполнении для спортсмена и тренера.

С другой стороны, существуют МХ прыжка аксель в 3,5 оборота и ключевым условием эффективного обучения является наличие у тренера модели сложно-координационных движений спортсмена, к которым надо стремиться.

На рисунке 2 приведен, совершенный впервые в мире мастером спорта А. Дмитриевым прыжок аксель в 4,5 оборота. (2). Это прыжок, параметры которого могут быть приняты в качестве эталонных для перспективного прыжка аксель в

4,5 оборота. На рисунке 3 и 4 соответственно приведены видеogramма, график полета и параметры эталонного прыжка.



Рис. 2. Видеogramма полета А. Дмитриева в прыжке аксель в 4,5 оборота

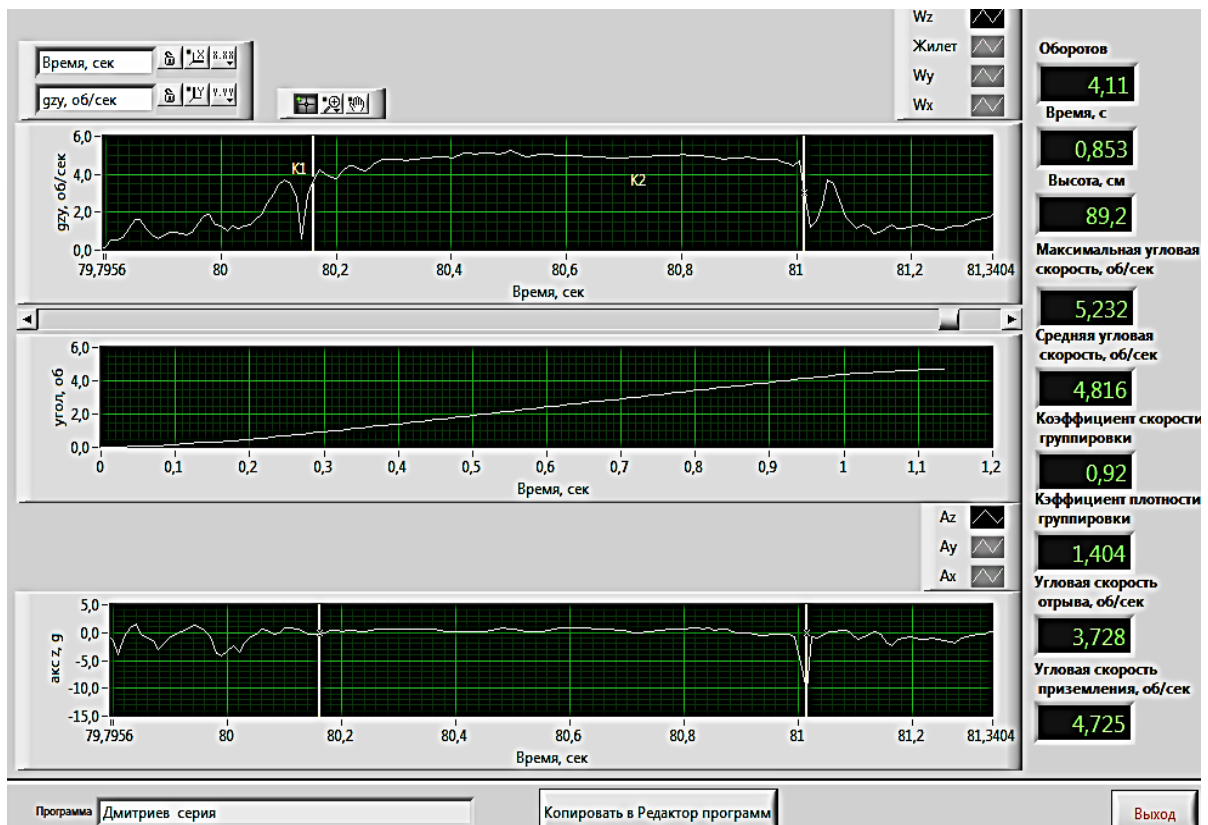


Рис. 3. График полета А. Дмитриева в прыжке аксель в 4,5 оборота. Справа на рисунке – параметры рекордного прыжка

Существует некоторый диапазон (дельта) отклонений «оцифрованных» параметров измеренного прыжка от МХ, при котором прыжок может быть выполнен.

При выполнении многосоставного сложно-координационного движения, которым является многооборотный прыжок, для спортсмена важна обратная связь, представляющая своего рода «зеркало» того, как он выполнил элемент, сопоставляя информацию, полученную от двигательных анализаторов со

зрительными («оцифрованными» параметрами движения), что позволяет ему более точно управлять своими движениями. Основные принципы этой теории были изложены в работах Н.А. Бернштейна (3).

Получая в виде дельты отклонений положительное или отрицательное подкрепление на то или иное сложно-координационное движение, спортсмен пытается, соответственно, повторить или избежать повторения ранее сделанных действий, что повышает точность воспроизведения движений.

Мы выделили 16 параметров, которые можно измерить и эффективно использовать в процессе тренировок с МХ. Их можно разделить на несколько групп.

1. Базовые параметры и их производные

- длительность полета в прыжке –  $\tau$ ;
- средняя угловая скорость вращения –  $\omega_{ср}$  (об/сек);
- количество оборотов в воздухе –  $N$ ;
- высота прыжка –  $H$ .

Эти параметры являются первичными при анализе прыжка. Прыжок должен быть совершен с нужным количеством оборотов, иначе он считается недокрученным и имеет пониженную стоимость по шкале оценок ISU, а, следовательно, без докрута нельзя считать его выполненным, даже при условии наличия выезда. Известно, что, хотя прыжок и может называться «тройным» или «четверным», но реальное количество оборотов в воздухе несколько меньше, что обусловлено началом вращательного движения еще на льду и допустимым незначительным недокрутом на приземлении (менее  $\frac{1}{4}$  оборота). На количество оборотов в воздухе влияют 2 параметра – средняя угловая скорость вращения –  $\omega_{ср}$  (об/сек) и длительность полета –  $\tau$ . Все 3 величины жестко связаны между собой следующим соотношением:

$$N = \omega_{ср} \times \tau$$

Высота прыжка имеет важное значение при обучении и является производной от времени полета, вычисляется по формуле:

$$\frac{Jt^2}{8}$$

где  $J$  – ускорение свободного падения равное  $\sim 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

## 2. Параметры, влияющие на длительность полета

– длительность толчка –  $T_T$  (сек);

– ускорение толчка  $W_T$  (g).

Длительность толчка зависит от типа прыжка. Для реберных прыжков она больше, а для носковых – меньше. При необходимой (модельной) длительности толчка обеспечивается лучшая высота прыжка.

Ускорение толчка показывает, насколько резко спортсмен оттолкнулся ото льда. Может достигать величин 7–8 g.

## 3. Параметры, влияющие на среднюю скорость вращения в воздухе и производные от них:

– угловая скорость вращения тела фигуриста в толчке при отрыве –  $\omega_{отр}$  (об/сек);

– максимальная угловая скорость вращения фигуриста –  $\omega_{мак}$  (об/сек);

– угловая скорость приземления –  $\omega_{пр}$  (об/сек) (в момент касания льда);

– коэффициент плотности группировки  $\xi = \omega_{мак} / \omega_{отр}$ ;

– коэффициент скорости группировки –  $\eta = \omega_{ср} / \omega_{мак}$ .

Первые 3 параметра показывают какую скорость вращения способен развивать спортсмен в различные моменты прыжка. Они в большей степени дают оценку скоростной и вестибулярной подготовки фигуриста. Прыжок в два оборота можно выполнить с максимальной угловой скоростью в 4,17 об/сек, а в четверном прыжке скорость достигает более 5,5 об/сек. Этим объясняется тот факт, что фигуристов, которые прыгают двойные прыжки – тысячи, а четверные – единицы.

Благодаря производным параметрам можно оценить техническую подготовку в выполнении группировки, то, насколько она оптимальная для достижения наибольшего количества оборотов в воздухе.

#### 4. Временные параметры группировки, с разделением пофазно.

- длительность принятия группировки (время от момента отрыва до момента принятия группировки) –  $T_1$ ;
- длительность фиксации группировки –  $T_{\text{фик}}$ ;
- длительность разгруппировки (время от момента начала разгруппировки до момента касания льда) –  $T_{\text{разг}}$ .

Эта группа параметров имеет важное значение с точки зрения обучения. Поскольку, как известно, наибольшая скорость вращения достигается в положении группировки, отсюда можно сделать логичный вывод, что для увеличения средней скорости вращения в прыжке необходимо увеличивать продолжительность группировки. По некоторым данным, до 80% случаев с недокрутом на приземлении возникают вследствие слишком раннего выхода из фазы фиксации группировки.

#### 5. Параметры приземления

- коэффициент амортизации приземления  $K_{\text{ам}} = w_{\text{п}} / w_{\text{к}}$ , где  $w_{\text{п}}$ ,  $w_{\text{к}}$  – ускорения тела в районе пояса и на коньке при ударе конька о лед при приземлении

Правильно выполненное приземление с достаточной амортизацией повышает качество выезда и позволяет избежать потери устойчивости на приземлении.

Безусловно, опытный тренер способен эффективно корректировать ошибки, опираясь на метод визуального наблюдения и свой собственный опыт. Но когда речь идет о прыжках в 3 и более оборота, величины отклонения от модельных параметров могут быть довольно малы, что затрудняет их оценку «на глаз».

Инновационный подход нашего метода заключается в создании базы знаний, включающей методики и упражнения для коррекции ошибок в многооборотном прыжке, выявленных с помощью сравнения измеренных и модельных значений параметров.

Эта база знаний создана в виде таблицы. Методические рекомендации и упражнения для коррекции ошибок разработаны экспертами, являющимися высококвалифицированными тренерами по фигурному катанию. В таблице 1, в

качестве примера приведена база знаний для прыжка аксель в 3,5 оборота в фазе толчка. В фазе толчка информативными являются три параметра – угловая скорость вращения тела в толчке при отрыве –  $\omega_{отр}$ , длительность толчка –  $t_t$ , ускорение толчка  $W_t$  (g). Фиолетовым цветом выделены параметры прыжка, не попадающие в диапазон допустимых значений и упражнения для их коррекции.

Таблица 1

Измеряемый параметр прыжка	Измеренное значение параметра прыжка	Допустимый диапазон изменения параметра	Больше/меньше диапазона >/<	Методические указания
<i>Толчок</i>				
1. Угловая скорость вращения тела в толчке при отрыве – $\omega_{отр}$ (об/сек)	1,87	2,6–3,5	>	1. Прыгать с более полой дуги вперед – наружу 2. Держать руки ближе к корпусу на дуге вперед – наружу
			<	1. Принять «компактное» положение тела на отрыве 2. Отработка стопорящего движения коньком
<p>Описание ошибки</p> <p><math>\omega_{отр} &lt;</math> допустимого диапазона</p> <p>Основным способом создания начального вращения в прыжке аксель является использование стопорящего движения конька. Соответственно, при недостаточной угловой скорости вращения в момент отрыва, необходимо приобрести достаточный навык в создании стопорящего движения в отталкивании.</p> <p style="text-align: center;">Упражнения</p> <p style="text-align: center;">В опорном положении</p> <p>1. Выполнение быстрых поворотов (твизлов) на левой ноге, носок свободной правой ноги прижат сзади к ботинку опорной ноги, не касаясь льда, руки прижаты в группировке или по очереди поднимаются вверх. Цель упражнения: создание быстрого вращения, за счет стопорящего движения коньком при переходе от скольжения по дуге вперед-наружу.</p> <p>2. Выполнение отдельно стопора. Уделяется особое внимание, чтобы поворот происходил перекатом на передней части конька и оканчивался на зубце, опорная нога в конце движения должна быть полностью вытянута, голеностоп максимально распрямлен.</p> <p style="text-align: center;"><math>\omega_{отр} &gt;</math> допустимого диапазона</p> <p>Излишняя угловая скорость в момент отрыва в прыжке аксель, как правило, возникает в следствие попытки создать дополнительное вращение за счет скручивания корпуса и, скольжения по дуге (вперед-наружу), предшествующей стопорящему движению. Соответственно, необходимо отрабатывать прыжок минимизируя влияние этих компонентов.</p> <p style="text-align: center;">Упражнения</p> <p style="text-align: center;">В опорном положении</p> <p>1. Отработка перехода со скольжения на правой ноге назад-наружу на левую вперед-наружу. В данном упражнении необходимо максимально исключить работу корпуса в</p>				

момент смены ноги и направления скольжения, его положение относительно дуги скольжения должно оставаться неизменным. При смене ноги, левая нога ставится «из круга», т.е. на дугу большего радиуса. Это упражнение направлено на исключение создания начального вращения за счет скручивания корпуса.

С фазой полета

1. Выполнение прыжка с ограничением свободы рук на заходе, путем прижимания их к телу или поднятия наверх.

2. Выполнение прыжка аксель в 2,5 оборота, акцентируя внимание спортсмена на направление полета и маха свободной ноги «по касательной» относительно дуги скольжения вперед-наружу на толчковой ноге, предшествующей стопорящему движению.

2. Длительность толчка – тт (сек)	0,17	0,15–0,19	>	1. Укоротить стопор
			<	2. Создавать более сильное давление на толчковую ногу перед отталкиванием

Описание ошибки

Длительность отталкивания в прыжке аксель короче, чем в остальных реберных прыжках, поскольку нет необходимости создавать вращение за счет скольжения по дуге.

Тт < допустимого диапазона

Недостаточная длительности толчка в прыжке аксель в 3,5 оборота, как правило, свидетельствует о малой амплитуде разгибательного движения толчковой ноги, вследствие чего не достигается необходимая высота прыжка. Надо глубже «подсесть» на отталкивании.

Упражнения

1. В зале. Прыжки аксель в 0,5, 1,5 2,5 оборота, с выполнением отталкивания с возвышения (степ-платформы или скамейки).

2. Выполнение прыжков в 0,5, 1,5 и 2,5 оборота с большой скорости, акцентируя внимание спортсмена на глубокое подседание на отталкивании.

Тт > допустимого диапазона

Излишняя длительность отталкивания, свидетельствует о слишком длительном стопорящем движении конька, что приводит к уменьшению поступательного движения тела фигуриста и, как следствие, уменьшению высоты и длины прыжка. Часто, такое отталкивание в прыжке аксель возникает вследствие слишком раннего начала стопорящего движения. Наиболее оптимальным моментом начала стопорящего движения является тот, когда свободная (маховая) нога и руки опущены вниз

Упражнения

1. В опорном положении. Выполняется имитация отталкивания без отрыва от поверхности льда, обращается внимание на момент начала стопорящего движения (когда свободная нога проходит рядом с опорной, не раньше).

2. В безопорном положении. В прыжке в момент отталкивания, обращается внимание на момент начала стопорящего движения (когда свободная нога проходит рядом с опорной, не раньше).

3. Ускорение толчка $W_t$ (g)	6	6–10	>	Медленнее разгибать ногу
			<	Более резкое отталкивание



*Описание ошибки*

Этот параметр показывает, насколько резко спортсмен оттолкнулся ото льда. Может достигать величины 7–8g (прямо влияет на высоту)

$$w_T (g) < \text{допустимого диапазона}$$

Недостаточное ускорение в отталкивании обычно является причиной малой высоты прыжка. Может возникать по 2 основным причинам: 1) слабое владение фигуристом техникой отталкивания в прыжке аксель 2) недостаточно тренированные (слабые) мышцы разгибатели опорной ноги.

*Упражнения*

## 1. В зале.

– тренировка мышц разгибателей бедра и голеностопа;

– прыжки аксель в 0,5, 1,5 и 2,5 оборота, обращая внимание на положение таза относительно оси вращения тела в момент отрыва и в полете в воздухе

2. В опорном положении. Выполнение имитации отталкивания с места, обращая внимание на вытянутое положение толчковой ноги и окончания движения отталкивания на вытянутом носке (зубце).

3. Выполнение прыжков в 0,5 оборота, обращая внимание на положение таза относительно оси вращения в момент отрыва ото льда и в полете. Таз не должен быть смещен относительно оси вращения.

$$w_T (g) > \text{оптимального диапазона}$$

Большое ускорение в момент отталкивания позволит выполнить высокий прыжок, при условии достаточной длительности отталкивания. В сочетании с достаточной длительностью отталкивания это приводит к хорошей высоте прыжка, а значит, к возможности выполнить прыжок с большим количеством оборотов.

В дальнейшем предполагается расширить базу знаний на 16 рассмотренных выше параметров многооборотного прыжка и использовать ее в составе компьютерной интеллектуальной системы для обучения и совершенствования техники фигуристов при выполнении многооборотных прыжков.

Основные преимущества предлагаемого метода применения модельных характеристик для обучения и совершенствования фигуристов заключаются в следующем:

1. Модельные характеристики позволяют выявить погрешности техники фигуриста в количественном цифровом виде и за счет этого организовать цифровую обратную связь в системе фигурист – тренер. Вместо указаний типа «Прыгай выше, группируйся плотнее ...» появится возможность формулировать конкретные цели с возможностью объективного контроля их выполнения.

2. Сокращается время обучения прыжкам, благодаря коррекции конкретных отклонений, а не всего прыжка в целом.

3. Применение модельных характеристик создает открывает возможность для создания автоматизированной интеллектуальной системы обучения и совершенствования фигуристов.

4. Предлагаемая база знаний – система динамическая, по мере появления более высоких требований к прыжкам, их модельные характеристики могут корректироваться в самой базе знаний.

5. Применение модельных характеристик стимулирует творческий потенциал тренера и фигуриста, так как расширяется диапазон возможностей для применения новых идей осуществления тренировочного процесса.

### *Список литературы*

1. Мишин А.Н. Фигурное катание как космический полет // А.Н. Мишин, В.А. Шапиро. – СПб: Реноме, 2015. – 296 с.

2. Разработка модельных характеристик многооборотных прыжков высшей сложности в фигурном катании на коньках КБК – 44-ФЗ: Отчет о НИР / ООО «Фигурное катание. Наука побеждать»; руководитель А.Н. Мишин, вып. – СПб., 2015. – 328 с.

3. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. – М.: Физкультура и спорт, 288 с.