

**А.Е. Распопова,
П.Е. Куркин**

Кинематические параметры движений спортсменов, направленных на снижение брызгообразования при выполнении спортивных прыжков в воду

В статье приводятся впервые выявленные кинематические параметры входа в воду, а также время и глубина погружения в воду спортсменов после выполнения спортивных прыжков с вращением вперед и назад. Выявлены действия спортсменов как в надводной, так и в подводной части прыжка в воду. Авторы пришли к выводам, что действия спортсменов в подводной части прыжка, направленные на уменьшение брызгообразования, включают такие тормозящие движения, как разведение рук и кувырок. Выявлено, что выполнение кувырка должно происходить после полного погружения спортсмена под воду.

Ключевые слова: вход в воду; брызги; погружение; прыжки в воду.

Прыжки в воду, являясь олимпийским видом спорта, включают в себя прыжки со снарядов различной высоты (от 1 до 10 метров). Спортсмены, выполняя прыжки с многократными вращениями вокруг продольной и поперечной осей тела, завершают их вертикальным входом в воду. Погружение в воду спортсмены совершают ногами или головой вниз. Отличительной чертой прыжков в воду является то, что прыжки заканчиваются входом в воду вниз головой, что не характерно никакому другому виду спорта [3]. Согласно правилам соревнований, наибольшую оценку получают спортсмены, завершившие прыжок входом в воду без брызг. Вход в воду без брызг принято называть «погашенным» входом в воду.

В современных правилах соревнований по прыжкам в воду записано, что прыжок с не «погашенным» входом в воду, не может оцениваться выше 7 баллов. Особенно это важно при завершении прыжков спортсменами высокого класса [2].

На сегодняшний день научно-методические основы техники выполнения и методика обучения «погашенному» входу в воду изучены недостаточно. Известно несколько работ, посвященных гидродинамическим основам техники входа в воду [1; 4; 5]. Ряд ученых исследовали закономерности образования брызгового фонтана при падении в воду твердых тел. Эти же закономерности лежат в основе выполнения завершающей фазы прыжка прыгунами в воду. Однако выполнение входа в воду спортсменами значительно сложнее,

и не всегда удастся правильно определить причины образования брызг при входе в воду у некоторых спортсменов, тем более добиться их устранения. Экспериментальные исследования техники входа в воду спортсменов высокой квалификации, проведенные Л.З. Гороховским с соавторами [1], показали, что тело спортсмена, выполняющего вход в воду, являясь управляемой системой, может изменять некоторые параметры движения при входе в воду, тем самым уменьшая или устраняя брызгообразование. Тем не менее изучение движений спортсменов, направленных на уменьшение брызгообразования при выполнении входа в воду, ранее не проводилось.

В связи с этим данная работа посвящена изучению кинематических параметров движений спортсменов в фазе погружения, способствующих уменьшению брызгообразования.

Цель настоящего исследования: определение кинематических параметров движений спортсменов, направленных на снижение брызгообразования при выполнении спортивных прыжков в воду.

Объект исследования — процесс выполнения входа в воду при выполнении спортивных прыжков с трамплина и вышки.

Предмет исследования — кинематические параметры техники выполнения входа в воду при выполнении спортивных прыжков с трамплина и вышки.

Гипотеза: мы предполагаем, что выполнение погашенного входа в воду связано с определенными движениями, которые выполняют спортсмены как над водой, так и при погружении. Причем движения спортсменов в фазе погружения в воду при выполнении спортивных прыжков с переднего и заднего вращения различны.

Задачи исследования:

1. Определить кинематические параметры входа в воду при выполнении входа в воду с переднего и заднего вращения.
2. Определить кинематические параметры входа в воду при выполнении прыжков в воду со снарядов разной высоты.
3. Выявить основные движения спортсменов, направленные на уменьшение брызгообразования, при выполнении входа в воду с переднего и заднего вращения.

В исследовании были использованы следующие **методы:** надводная и подводная видеосъемка и анализ видеоматериалов, экспертная оценка.

Видеосъемка проводилась во время тренировочного процесса прыгунов в воду. Для съемки использовались две видеокамеры, — одна камера была установлена на краю бортика вдоль поверхности воды, для фиксации движений спортсменов перед погружением, а вторая была зафиксирована под водой, чтобы было возможно анализировать движения, которые выполняют спортсмены после погружения.

Группа экспертов оценивала качество входа в воду. Эксперты оценивали количество брызг по следующей схеме: нет брызг — 0 баллов; мало брызг и низкий брызговой фонтан (высокая воздушная подушка) — 1–2 балла;

имеются всплески небольшой высоты — 3–4 баллов; имеются значительные всплески небольшой высоты — 5–6 баллов, высокие брызги — 7–8 балла, высокий брызговой фонтан — 9–10 баллов.

При анализе видеозаписей в замедленном воспроизведении сопоставлялись оценки качества входа в воду с количеством брызг.

Анализ видеоматериалов мы проводили с помощью программы «Windows-MediaPlayer». Для монтажа и обработки видеоматериалов, полученных в результате видеосъемки, использовалась программа «MovaviVideoEditor». Далее для получения кадров видеозаписей применялась программа «Paint.net».

Для проведения формирующего эксперимента были отобраны девять спортсменов, уровень подготовленности которых был высоким от кандидата в мастера спорта до мастеров спорта, имеющих разные антропометрические показатели.

Спортсмены выполняли прыжки с входом в воду после переднего и заднего вращений. Все прыжки были записаны на видеокамеру.

Результаты исследования

Анализ материалов видеосъемки позволил определить основные кинематические показатели техники выполнения входа в воду. Средние данные кинематических параметров входа в воду представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние кинематические параметры входа в воду

Параметры	Угол входа в воду (градусы)	Глубина погружения (см)	Отношение роста и глубины погружения	Время погружения (с)
	$X \pm \sigma$	$X \pm \sigma$	$X \pm \sigma$	$X \pm \sigma$
Вход в воду с переднего вращения	$83,3 \pm 3,5$	$246,7 \pm 33,5$	$1,2 \pm 0,2$	$0,32 \pm 0,02$
Вход в воду с заднего вращения	$77,2 \pm 11,2$	$230 \pm 32,0$	$1,14 \pm 0,2$	$0,32 \pm 0,02$

Было выявлено, что спортсмены при выполнении входа в воду с переднего вращения погружаются на глубину от 190 см до 300 см, а при входе в воду с заднего вращения — от 180 до 280 см. Таким образом, при входе в воду с переднего вращения спортсмены погружаются несколько глубже, хотя различия в глубине погружения не достоверны.

При выполнении входа с переднего вращения угол входа в воду спортсменов всегда ближе к вертикали (90 °). Достоверных различий кинематических параметров входа в воду с переднего и заднего вращения не обнаруживается. Причем скорость погружения и в том и другом случаях одинакова, поскольку она зависит от высоты, с которой спортсмен выполняет прыжок.

Мы сравнили время погружения до торможения со снарядов разной высоты (см. табл. 2). Таким образом, проведенное исследование показало, что с увеличением высоты снаряда сокращается время, затрачиваемое на погружение до полной остановки, с 0,24 сек. до 0,2 сек. Глубина погружения также увеличивается до 270 см, при этом количество брызг уменьшается, а «погашенность» входа в воду улучшается. Из приведенных данных видно, что с увеличением высоты снаряда увеличивается скорость погружения.

Таблица 2

Время погружения на максимальную глубину со снарядов разной высоты

Высота снаряда	3 метра	5 метров	7 метров	10 метров
Время погружения (с)	0,3	0,24	0,23	0,2

Анализ действий спортсменов под водой показал (см. табл. 3), что лучшие входы в воду продемонстрировали спортсмены, выполняющие под водой тормозящие действия, разведение или опускание рук и поздний кувырок (75 % обследованных).

Таблица 3

Параметры и движения спортсменов под водой при входе в воду с переднего вращения

№ спортсмена	Угол входа	Примерная глубина погружения	Движения под водой					Экспертная оценка
			Разведение рук	Опускание рук вперед	Ранний кувырок	Поздний кувырок	Скольжение вперед	
1.	85	300	X			X		2
2.	80	210	X		X			2
3.	80	280	X			X		2
4.	85	220	X		X			4
5.	80	230		X	X			4
6.	90	270	X			X		2
7.	85	230	X		X			6
8.	80	270	X					4
9.	85	210		X			X	1

До момента касания руками воды тело спортсменов движется под острым углом, в то время как руки находятся вертикально к поверхности воды. Руки вытянуты над головой так, что голова находится в одной плоскости с руками. Когда тело полностью погрузилось под воду, спортсмен делает кувырок, одновременно разводя руки в стороны.

У спортсменов, получивших низкие оценки за вход в воду, также присутствуют тормозящие действия под водой, но кувырок они выполняют рано. Можно предположить, что выполнение раннего кувырка в меньшей степени

способствует снижению брызгообразования. Один спортсмен, получивший высокую оценку, выполнил торможение опусканием рук при входе, а затем перешел в скольжение под водой. Мы предполагаем, что такие действия спортсмена ближе к варианту позднего, а не раннего кувырка. Однако данное предположение требует дополнительных исследований.

При выполнении прыжков в воду с вращением тела назад (прыжки II, III, VI классов) спортсмены входят в воду головой назад, при этом контроль поверхности воды ограничен. Поэтому задние входы представляют особую сложность как в обучении, так и при выполнении сложных вращений, заканчивающихся входом в воду вниз головой.

При выполнении входа в воду с заднего вращения (см. табл. 4) 100 % испытуемых выполняют скольжение под водой с небольшим прогибом тела, с последующим разведением или опусканием рук.

Таблица 4

**Параметры и движения спортсменов под водой
при входе в воду с заднего вращения**

№ спортсмена	Угол входа	Глубина погружения	Движения под водой				Количество брызг
			Разведение рук	Опускание рук вперед	Скольжение вперед	Сгибание ног	
1.	85	200		X	X	X	5
2.	50	220		X	X		3
3.	80	240	X		X	X	3
4.	80	180	X		X	X	3
5.	80	210		X	X	X	4
6.	75	270	X		X		2
7.	80	240	X		X	X	3
8.	75	280		X	X		4
9.	90	230		X	X		1

Анализ задних входов в воду спортсменов экспериментальной группы показал, что очень важным фактором для выполнения качественного входа в воду является подвижность плечевых суставов и позвоночника спортсмена. При плохой подвижности в указанных выше суставах при входе в воду грудная клетка поднимается, что существенно увеличивает площадь поверхности, пробивающей поверхность воды (кавитатор).

Наиболее важным для хорошего входа в воду вниз головой является правильное расположение частей тела спортсмена относительно друг друга и водной поверхности. Все части тела должны находиться в одной линии. Положение тела должно быть таким, чтобы при входе в воду все части тела проходили бы друг за другом в полость, образованную в результате соприкосновения рук с водной поверхностью. При этом руки должны быть выпрямлены

в локтевых и плечевых суставах и соединены над головой так, чтобы слегка приподнятая голова находилась между ними, а спортсмен мог видеть кисти и поверхность воды. Грудная клетка опущена (в положении выдоха), мышцы таза и брюшного пресса напряжены, спина прямая; ноги выпрямлены в коленных суставах, стопы соединены, носки оттянуты. Ощущения, которые испытывает спортсмен при входе в воду из переднего вращения, соответствуют слегка согнутому в тазобедренных суставах положению.

Сравнение качества входа в воду, выполняемого спортсменами экспериментальной группы с переднего и заднего вращения, показало, что спортсмены, качественно выполняющие вход в воду с переднего вращения, не всегда хорошо выполняют вход в воду с заднего вращения.

Выводы

1. В ходе эксперимента было установлено, что наибольшее количество брызг у спортсменов высокого класса возникает при отклонении от вертикали более чем на 20° , то есть основными причинами возникновения брызг является «переход».

2. Установлено, что для выполнения погашенного входа в воду из переднего вращения спортсмены выполняют под водой тормозящие действия, а именно обязательное разведение рук в стороны или опускание рук через перёд вниз и при этих действиях поздний кувырок вперед, что отражается в оценке качества входа в воду. Выполнение раннего кувырка приводит к увеличению брызгообразования.

3. Выявлено, что для успешного входа в воду из заднего вращения должны быть соблюдены следующие правила: положение тела должно быть максимально выпрямленным, напряженные руки соединены над головой и вытянуты в линию тела, ноги натянута. Тормозящие действия спортсмены выполняют за счет опускания рук вперед или разведения рук в стороны.

4. Установлено, что глубина погружения при входе в воду, независимо от высоты снаряда, у спортсменов высокой квалификации не превышает трех метров. Анализ видеоматериалов техники входа в воду показал, что из переднего вращения глубина погружения находится в пределах от 190 см до 300 см, а при входе в воду с заднего вращения от 180 до 280 см.

Проведенное исследование показало, что при увеличении высоты снаряда с 3 до 10 метров время погружения увеличивается на 0,10 сек., а глубина погружения при этом остается прежней. При этом количество брызг уменьшается, а «погашенность» входа в воду улучшается.

Литература

1. *Гороховский Л.З.* Исследование гидродинамических условий выполнения «погашенного» входа в воду в прыжках с трамплина и вышки / Л.З. Гороховский, О.П. Шорыгин, Н.А. Шульман, А.Г. Николаенко. М.: ГЛОЦЛИФК, ЦАГИ, 1980. 33 с.

2. Правила ФИНА по прыжкам в воду 2013–2016. URL: <http://www.fina.org>
3. *Распопова Е.А.* Прыжки в воду: учебник для вузов физической культуры / Е.А. Распопова. М.: Физкультура, образование, наука, 2000. 302 с.
4. Euler's disk and its finite-time singularity // *Nature*. 2000. V. 404. P. 833–834.
5. Stephan Gekle, José Manuel Gordillo, Devaraj van der Meer, Detlef Lohse. High-Speed Jet Formation after Solid Object Impact // *Physical Review Letters*, 102, 034502 (2009).

Literatura

1. *Goroxovskij L.Z.* Issledovanie gidrodinamicheskix uslovij vy'polneniya «pogashenogo» vkhoda v vodu v pry'zhkax s trampoline i vy'shki / L.Z. Goroxovskij, O.P. Shory'gin, N.A. Shul'man, A.G. Nikolaenko. M.: GLOCzLIFK, CzAGI, 1980. 33 s.
2. Правила ФИНА по прыжкам в воду 2013–2016. URL: <http://www.fina.org>
3. *Raspopova E.A.* Pры'zhki v vodu: uchebnik dlya vuzov fizicheskoy kul'tury'. M.: Fizkul'tura, obrazovanie, nauka, 2000. 302 s.
4. Euler's disk and its finite-time singularity // *Nature*. 2000. V. 404. P. 833–834.
5. *Stephan Gekle, José Manuel Gordillo, Devaraj van der Meer, Detlef Lohse.* High-Speed Jet Formation after Solid Object Impact // *Physical Review Letters*, 102, 034502 (2009).

*E.A. Raspopova,
P.E. Kurkin*

The Kinematic Parameters of Movements of Sportsmen, Aimed at Reducing Splashing in the Performance of Sporting Diving

The article presents the kinematic water entry parameters, identified for the first time as well as the time and depth of immersion of athletes in the water after performing sports jumps with forward and backward rotation. The actions of athletes in both the surface and underwater parts of the dive have been revealed. The authors came to the conclusion that the actions of the athletes in the underwater part of the jump, aimed at reducing splashing include such braking movements as spreading one's hands and a somersault. It had been revealed that the performing a somersault should occur after the athlete is completely immersed in the water.

Keywords: water entry; splash; immersion; diving.