**УДК 796.352.081 : 612.763**

**РАЗВИТИЕ ЧУВСТВА СКОРОСТИ МЯЧА В МИНИ-ГОЛЬФЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОГРАНИЧИТЕЛЯ ДВИЖЕНИЯ КЛЮШКИ**

**Аннотация.**

*В результате проведения инициативных опытно-конструкторских работ создано оптико-электронное устройство для измерения скорости качения мячей в диапазоне от нуля до 40 м/с и точностью ее измерения ±0,01 м/с. Апробация этого устройства на практике позволила провести пилотные исследования кинестетических образов совершения игровых действий в мини-гольфе, установить взаимосвязь и различия между представляемыми образами и реальными игровыми действиями по величинам начальных скоростей качения мяча и стабильностью их выполнения.*

*Рассматриваются особенности формирования чувства скорости мяча при совершении игровых действий в мини-гольфе. Описывается методика развития кинестетических ощущений игроков с использованием механического ограничителя движения клюшки и оптико-электронного измерителя скорости мяча. Проведен педагогический эксперимент, оценена эффективность примененной методики. Установлено, что разработанная методика позволяет* *улучшить точность и стабильность восприятия и реализации игровых действий.*

*Рассмотрено влияние приборной погрешности на педагогические критерии оценки эффективности тренировочных воздействий при развитии чувства скорости у спортсменов с помощью специально разработанного оптико-электронного устройства.*

**Ключевые слова**:

*скорость, гольф, паттинг, мини-гольф, кинестезия, образы движений, мышечно-суставное чувство, проприорецепция, датчики движения, фотоэлектрический датчик, электронный секундомер.*

*гольф, мини-гольф, точность восприятия движений, точность и стабильность игровых действий.*

*мини-гольф, чувство скорости, начальная скорость мяча, оптико-электронное устройство для измерения скорости качения мячей, фотоэлектрический датчик, электронный секундомер.*

ВВЕДЕНИЕ

Скорость перемещения спортсменов, быстрота совершения движений, скорость перемещения спортивных снарядов является одним из основных кинематических параметров, определяющих конечный результат во многих видах спорта. С большинством видов спорта, часто называемыми скоростно-силовыми видами, тем или иным способом сопоставляется физическое качество быстроты, т.е. способность выполнять двигательное действие с максимальной скоростью (за наименьший промежуток времени).

Вместе с тем, в некоторых видах спорта, связанных с преимущественным проявлением точности, координации и эстетики движений [10], опосредованно сопоставляются способности спортсменов дозировать движения по скорости, темпу и ритму их выполнения, амплитуде и направлению. К таким видам спорта, как правило, ациклическим, относятся гимнастика, разные виды стрельбы, керлинг, дартс, боулинг, бильярд, гольф и т.п.

В этих видах спорта развитие навыков к дозированию движений по скорости, амплитуде и направлению, очевидно, является одной из главных педагогических задач. Эта задача в тренировочном процессе решается различными способами, которые, в конечном счете, интериоризируют в сознании спортсмена различные образы движений: визуальные, тактильные, проприорецептивные, акустические и вестибулярные [1, 2, 6, 8]. Точность таких образов тем выше, чем больше различных сенсорных систем участвует в их образовании и чем точней в сознании спортсмена осуществляется их словесное или количественное описание. Такие основы совершения целенаправленных движений рассмотрены в фундаментальных трудах Н.А. Бернштейна, Л.С. Геллерштейна, В.С. Фарфеля, М.М. Богена, С.В. Голомазова и других ученых.

При этом все способы формирования образов движений условно можно разделить на два этапа: первый этап заключается в оценке совершенного движения, а второй – в реализации движения с нужными параметрами [5, 7]. Эти этапы формирования образов движений, так или иначе, описываются и реализуются в различных областях деятельности человека: при обучении письму, музыке, танцам, иностранным языкам, спортивным и профессиональным действиям [8]. К формам количественной или символьной оценки записи различных движений в самом общем виде можно отнести собственно буквенную запись речи, нотную запись, кинетографию танцевальных движений, произведения изобразительного искусства и скульптуру [3, 4, 8, 12, 11].

В гольфе и мини-гольфе образование навыка в дозировании игровых действий по кинематическим параметрам является основной задачей, решение которой позволяет достичь высоких результатов [5, 7]. При этом для измерения скорости перемещения мяча используется множество различных измерительных устройств, работа которых основана на различных принципах: на фиксировании скорости мяча в радио и оптическом диапазоне, использовании гироскопических устройств, крепящихся к клюшке, доплеровских радио и акустических приемников, различных оптических обтюраторов и т.п. Все эти устройства выпускаются за рубежом, некоторые из них серийно, и продаются в различных интернет магазинах. Однако, кроме словесного описания этих устройств на интернет сайтах их производителей, обычно, не приводятся их технические характеристики: диапазон и точность измеряемых скоростей мяча. Кроме того, большинство выпускаемых измерителей скорости предназначено для измерения начальной скорости мяча или головки клюшки при совершении далеких ударов с начальной скоростью от 20 м/с, и точность таких измерений составляет около 2 м/с.

Известно, что разработаны и применяются оптические устройства, измеряющие скорость качения мяча в меньшем диапазоне начальных скоростей и с большей точностью [13]. Однако, такие устройства труднодоступны для применения в отечественной практике по ряду причин.

В этой связи является актуальной разработка и создание такого доступного для практического применения переносного компактного устройства, которое измеряет скорость мячей от 0 до 20 м/с с точностью измерения несколько сантиметров в секунду.

Исход игры на каждой отдельной лунке, в игровом раунде и в соревновании в гольфе и мини-гольфе определяется, в конечном счете, умением игрока придавать мячу нужную начальную скорость. При этом начальная скорость мяча (линейная и угловая) рассматривается как векторная величина, имеющая абсолютное значение и направление [4, 6]. Умение сообщать мячу нужную начальную скорость формируется у игроков в результате многократных повторений игровых действий на тренировках и соревнованиях и становится тем совершенней, чем больше игровой опыт игрока [5, 7, 8]. Это умение регулировать кинематические параметры целенаправленного действия в разных видах спорта называется «чувством мяча, ракетки и т.п.». Как правило, такие ощущения спортивных движений не имеют четкого словесного или количественного описания в сознании спортсменов, и по этой причине, контроль степени их сформированности вызывает определенные трудности, как у спортсмена, так и у тренера [10, 11]. Вместе с тем, как установлено в многочисленных исследованиях в разных видах спортивной деятельности [1, 2, 3, 11], чем яснее образ совершаемого действия, особенно, если этот образ выражается в словесном, графическом, символьном или количественном виде, тем точнее и стабильнее это действие совершается.

В этой связи, представляется актуальным разработка и определение эффективности методик количественной оценки кинематических параметров совершаемых спортивных действий, особенно в видах спорта, связанных с преимущественным проявлением точности, в которых эти параметры непосредственно определяют исход спортивной борьбы.

Многими исследователями установлено, что чем больше различных аффекторно-эффекторных систем организма принимает участие в совершении различных движений, тем точнее и стабильней производится двигательный акт [2, 4, 6, 9, 11]. В мини-гольфе, как и во многих других видах спорта, в сознании игроков интериоризируются различные образы совершаемых игровых действий: визуальные, тактильные, проприорецептивные, вестибулярные и акустические [7, 12, 13]. Конечно, в первую очередь, игроки обращают внимание на внешние геометрические особенности совершения игровых действий, которые контролируются нервно-мышечным и зрительным аппаратом спортсмена. Вместе с тем, акустические образы игровых действий, по нашему мнению, их целенаправленное развитие могут, по крайней мере, не ухудшить результативность игры.

Проблема развития кинестетических ощущений спортсменов при совершении точностных локомоций в различных видах спорта в последнее время приобретает все большую актуальность. Многие исследователи считают, что в развитии кинестезии целенаправленных спортивных действий заключен значительный резерв роста спортивных достижений [1, 7, 8]. Исключительно важное значение этот аспект приобретает в видах спорта с преимущественным проявлением координационных способностей, к которым относится гольф и мини-гольф [4, 5, 6]. При этом в этих видах спорта, в процессе спортивной подготовки, тренеры, как правило, уделяют внимание внешним геометрическим особенностям совершения игровых действий, а не физиологическим причинам обеспечения стабильности их выполнения [5, 6, 8].

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Задачи исследования. Исходя из изложенного выше, нами были определены следующие задачи исследования:

* разработать, собрать и испытать устройство для измерения скорости качения мячей в диапазоне от нуля до нескольких десятков метров в секунду и точностью измерения скорости несколько сантиметров в секунду;
* определить возможности его практического применения для исследования кинестетических образов совершения игровых действий.

В связи с изложенными выше аспектами были определены две задачи исследования:

- разработать методику развития чувства начальной скорости мяча на основе количественной оценки ее величины при игре в мини-гольф с использованием доступных технических устройств;

- апробировать и оценить эффективность разработанной методики.

В этой связи представляется актуальным разработка различных методик развития ощущений кинематических параметров игровых действий и определение педагогических критериев формирования кинестетического чувства спортсменов. Одним из способов формирования кинестетического чувства в мини-гольфе является способ формирования чувства скорости мяча с использованием различных измерителей скорости и времени с использованием доплеровских измерителей скорости и оптико-электронных обтюраторов [2, 3, 7, 9].

В этой связи нами была высказана гипотеза: если целенаправленно развивать восприятие звука, возникающего при игре в мини-гольф на отдельных лунках, то это может улучшить результаты игры. Также предполагалось, что обострение слуха при игре повысит концентрацию игроков перед совершением игровых действий, будет служить средством дополнительного контроля правильности их совершения, и может стать дополнительным критерием психомышечной и идеомоторной готовности к удару.

Также были сформулированы задачи исследования: установить интенсивность и частоту звука, возникающего при качении мяча при игре на отдельных лунках; определить точность распознавания игровых действий на слух и установить влияет ли обострение слуховых ощущений игровых действий на результаты игры.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ.

Такое устройство было нами разработано на основе стандартных и доступных комплектующих. Устройство было собрано 9 апреля 2016 года. Оно состоит (рисунок 1.): из двух фотоэлектрических датчиков, излучающих и принимающих отраженное излучение от движущегося объекта с максимумом чувствительности к длинам волн 0.625 мкм; электронного промышленного секундомера «СЧЕТ-1М» и блока питания «СКАТ-1200А», модернизированный для целей мобильного управления. Габаритные размеры устройства равны 220×325×205 мм, вес не превышает 0.6 кг. При этом фотоэлектрические датчики крепятся на линейке длиной 0.5 м, располагаемой на игровой поверхности. Все составляющие соединяются длинными гибкими кабелями, позволяющими производить измерения времени качения мяча, вдалеке от спортсмена, не мешая ему совершать игровые действия (рисунок 1).



Это устройство позволяет производить измерения скорости движущихся мячей для гольфа и мини-гольфа в диапазоне скоростей от 0 и до 40 м/с со средне-квадратической погрешностью ±0,01 м/с. В исследованиях, проведенных в апреле 2016 года, принимали участие три спортсмена в возрасте 14-17 лет (один Мастер спорта и два спортсмена второго разряда). С помощью разработанного устройства измерялись средние скорости качения мяча от места его установки до 41-го сантиметра траектории. Измерения проводились при имитациях ударов и при игре на реальных лунках. В обоих случаях совершалось по пять ударов для каждой лунки. При имитациях игрок по памяти воспроизводил удар на каждой лунке, используя тот мяч, который использовал в реальной игре, на специальной плоской поверхности в отсутствии визуальных ориентиров.

В результате для каждого игрока и каждой лунки были вычислены средние начальные скорости качения мяча, которые при имитациях, по мнению игрока, позволяли попасть в лунку с одного удара, и среднеквадратические отклонения скорости, характеризующие стабильность выполнения удара от попытки к попытке. Средние начальные скорости и среднеквадратические отклонения реальных игровых действий вычислялись только для результативных попыток, т.е. только для случаев попадания в лунку с одного удара.

Для решения указанных выше задач в январе-марте 2017 года были проведены специальные экспериментальные исследования. Исследования включали инструментальные измерения величины начальной скорости мяча с использованием разработанного оптико-электронного устройства [12], которое состоит из двух фотоэлектрических датчиков, излучающих и принимающих отраженное излучение от движущегося объекта с максимумом чувствительности к длинам волн 0.625 мкм; электронного промышленного секундомера «СЧЕТ-1М» и блока питания «СКАТ-1200А». Фотоэлектрические датчики крепятся на линейке длиной 0.5 м, располагаемой на игровой поверхности. Все составляющие соединяются длинными гибкими кабелями, позволяющими производить измерения времени качения мяча, вдалеке от спортсмена, не мешая ему совершать игровые действия.

При совершении некоторых серий игровых действий использовался ограничитель движения клюшки при ее отведении. Ограничитель представлял собой гибкий пластиковый стержень, устанавливаемый перпендикулярно игровой поверхности (рис.1). Расстояние от мяча до ограничителя соответствовала углу отведения физического маятника, составленного верхними конечностями игрока и клюшкой, который определял скорость прихода клюшки к мячу под действием силы тяжести [8, с.101, 119]. На верхушке ограничителя был установлен колокольчик, звеневший при касании стержня ограничителя клюшкой.



Рис.1. Ограничитель движения клюшки при ее отведении на заданный угол.

В исследованиях приняло участие 12 юных спортсменов 12-16-ти лет массовых разрядов (II взрослый - КМС), членов и кандидатов сборной страны по мини-гольфу. Измерения проводились в камеральных условиях в спортивных залах во время тренировочных сборов (январь, март, Адлер) и тренировочных занятий по месту жительства спортсменов (Москва, Тобольск, Самара). Каждый спортсмен, имитируя игру на поле стандарта миниатюр-гольф в г. Самаре, совершил по 172 удара на каждой из 18-ти лунок (64 удара совершались без ограничителя движения и 108 ударов с ограничителем движения). При этом фиксировались начальные скорости качения мяча.

Полученные массивы результатов 37512 измерений подвергались статистической обработке с использованием пакетов Stadia 8.0 и Microsoft Excel 2007. Проверка гипотез различий выборочных средних и дисперсий осуществлялась при уровне статистической значимости р=0.05.

В результате применения оптико-электронного устройства для измерения скорости качения мячей [9] в тренировочном процессе, в результате многократных имитаций игры на Самарском поле для миниатюр-гольфа, было установлено, что промежутки времени качения мяча, необходимые для преодоления 0,4 метра составляют от 0,04 до 0,28 секунды. Соответственно, скорости качения равны от 9 м/с до 1,5 м/с. При этом, было отмечено, что при реализации ударов, на отдельных лунках результаты измерения времени не соответствуют субъективному ощущению скорости спортсменов.

В связи с чем, возникла необходимость оценить реальную приборную погрешность измерения промежутков времени, с помощью разработанного оптико-электронного устройства.

Для определения величины погрешности измерения скорости мячей в мини-гольфе, которая ограничивает величину педагогического критерия чувства скорости спортсменами мини-гольфистами, нами были проведены тестовые исследования.

Предварительно экспериментально было установлено, что погрешности в измерении времени при качении мяча с одинаковой скоростью равны 0,013 сек.

При этом, такая приборная погрешность измерений была сравнима со средней квадратической погрешностью реализации имитируемой скорости мяча спортсменом от 0,014 до 0,025 (Таблица 1).

Таблица 1. – Изменение среднего времени качения мяча и средней квадратического отклонения в зависимости от количества тренировок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ТРЕНИРОВКИ | 1-6 | 7-12 | 13-18 | 19-24 | 25-30 | 31-36 | 37-42 | 43-47 | 48-52 |
| СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ЗА РАУНД, С | 0,116 | 0,136 | 0,143 | 0,137 | 0,132 | 0,134 | 0,133 | 0,129 | 0,135 |
| СКО ВРЕМЕНИ, С | 0,025 | 0,016 | 0,021 | 0,015 | 0,019 | 0,018 | 0,016 | 0,019 | 0,014 |

По этой причине представляется существенным оценить реальную приборную погрешность измерения промежутков времени, с помощью разработанного оптико-электронного устройства.

В инструкции эксплуатации электронного секундомера «СЧЕТ-1М» указано, что в течение срока службы секундомера при температуре окружающего воздуха (25±5) °С пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения составляют:

6·10-5·Т + С, (1)

где Т – значение измеряемого интервала в с,

С – дискретность измерений в данном интервале.

Подставляя в (1) минимальное и максимальное значения Т (0,04 и 0,28 секунды и С=0,001), получим, что приборная погрешность используемого секундомера меняется в пределах от 0,0010024 с и до 0,0010168 с. Ясно, что погрешность измерения времени линейно зависит от величины измеряемого промежутка: погрешность тем больше, чем длинней измеряемый промежуток. Эти величины на порядок меньше погрешности реализации скорости спортсменом, и не оказывают влияния на точность измерений.

Однако точность измерения промежутков времени определяется не только приборной погрешностью электронного секундомера, но и инерционностью фотоэлектрических датчиков, среднее время срабатывания которых равна 0,0005 секунды.

Таким образом, суммарная погрешность измерительного комплекса для минимального и максимального значения Т составит 0,0015024 с и 0,0015168 с соответственно.

Кроме перечисленных приборных погрешностей оптико-электронных датчиков и секундомера на точность измерения промежутков времени также оказывают внешние условия проведения измерений, к которым относятся случайные изменения массы, формы, упругости и шероховатости мяча и случайные изменения поверхности качения мяча, моменты инерции при запуске мяча [5].

Для учета влияния таких случайных условий на точность измерений промежутков времени были проведены тестовые измерения. Для этого мяч многократно скатывался по наклонной плоскости длиной 67 см и 121 см, а скорость мяча регулировалась путем изменения угла наклона желоба к горизонтальной поверхности. Количество скатываний мяча для каждого из пяти углов наклона было равно 30. На рис. 1 приведен вид распределения измеренных промежутков времени для угла наклона равного 38°18' и средней скорости качения мяча 2,05 м/с.



Рис. 1. Распределение измеренных промежутков времени для угла наклона равного 38°18' и средней скорости качения мяча 2,05 м/с.

Для всех серий проведенных измерений с использованием критериев Колмогорова и Омега-квадрат была установлена справедливость гипотезы: «Распределение не отличается от нормального» при уровне статистической значимости (р=0,05). Это означает, что при проведении измерений на их результат оказывали влияние только случайные причины: систематические отсутствовали.

Для решения указанных задач нами был осуществлен педагогический эксперимент, в котором приняло участие 10 спортсменов массовых разрядов (2 взр. – КМС), имеющих опыт игры в мини-гольф от 3 до 6-ти лет. Исследования проводились во время учебно-тренировочного сбора на базе мини-гольф клуба «Олимпийский-Дагомыс» в январе 2016 года. При игре на каждой лунке с помощью цифрового камкордера SamsungOISFULLHD 1920х1980, который устанавливался на игровую поверхность в стартовой зоне и направлялся в сторону совершения удара, записывались звук и изображение. Фокусное расстояние объектива и, соответственно, ширина диаграммы направленности микрофона оставалась неизменной. Полученный звук качения мяча от момента удара до момента попадания его в лунку затем анализировался с использованием обычного смартфона и программы анализа акустических сигналов Spectroid, расположенной в сети Интернет в открытом доступе (разработчик CarlReinke).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Сравнение начальных скоростей мяча при имитациях и в реальной игре позволяет оценить точность кинестетического образа игры на отдельных лунках у каждого игрока. Чем больше разность между этими скоростями, тем более нечеткий образ запечатлен в сознании игрока, тем больше смещение представляемого образа от действительного. Величина этой разности характеризует систематическую ошибку в представляемой скорости мяча без визуального контроля расположения лунки от реализуемой скорости в реальных условиях. Величины разностей качения мяча при имитациях и в реальной игре для трех игроков представлены в таблице 1.

Таблица 1

Разности скорости качения мяча при имитациях и в реальной игре, м/с

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

В таблице 1: чем цифры ближе к нулю, то тем и точней образ совершаемого действия. Если цифры отрицательные, то скорость имитации ниже, чем реально требуются для поражения лунки, т.е. игрок недооценивает ее – имитирует с меньшей скоростью. И, наоборот, если цифры положительные, то игрок имитирует с большей скоростью, чем нужно. Эти цифры характеризуют систематические ошибки в образе движения. На некоторых лунках большие величины разности имитационной и реальной скорости могут быть вызваны переключением внимания на направление совершения удара, а не его скорости [9].

На рисунке 2 изображены зависимости реальной скорости качения мяча при попадании его в лунку от скорости имитации при воображаемом его попадании в лунку.



Рисунок 2. Зависимость: реальная скорость качения мяча – скорость имитации

Точность мысленного образа в этом случае можно характеризовать коэффициентом детерминации R2. Видно, что точность мысленного образа совершения игровых действий гораздо выше у спортсмена Мастера спорта ЮИК с большим соревновательным и игровым опытом (R2 = 0.917), чем у начинающих спортсменов ЛШС и ЛАЧ (R2 равно 0.76 и 0.71, соответственно).

На рисунке 3 представлена зависимость разности скоростей имитации и реализации от реальной скорости.



Рисунок 3. Зависимость разности скоростей имитации и реализации от реальной скорости качения мяча

Как следует из этого рисунка, вариации этих разностей от линейного тренда значительны, но направление трендов одинаково для всех трех спортсменов: с увеличением реальной скорости мяча разность скоростей имитации и реализации уменьшается. Это свидетельствует о том, что на малых скоростях воображаемая скорость совершения результативного игрового действия выше реальной, а на больших скоростях – ниже. Для всех трех спортсменов нулевая разность между скоростью имитации и реализации заключена в пределах от 3,8 и до 5,8 м/с, т.е. на скоростях совершения игрового действия, при которых возникает равенство действия гравитационных и центростремительных сил на руки спортсменов, удерживающих клюшку [5].

По своей сути зависимости на рисунке 3 представляют собой известные психофизические законы зависимости реакции от стимула. И, действительно, их аппроксимация логарифмическими и степенными функциями имеет большую точность, чем линейная аппроксимация. Однако, подтверждение этой гипотезы требует дополнительных исследований в более широком диапазоне реальных скоростей качения мяча (при больших значениях стимула).

Величины среднеквадратических отклонений скоростей (стабильность имитации и реализации) при имитациях и в реальной игре характеризуют степень «размытости», «нечеткости», нестабильности, вариабельности образа игрового действия от попытки к попытке (таблица 2).

Как следует из таблицы 2 (нижняя строчка) для всех трех спортсменов стабильность скорости выполнения реальных игровых действий при визуальном контроле значительно возрастает и эти различия статистически значимы по критерию Стьюдента для парных данных (р=0,05). Соотношения среднеквадратических отклонений скорости мяча при имитации (без участия зрительного аппарата) и в реальной игре позволяет оценить степень сформированности и влияния кинестетического и визуального образа игровых действий на результаты игры для каждого спортсмена индивидуально.

Таблица 2

Среднеквадратические отклонения скорости качения мяча при имитациях и в реальной игре, м/с

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Методика была разработана с учетом ранее проведенных экспериментальных исследований по оценке чувства усилия при совершении игровых действий [5] и по развитию чувства времени качения мяча от момента удара и до момента попадания мяча в лунку с использованием ручного хронометрирования [10].

Методика состояла в последовательной реализации двух этапов. На первом этапе каждый игрок имитировал игру на каждой лунке с оценкой скорости перемещения мяча. После удара игрок произносил вслух время качения мяча между двумя оптико-электронными датчиками, расположенными на расстоянии 0.4 м друг от друга. Это время сравнивалось с реальным временем качения мяча, измеренным с помощью электронного секундомера. Такие занятия проводились два-три раза в неделю по 2 часа. За это время каждый игрок успевал сымитировать игру в 6 раундах по 18 лунок. Всего с 11 января по 15 февраля было проведено 15 таких занятий.

На втором этапе с 15 февраля по 1 апреля имитация игры происходила с использованием ограничителя движения клюшки при ее отведении. Величина угла φ отведения клюшки от вертикали рассчитывалась по формуле:

сos φ = 1-V2/2gl ,

где V – средняя начальная скорость качения мяча, определенная в результате измерений, проведенных на первом этапе;

g – ускорение свободного падения;

l – приведенная длина физического маятника, составленного верхними конечностями игрока и клюшкой.

Ограничитель движения клюшки устанавливался на таком расстоянии от мяча, которое соответствовало углу φ (рис. 1), требуемому для придания мячу начальной скорости, определенной для играемой лунки. В первую очередь тренировались лунки, на которых чаще всего допускались ошибки на Первенстве России 2016 года. Учитывалась общая сложность игры, сложность реализации действия по скорости и направлению, установленные в результате субъективных методик самооценки игроками по пятибалльной интервальной шкале (таблица 1) [4].

Таблица 1. Скорость мяча и субъективные оценки сложности игры для отдельных лунок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № лунки | Название | Сложность | | Скорость, м/с |
| Направление | Скорость |
| 3 | Труба | 1 | 0 | 2,96 |
| 18 | Плато | 0 | 3 | 5,22 |
| 9 | Сальто | 3 | 2 | 8,70 |
| 13 | Ворота | 4 | 2 | 1,90 |
| 15 | Палки | 2 | 1 | 1,42 |
| 2 | Лабиринт | 4 | 1 | 5,18 |
| 5 | Мост | 2 | 2 | 4,78 |

При совершении каждого удара с ограничителем скорости с помощью оптико-электронного устройства фиксировалась начальная скорость качения мяча. И если методика развития чувств качения мяча с использованием ручного хронометрирования [10] позволила игрокам улучшить точность количественной оценки чувства усилия с 0.21 с до 0.05 с, то разработанная методика с ограничителем движения и оптико-электронной фиксацией промежутков времени привела к улучшению точности восприятия и реализации игровых действий с 0.06 с до 0.015 с.

Оценка эффективности методики развития чувства скорости мяча с использованием ограничителя движения клюшки осуществлялась путем сравнения статистических оценок начальной скорости мяча, воспроизводимой каждым игроком с ограничителем движения и без него. Для выбора метода сравнения с использованием критериев Колмогорова, Омега-квадрат и Хи-квадрат был определен вид распределения реализуемой скорости мяча без и с ограничителем движения клюшки. Установлено, что во всех случаях распределения не отличаются от нормального (Рис.2).

Рис. 2. Распределение реализуемой скорости мяча с ограничителем движения клюшки и без него

Поэтому в дальнейшем для проведения сравнения выборочных средних и выборочных дисперсий использовались критерии Стьюдента и Фишера. Установлено, что во всех случаях выборочные дисперсии реализации скорости с использованием ограничителя движения по сравнению с дисперсиями скорости без использования ограничителя уменьшились и эти различия статистически значимы. Это свидетельствует о возрастании стабильности выполнения ударов по начальной скорости прихода клюшки к мячу. При этом, как правило, средние квадратические отклонения (СКО) скорости по сравнению с игрой без ограничителя движения уменьшилась в 2-3 раза, а относительная ошибка реализации скорости уменьшилась до 4%. Примеры сравнений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Выборочные средние и средние квадратические отклонения (СКО) скорости мяча при имитациях ударов с ограничителем и без ограничителя движения клюшки.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Лунка | Без ограничителя | | С ограничителем | | Медиана, м/с |
| Скорость, м/с | СКО, м/с | Скорость, м/с | СКО, м/с |
| 1 | пирамиды | 4,76 | 0,66 | 4,23 | 0,23 | 4,37 |
| 2 | труба | 2,73 | 0,46 | 2,94 | 0,26 | 3,03 |
| 3 | почки | 2,63 | 0,50 | 2,71 | 0,20 | 2,75 |
| 4 | пассаж | 2,26 | 0,39 | 2,55 | 0,10 | 2,54 |
| 5 | ворота | 2,16 | 0,59 | 1,88 | 0,12 | 1,88 |
| 6 | прямая | 1,97 | 0,43 | 1,75 | 0,12 | 1,76 |
| 7 | палки | 1,44 | 0,38 | 1,42 | 0,12 | 1,42 |

Выявлена тенденция уменьшения СКО вместе с уменьшением начальной скорости. Так для диапазона скоростей от 1.0 м/с до 2.6 м/с СКО скорости равно 10-12 см/с, а при больших скоростях СКО колеблется в пределах от 20 до 26 см/с. Для всех величин скоростей относительная ошибка реализации скорости составила 4-5%.

Для ряда лунок также выявлены статистически значимые различия в выборочных средних, что свидетельствует о недостаточно отчетливом образе скорости движения клюшки на первом этапе эксперимента: без использования ограничителя движения.

На рис. 3 приведены примеры двух временных рядов: результатов измерений начальной скорости мяча с ограничителем движения и без него.

Рис. 3. Временные ряды результатов измерений начальной скорости мяча с ограничителем движения и без него

Как следует из рис.3 стабильность реализации начальной скорости с использованием ограничителя движения ощутимо возросла. При этом точность отведения клюшки за счет отведения верхних конечностей и ротации туловища составила от 1° до 3°, что вполне согласуется с результатами определения порогов восприятия движений верхних конечностей и туловища, полученными нами ранее [9].

По результатам проведенных измерений была установлена зависимость средней квадратической погрешности измерения промежутков времени от величины измеренных промежутков (рис. 2).

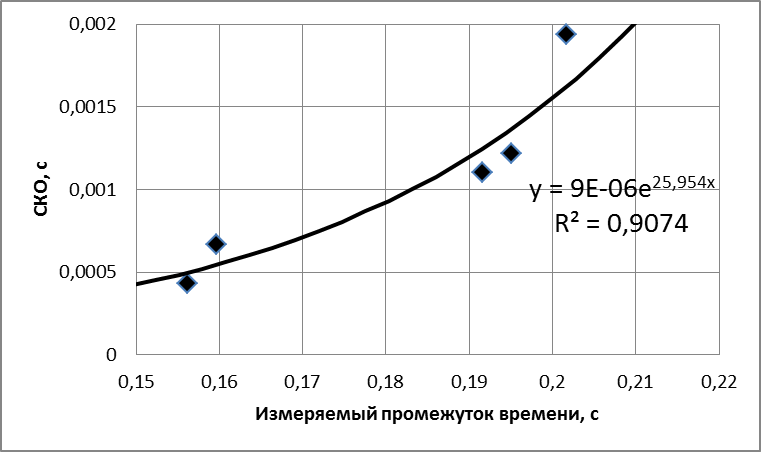


Рис.2. Зависимость средней квадратической погрешности измерения промежутков времени от величины измеренных промежутков.

Установлено, что также как и для приборной погрешности электронного секундомера, точность измерения промежутков времени уменьшается вместе с возрастанием скорости мяча, но вид зависимости при этом экспоненциальный. Полученная зависимость была экстраполирована в обе стороны для перекрытия реального диапазона скоростей мяча. Результаты экстраполяции с точностью до пятого знака после запятой приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Величины средних квадратических погрешностей измерения промежутков времени для разных скоростей качения мяча

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина измеряемого промежутка времени, с | 0,040 | 0,080 | 0,120 | 0,160 | 0,200 | 0,240 | 0,280 |
| скорость, м/с | 10,000 | 5,000 | 3,333 | 2,500 | 2,000 | 1,667 | 1,429 |
| Погрешность, с | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,0032 | 0,0091 |

Как следует из данных таблицы 2, случайные и приборные погрешности измерений промежутков времени практически равны нулю и не могут определять педагогические критерии при развитии чувства скорости. Вместе с тем в области невысоких скоростей качения мяча от 1 до 2 м/с случайные и приборные погрешности измерений времени сравнимы со средними квадратическими погрешностями реализации (таблица 1). По этой причине в качестве педагогического критерия сформированности чувства реализуемой скорости мяча можно предложить удвоенную величину случайной погрешности: для скорости в 1,5 м/с - 0,018 секунды, 1,7 м/с – 0,006 секунды и для 2 м/с – 0,002 секунды.

Каждый из полученных для одной из 18-ти лунок акустических спектров был индивидуально различен как по количеству максимумов и минимумов интенсивности сигнала, так по ширине и диапазону акустических частот. Изменения вида акустических спектров во времени при игре на каждой лунке сопоставлялось с видеоизображением, что позволило идентифицировать экстремумы спектров с характерным положением мяча на игровой поверхности.

В целом в результате анализа акустических спектров для всех лунок было установлено, что чем выше жесткость мяча, тем громче звук и выше частота, на которую приходится максимум громкости. Экстремумы спектров соответствуют характерным звукам: качения мяча по разным игровым поверхностям, звукам соударения мяча с бортами и препятствиями, звукам падения мяча в лунку или попадания в цель.

При игре на лунке «трамплин с сачком» звук удара мяча в обод имеет наиболее высокую частоту в 3600 Гц. Стеклянные мячи при качении издают сигнал с частотой звучания 2500-2800 Гц. При этом разные стеклянные мячи имеют и разные частоты звуковых сигналов. Среднеквадратические отклонения акустических частот, вызванные различными стеклянными мячами при игре на одной и той же лунке, составляют от 30 до 400 Гц, а среднеквадратические отклонения звукового давления до 10 дБ.

Величины частоты и громкости звука для всех лунок, найденные как средние значения между двумя соседними максимумами спектра, представлены в табл. 1. При этом уровень фона был нами принят за величину порога слышимости равным 20 дБ [1], поскольку исходный уровень порога слышимости в программе Spectroid имеет отрицательные значения.

Таблица 1

Средние частота и громкость звука при качении мяча для разных лунок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название лунки | Громкость звука, дБ  m±σ | Частота, звука, Гц  m±σ |
| 1 | Наклонный круг | 61±0,3 | 2507,5 ± 33,2 |
| 2 | Лабиринт | 60,5±0,7 | 814,5 ± 24,7 |
| 3 | Трамплин с сачком | 60,5±0,7 | 3585,5 ± 33,2 |
| 4 | V- препятствие | 60±7,6 | 398 ± 45,3 |
| 5 | Вулкан | 60±2,8 | 621 ± 199,4 |
| 6 | Окно | 60±0,2 | 2801 ± 414,4 |
| 7 | Петля | 59,5±0,7 | 592 ± 17,0 |
| 8 | Пассажи | 59±0,3 | 1054,5 ± 33,2 |
| 9 | Труба | 58±0,3 | 530 ± 45,3 |
| 10 | Средняя возвышенность | 58±3,1 | 785 ± 24,7 |
| 11 | Мост | 53,5±2,1 | 694 ± 111,7 |
| 12 | Угол | 53±4,2 | 638,5 ± 190,2 |
| 13 | Улитка | 52,5±0,7 | 545 ± 199,4 |
| 14 | Палки | 52,5±3,5 | 600,5 ± 211,4 |
| 15 | Две волны | 51,5±3,5 | 588,5 ± 260,9 |
| 16 | Почки | 48,5±0,7 | 618 ± 219,2 |
| 17 | Пирамиды | 47±9,9 | 603,5 ± 198,7 |
| 18 | Молния | 46,5±4,9 | 808,5 ± 33,2 |

После проведения приборных измерений частоты и громкости звука испытуемым было предложено прослушать аудиозаписи качения мяча на разных лунках в произвольном порядке. Отмечалась точность распознавания лунки на слух в виде оценки «1» или ошибки распознавания в виде оценки «0». Затем для каждой лунки рассчитывалась средняя точность распознавания. Затем проводился педагогический эксперимент, в ходе которого спортсмены в течение пяти дней проходили на этих лунках по 4 раунда игры, чередуя каждый раз игру с ограничением слуха с использованием противошумовых вкладышей и без них [5, 8]. Кроме того, внимание спортсменов акцентировалось на темпе выполнения отведения и приведения клюшки при ударе в виде сигналов метронома и сообщения им времени качения мяча от момента удара до достижения лунки [10]. Всего было сыграно 20 таких раундов: 10 с ограничением слуха и 10 без ограничений слуха. Средние точности распознавания лунок на слух, произведенные десятью спортсменами, до и после проведения педагогического эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Точность распознавания лунок на слух

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | | Название лунки | | Средняя точность распознавания | |
| До эксперимента | | | После эксперимента | | |
| 1 | Наклонный круг | | 0,7 | | 0,9 |
| 2 | Лабиринт | | 1,0 | | 1,0 |
| 3 | Трамплин с сачком | | 1,0 | | 1,0 |
| 4 | V- препятствие | | 0,3 | | 0,6 |
| 5 | Вулкан | | 1,0 | | 1,0 |
| 6 | Окно | | 0,4 | | 0,6 |
| 7 | Петля | | 1,0 | | 1,0 |
| 8 | Пассажи | | 0,6 | | 0,9 |
| 9 | Труба | | 0,4 | | 0,7 |
| 10 | Средняя возвышенность | | 0,1 | | 0,4 |
| 11 | Мост | | 0,3 | | 0,6 |
| 12 | Угол | | 0,7 | | 0,7 |
| 13 | Улитка | | 0,6 | | 1,0 |
| 14 | Палки | | 0,2 | | 0,3 |
| 15 | Две волны | | 0,4 | | 0,6 |
| 16 | Почки | | 0,6 | | 0,6 |
| 17 | Пирамиды | | 0,3 | | 0,3 |
| 18 | Молния | | 0,1 | | 0,4 |

Проверка статистически значимых различий в результатах эксперимента осуществлялась путем установления справедливости гипотезы: «есть различия между медианами выборок» с использованием критерия знаковых рангов Вилкоксона и этого же критерия для парных данных. Установлена справедливость этой гипотезы при уровне статистической значимости р=0,05. Это означает, что точность распознавания лунок на слух в результате проведенного эксперимента возросла как в среднем по группе, так и у отдельных спортсменов.

При этом, как и следовало ожидать, точность распознавания была выше у тех спортсменов, которые распознавали звуки собственных игровых действий или звуки движения от собственных мячей. Во всех случаях точность распознавания была не высокой при распознавании звуков от мягких резиновых мячей при игре на лунках без их рикошетов от бортов.

Определить степень влияния обострения слуховых ощущений игровых действий на результаты игры представляется сложной задачей, поскольку во время эксперимента развивались не только слуховые ощущения, были и другие тренировочные воздействия. Тем не менее, на десяти лунках в среднем результаты улучшились, на четырех не стали хуже, и на четырех лунках произошли незначительные ухудшения результатов. Прирост результатов в среднем для всех десяти игроков составил от 01, до 0,3 ударов за раунд. При этом наблюдалась тенденция, что улучшения в результатах в основном произошли на тех лунках, на которых звуковое давление от качения мяча превышало 50 дБ, а частота звука была выше 600 Гц, т.е. на тех лунках при игре на которых звук воспринимался наиболее отчетливо.

ВЫВОДЫ:

Таким образом, в результате проведения инициативных опытно-конструкторских работ было создано устройство для измерения скорости качения мячей в диапазоне от нуля до 40 м/с и точностью ее измерения ±0,01 м/с.

Апробация этого устройства на практике позволила провести пилотные исследования кинестетических образов совершения игровых действий в мини-гольфе, установить взаимосвязь и различия между представляемыми образами и реальными игровыми действиями по величинам начальных скоростей качения мяча и стабильностью их выполнения.

К перспективным направлениям дальнейших исследований относятся:

• развитие способностей спортсменов количественной оценки скорости прихода клюшки к мячу (оценка начальной скорости мяча);

• развитие способностей спортсменов к реализации требуемой скорости мяча.

1. Разработанная методика развития чувства начальной скорости мяча на основе количественной оценки ее величины при игре в мини-гольф с использованием ограничителя движения и оптико-электронной фиксацией промежутков времени привела к улучшению точности восприятия и реализации игровых действий с 0.06 с до 0.015 с.

2. Средние квадратические отклонения скорости, характеризующие стабильность совершения игровых действий, по сравнению с игрой без ограничителя движения уменьшилась в 2-3 раза, а относительная ошибка реализации скорости уменьшилась до 4%.

3. Выявлена тенденция уменьшения среднего квадратического отклонения скорости вместе с ее уменьшением. Для диапазона скоростей от 1.0 до 2.6 м/с СКО скорости равно 10-12 см/с, а при больших скоростях СКО колеблется в пределах от 20 до 26 см/с.

К перспективам дальнейших исследований в части формирования количественных оценок кинематических параметров точностных движений в мини-гольфе можно отнести разработку специальных методик по оценке совершаемых действий по угловой скорости верчения мяча и направлению его перемещения.

случайные и приборные погрешности измерений промежутков времени практически равны нулю и не могут определять педагогические критерии при развитии чувства скорости. Вместе с тем в области невысоких скоростей качения мяча от 1 до 2 м/с случайные и приборные погрешности измерений времени сравнимы со средними квадратическими погрешностями реализации (таблица 1). По этой причине в качестве педагогического критерия сформированности чувства реализуемой скорости мяча можно предложить удвоенную величину случайной погрешности: для скорости в 1,5 м/с - 0,018 секунды, 1,7 м/с – 0,006 секунды и для 2 м/с – 0,002 секунды.

В результате проведенных исследований установлено, что интенсивность и частота звука, возникающего при качении мяча имеют существенно различные спектры при игре на отдельных лунках. Также определено, что точность распознавания игровых действий на слух может быть существенно увеличена в результате специальных тренировочных воздействий. Установлено, что обострение слуховых ощущений игровых действий вместе с другими тренировочными приемами, повышающими кинестетическую чувствительность, приводит к улучшению результатов игры на отдельных лунках.

К перспективам дальнейших исследований в этом направлении можно отнести организацию подобных экспериментов с участием контрольной группы спортсменов, в тренировочную программу которых не включаются тренировочные задания по развитию акустических образов игровых действий. Это возможно при увеличении объема выборки испытуемых. Также перспективным представляется развитие акустической чувствительности игроков путем определения упругих свойств мячей для мини-гольфа по интенсивности, частоте и такту звука их отскока от игровой поверхности перед ударом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боген, М.М. Обучение двигательным действиям / М.М. Боген. – М. : ФиС, 1985. – 192 с.

2. Геллерштейн, С.Г. Чувство времени и скорость двигательной реакции / С.Г. Геллерштейн. – М.: Медгиз, 1958. – 148 с.

3. Голомазов, С.В. Кинезиология точностных действий человека / С.В. Голомазов. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – 227 с.

4. Корольков, А.Н. Анализ специальных когнитивных образов при игре в мини-гольф / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2017. - № 1 (143). - С.250-257.

5. Корольков, А.Н. Анализ чувства усилия при игре в мини-гольф / А.Н. Корольков // Теория и практика физической культуры. - 2012. - N 1. - С. 54-56.

6. Корольков, А.Н. Влияние вида игровых площадок в мини-гольфе на спортивный результат / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2014. - № 8 .- С.93-95.

7. Корольков, А.Н. Критерий каменистой осыпи как критерий образования двигательных умений / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2015. - № 7 (125). - С.100-104.

8. Корольков, А.Н. Мини-гольф: теоретические и методические основы спортивной подготовки. Монография / − М.: Эдитус, 2015. − 264 с. ISBN 978-5-00058-310-4

9. Корольков, А.Н. Пороги восприятия движений различных звеньев тела / А.Н. Корольков, В.Г. Никитушкин // Прикладная спортивная наука, 2016, № 2(4), С. 27-32.

10. Корольков, А.Н. Тренировка кинестетических усилий в паттинге и мини-гольфе / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта

11. Никитушкин, В.Г. Метаучение о воспитании двигательных способностей: монография / В.Г. Никитушкин, Г.Н. Германов, Р.И. Купчинов. – Воронеж: Элист, 2016. – 506 с. ISBN: 978-5-87172-083-7

12. Фризен, А.И. Возможности применения устройства для измерения скорости мячей в паттинге и мини-гольфе / А.И. Фризен, О.И. Фризен, А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2016. - № 5 (135). - С.225-231.

1. Боген, М.М. Обучение двигательным действиям / М.М. Боген. – М. : ФиС, 1985. – 192 с.

2. Геллерштейн, С.Г. Чувство времени и скорость двигательной реакции / С.Г. Геллерштейн. – М. : Медгиз, 1958. – 148 с.

3. Голомазов, С.В. Кинезиология точностных действий человека / С.В. Голомазов. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – 227 с.

4. Вихрева, Н.А. История записи танца / Н.А. Вихрева. – М. : Московская государственная академия хореографии, 2014. – 412 с. – ISBN 978—5-600-00870-0.

5. Корольков, А.Н. Мини-гольф: теоретические и методические основы спортивной подготовки. Монография / А.Н. Корольков. − М. : Эдитус, 2015. − 264 с. – ISBN 978-5-00058-310-4.

6. Корольков, А.Н. Тренировка кинестетических усилий в паттинге и мини-гольфе / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. –2013. – № 4. – С. 58-62.

7. Корольков, А.Н. Содержание многолетней подготовки юных игроков в гольф : монография / А.Н. Корольков, В.В. Верченов. – Воронеж : Научная книга, 2014. – 403 с. – ISBN 978-5-4446-0430-4.

8. Корольков, А.Н. Сольфеджио и temps lié в дидактике гольфа: перспективы развития кинестезии игровых действий / А.Н. Корольков // Традиции и инновации в системе подготовки спортсменов и спортивных кадров : материалы II Всероссийской отраслевой научной интернет-конференции преподавателей спортивных вузов в режиме on-line. Научно-организационное управление ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма». – М. : Изд-во : Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2014. – С. 37-42.

9. Корольков, А.Н. Ментальные опасения при игре в мини-гольф / А.Н. Корольков, О.И. Фризен // Известия Сочинского государственного университета. – 2015. – № 1 (34). – С. 33-36.

10. Лебедь, Ф. Метод построения двухмерного таксономического пространства для классификации игр и видов спорта / Ф.Л. Лебедь // Теория и практика физ. культуры. – 2002. – № 8. – С. 18-26.

11. Мысленная тренировка в психологической подготовке спортсмена: научная монография / А.В. Веракса, А.Е. Горовая, А.И. Грушко, С.В. Леонов. – М. : Спорт, 2016. – 208 с. ISBN 978-5-9907240-6-8

12. Формирование акустических образов игровых действий в мини-гольфе / А.Н. Король-

ков, О.И. Фризен, Г.Н. Германов, И.В. Машошина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 3 (133). – С. 119-123.

13. Sanders R. Seeking Nicklaus-like consistency in putting: an experiment for the BBC [электронный ресурс] / R. Sanders // The International Society of Biomechanics in Sport Coaches’ // URL :http://www.coachesinfo.com/category/golf/ 57/. – Дата обращения 01.01.2016.

1. Голомазов, С.В. Кинезиологияточностных действий человека / С.В. Голомазов// - М.: СпортАкадемПресс, 2003. - 227 с.: ил.

2. Корольков, А.Н. Восприятие звуковых образов игровых действий в гольфе / А.Н. Корольков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2015. - № 1 .- С.104-109.

3. Корольков, А.Н. Закономерности формирования двигательного навыка у юных игроков в мини-гольф / А.Н. Корольков // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. - 2011. - N 6. - С. 36-37.

4. Корольков, А.Н. Тренировка кинестетических усилий в паттинге и мини-гольфе / А.Н. Корольков //Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. -2013. - № 4 .- С.58-62.

5.Корольков, А.Н. Мини-гольф: теоретические и методические основы спортивной подготовки: монография / А.Н. Корольков // М.: Эдитус, 2015. − 264 с.

6. Корольков, А.Н., Никитушкин, В.Г. Современные проблемы спортивной тренировки в гольфе / А.Н. Корольков, В.Г. Никитушкин // Вестник спортивной науки. - 2015. - N 1. - С.10-14.

7. Немцев, О.Б. Биомеханические основы точности движений : [монография] / О.Б. Немцев. - Майкоп: [Изд-во АГУ], 2004. - 187 с.: ил.

8. Фесенко, В.А. и др. Современные тенденции развития российского мини-гольфа / В.А. Фесенко, Л.Х. Галяминская, О.И. Фризен // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2015. – № 3. – С. 160-167.

9. Фризен, А.И. и др. Возможности применения устройства для измерения скорости мячей в паттинге и мини-гольфе /А.И. Фризен, О.И. Фризен, А.Н. Корольков //Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта". 2016. № 5 (135), С.225-231.