

УДК 796.012.32

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ

<sup>1</sup>Фамильникова Н.В., <sup>1</sup>Полевщиков М.М., <sup>2</sup>Роженцов В.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, e-mail: mmpol@yandex.ru;

<sup>2</sup>Межрегиональный открытый социальный институт, Йошкар-Ола, e-mail: vrozhentsov@mail.ru

Рассмотрены методики тестирования реакции на движущийся объект и методы оценки результатов тестирования. Показано, что для оценки точности реакции на движущийся объект для спортсменов ситуационных видов спорта не применима оценка, вычисленная как среднеарифметическое значение или среднеквадратическое отклонение ошибок упреждения и запаздывания. Для оценки точности реакции на движущийся объект предложено вычислять абсолютное значение ошибок несовпадения точечного объекта и метки (отклонений точечного объекта от метки), оценку точности вычислять по формуле  $T = \sum_{i=1}^n t_i / n$ , где  $t_i$  – i-е

отклонение точечного объекта от метки, мс;  $n$  – число остановок точечного объекта в области положения метки. С целью отбора для занятий ситуативными видами спорта предложено по результатам тестирования строить вариационный ряд ошибок несовпадения точечного объекта и метки, вычислять вариационный размах  $R$  ряда по формуле  $R = t_{\max} - t_{\min}$ , где  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$  – соответственно наибольший и наименьший члены вариационного ряда, и отмечать на числовой оси отрезок, ограниченный наибольшим и наименьшим членами вариационного ряда.

**Ключевые слова:** ситуационные виды спорта, единоборства, спортивные игры, реакция на движущийся объект, точность реакции, отбор

## ACCURACY EVALUATION OF A HUMAN'S REACTION TO A MOVING OBJECT

<sup>1</sup>Familnikova N.V., <sup>1</sup>Polevshnikov M.M., <sup>2</sup>Rozhentsov V.V.

<sup>1</sup>Mary State University, Yoshkar-Ola, e-mail: mmpol@yandex.ru;

<sup>2</sup>Interregional Open Social Institute, Yoshkar-Ola, e-mail: vrozhentsov@mail.ru

The techniques of testing the reaction to a moving object and methods of testing results evaluation are investigated. It is shown that to assess the accuracy of the reaction to a moving object of the athletes of situational kinds of sports one can't use the evaluation being calculated as the simple average or standard deviation of leading or delaying errors. To assess the accuracy of the reaction to a moving object it is proposed to calculate the absolute value of errors of non coincidence of the point object and the marker (deviation of the point object from the marker), to assess the accuracy using the formula:  $T = \sum_{i=1}^n t_i / n$ , where  $t_i$  – i-th deviation of the point object from its mark,

ms;  $n$  – the number of stops of the point object in the area of the mark location. According to the testing results for the purpose of selection for the engagement in situational kinds of sports it is suggested to create a variation series of errors of non coincidence of the point object and the marker, to calculate a variation range of the series  $R$  using the formula  $R = t_{\max} - t_{\min}$ , where  $t_{\max}$  and  $t_{\min}$  are accordingly the highest and lowest members of the variation series, and to mark on the numeric axis the line segment being limited by the highest and lowest members of the variation series.

**Keywords:** situational kinds of sport, martial arts, sport games, reaction to a moving object, the accuracy of reaction, selection

Эффективность спортсмена в ситуационных видах спорта (единоборства, спортивные игры) во многом зависит от способности ориентироваться в меняющейся обстановке, умения рассуждать и прогнозировать свои действия. Одним из хорошо известных тестов, используемых для оценки способности ориентации человека в пространстве и во времени, предвидения хода событий является тестирование времени реакции на движущийся объект (РДО). Вопросы тестирования РДО рассмотрены в работах [1, 8], использования теста РДО при отборе для занятий единоборствами – в работе [11], игровыми видами спорта – в работе [10].

Являясь сложным пространственно-временным рефлексом, тест РДО используется для определения уровня взаимоотношения процессов возбуждения и торможения

в центральной нервной системе [3], позволяет диагностировать функциональное состояние центральной нервной системы спортсменов, состояние сенсомоторной деятельности [5], развитие утомления и переутомления [4], результативность спортсменов в различных видах спорта, уровень их тренированности и степень точности двигательных действий.

Показатель точности, по мнению С.В. Голомазова [2], является наиболее важным, но в то же время и наиболее трудным для нахождения критерием, позволяющим оценить эффективность двигательных действий. Среди точностных движений можно выделить два вида [2]:

– движения, качество которых оценивается по точности выполнения заданных траекторий (точность слежения);

– движения, качество которых оценивается по конечному результату (целевая точность).

В спортивной практике наиболее часто используется способ оценки точности конечного результата одиночного движения или серии движений по вероятности попадания в заданную область. В этом случае могут быть две оценки [2]:

- по альтернативному признаку (да, нет);
- по отношению удачных и неудачных попыток в серии (в процентах).

В то же время точность движений оценивается по значению стандартного отклонения. Установлено, что количественные показатели точности одних и тех же попыток двигательных действий, вычисленные по вероятности и по стандартному отклонению, изменяются по разным законам при изменении условий выполнения задания. Это часто приводит исследователей к разной трактовке одних и тех же фактов при обсуждении и сопоставлении полученных результатов [2].

Цель работы – получить более адекватную оценку точности двигательных действий по результатам тестирования РДО.

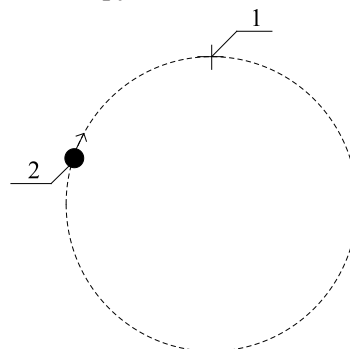
#### **Метод тестирования реакции человека на движущийся объект**

Суть метода РДО заключается в определении точки встречи движущегося объекта с неподвижной точкой, заранее указанной в словесной инструкции. Задача испытуемого, пытающегося точно остановить движущийся объект в указанной ему точке, состоит в нахождении некоторой величины упреждения с учетом скорости движения объекта, оставшегося расстояния и своих скоростных возможностей. В этой ситуации человек регулирует свои действия на основе информации о предыдущих реакциях, старается до минимума сократить величину рассогласования между полученным результатом и точкой, указанной в инструкции, совместить движущийся объект с этой точкой. Ошибки упреждения корректируются увеличением пути движения объекта, а ошибки запаздывания – сокращением пути его движения. На первых порах, корректируя одну ошибку, испытуемые допускают другую и лишь постепенно находят минимальную величину упреждения, позволяющую остановить объект в заданной точке [7].

Для оценки точности РДО испытуемому предъявляли на экране видеомонитора окружность, на которой помещена метка 1 и точечный объект 2, движущийся с заданной скоростью по окружности, как показано на рисунке.

Испытуемый, наблюдая за движением точечного объекта 2, в момент предполагаемого совпадения положения движущегося

точечного объекта 2 с меткой 1 нажатием кнопки «Стоп» останавливал движение точечного объекта 2 по окружности. Затем компьютер вычислял абсолютное значение ошибки несовпадения точечного объекта 2 и метки 1 (отклонение), и через заданное время возобновлял движение точечного объекта 2 по окружности.



*Схема тестирования реакции на движущийся объект. Обозначения в тексте*

Испытуемый выполнял описанную процедуру заданное число раз, после чего вычислялось время реакции  $T$  на движущийся объект по формуле

$$T = \sum_{i=1}^n t_i / n,$$

где  $t_i$  –  $i$ -е отклонение объекта 2 и метки 1, мс;  $n$  – число остановок точечного объекта в области положения метки.

По значению времени реакции  $T$  на движущийся объект оценивали точность двигательных действий испытуемого [12].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Двигательная деятельность человека является проблемой, решение которой предполагает, с одной стороны, вскрытие механизмов управления движениями, а с другой – широкий круг исследований в области формирования и совершенствования двигательных навыков.

Точностные двигательные действия являются моделью для изучения построения движений, так как имеются четкие и хорошо измеряемые критерии эффективности их исполнения. Эта модель представляется наиболее удобной формой, отражающей организацию работы мозга, которая, по мнению С.В. Голомазова [2], является основной проблемой биомеханики. С этой точки зрения точностные двигательные действия – наиболее перспективный объект для изучения биомеханических систем. Другим аспектом изучения точности двигательных действий является способность человека

выполнять движения точно как индивидуальная характеристика.

Изучение организации движений такой сложной системы, как человек, должно проводиться, по мнению С.В. Голомазова [2], на основе комплексного подхода и с выделением отдельных элементов. Анализ сложного двигательного действия может быть упрощен, если будут известны отдельные закономерности изменения точности для элементарных форм движений. В связи с этим исследования точности движений в плане выявления аналитических зависимостей точности должны быть построены так, чтобы в каждом конкретном случае точность определялась функционированием преимущественно одной сенсорной системы. С этих позиций могут быть рассмотрены три варианта двигательных заданий, отличающиеся по характеру предъявления стимула [2]:

- предъявляется эталон стимула (усилие, скорость движения, амплитуда), и необходимо на кинестетической основе (без зрительного контроля) воспроизвести его величину;
- предъявляется стимул в стандартном положении, например в виде видимой цели, которую необходимо поразить;
- предъявление стимула имеет некоторую энтропию по времени или месту (поражение неожиданно появляющейся мишени, реакция на движущийся предмет).

Проявление точности при выполнении специально тренируемых действий очень специализировано. Об этом свидетельствует то, что наблюдается отсутствие корреляции показателей точности ударов с дальней и ближней дистанции у футболистов, показателей точности бросков с места и в движении у баскетболистов, показателей точности пасах и навесных ударов у теннисистов [2].

Достижение высоких результатов в ситуационных видах спорта во многом зависит от пространственных (дифференцирование, точное воспроизведение и отмеривание пространственных интервалов, ориентация в пространстве) и временных (дифференцирование, точное воспроизведение и отмеривание временных интервалов) свойств человека. Так как тест РДО является сложным пространственно-временным рефлексом, то он может использоваться для оценки правильности принятия решений и точности двигательных действий спортсмена ситуативных видов спорта.

Анализ литературных источников показал, что одной из методик оценки РДО является использование обычного стрелочного секундомера, одно деление которого равно 0,01 сек. Испытуемые по команде «Можно» нажатием кнопки пускают секундомер и останавливают его в момент достижения стрелкой заданного деления на циферблате.

Индикатором РДО является величина ошибок запаздывания и ошибок упреждения [6].

По другой известной методике оценки РДО испытуемому предъявляют на экране видеомонитора окружность, на которой помещены объект и метка, обозначающая точку останова. Для обеспечения движения объекта по окружности испытуемый удерживает кнопку пульта управления в нажатом состоянии. В момент предполагаемого совпадения объекта с меткой испытуемый отжимает кнопку пульта [4].

Оценка точности РДО как конечного результата выполнения двигательного действия требует более детального рассмотрения, так как существуют разные способы ее оценки, как показал анализ литературных источников.

Так Н.М. Пейсахов [7] рекомендует вычислять среднюю величину ошибок запаздывания и среднюю величину ошибок упреждения. Для оценки средней величины ошибок запаздывания подсчитывается сумма ошибок запаздывания и количество ошибок такого рода. Деление суммарной величины ошибок на их количество дает искомую величину. Аналогичным образом вычисляется критерий, характеризующий среднюю величину ошибок упреждения.

О.И. Маслова с соавт. [5] судят об оценке РДО по количеству опережающих, отстающих и точных реакций. Н.И. Караулова [3] при обработке результатов тестирования вычисляет процент точных реакций, процент опережающих реакций, процент запаздывающих реакций, среднюю длительность опережающих реакций, среднюю длительность запаздывающих реакций.

Экспериментально установлено, что указанные способы дают разные результаты оценки РДО, когда число ошибок запаздывания не равно числу ошибок упреждения, а их величины незначительно отличаются друг от друга или когда число ошибок запаздывания равно числу ошибок упреждения, но их величины отличаются друг от друга значительно.

Для получения достоверной оценки РДО во всех случаях соотношений количества ошибок запаздывания и упреждения или их значений А.В. Песошин с соавт. [9] рекомендуют вычислять среднеарифметическое значение всех ошибок совместно, как запаздывания, так и упреждения.

Однако оценка времени РДО спортсмена ситуационных видов спорта, вычисленная как среднеарифметическое значение, не позволяет адекватно оценить точность его двигательных действий. Пусть при тестирования времени реакции на движущийся объект двух испытуемых получены следующие значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки:

– для первого испытуемого +10, –10, +10, –10, +10, –10, +10, –10 мс;  
– для второго испытуемого +5, –5, +5, –5, +5, –5, +5, –5 мс.

Среднеарифметические значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки обоих испытуемых совпадают и равны нулю, но равенство нулю среднеарифметических значений не свидетельствует о каком-либо значении времени РДО. В то же время значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки у второго испытуемого меньше, чем у первого, следовательно, его время реакции на движущийся объект меньше.

Как уже упоминалось, для оценки точности двигательных действий могут использоваться дисперсия или стандартное (среднеквадратичное) отклонение, характеризующие рассеяние (отклонение) значений ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки. Однако и дисперсия и стандартное отклонение служат мерой отклонения ошибок не совпадения положений точечного объекта и метки от их среднего значения.

Поэтому ни дисперсия, ни стандартное отклонение не могут служить адекватной оценкой точности двигательных действий испытуемого. Пусть при тестировании времени реакции на движущийся объект двух испытуемых получены следующие значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки:

– для первого испытуемого +10, –10, +5, –5, +10, –10, +5, –5, +10, –10 мс;  
– для второго испытуемого +15, –5, 10, 0, +15, –5, 10, 0, +15, –5 мс.

Стандартное отклонение ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки для первого и второго испытуемого равно 8,8 мс, но максимальное абсолютное значение ошибки несовпадения точечного объекта и метки у первого испытуемого, равное 10 мс, меньше, чем у второго, равного 15 мс, следовательно, точность двигательных действий первого испытуемого выше.

Методика тестирования РДО может быть использована для отбора занятиями ситуативными видами спорта. Предложено по результатам тестирования РДО строить вариационный ряд ошибок несовпадения точечного объекта и метки, вычислять вариационный размах  $R$  ряда по формуле

$$R = t_{\max} - t_{\min},$$

где  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$  – соответственно наибольший и наименьший члены вариационного ряда, и отмечать на числовой оси отрезок, ограниченный наибольшим и наименьшим членами вариационного ряда.

Отбор для занятий ситуативными видами спорта предложено выполнять по мень-

шему значению вариационного размаха ошибок несовпадения точечного объекта и метки. При отборе для занятий спортивными играми необходимо учитывать расположение на числовой оси отрезка, ограниченного наибольшим и наименьшим членами вариационного ряда ошибок несовпадения точечного объекта и метки, наиболее близкое к симметрии относительно нулевой точки, при отборе единоборцев – наиболее сдвинутое в область отрицательных значений [11].

### Заключение

Рассмотрены методики тестирования реакции на движущийся объект и методы оценки результатов тестирования. Показано, что для оценки точности реакции на движущийся объект для спортсменов ситуационных видов спорта не применима оценка, вычисленная как среднеарифметическое значение или среднеквадратическое отклонение ошибок упреждения и запаздывания.

Для оценки точности реакции на движущийся объект предложено определять отклонение точечного объекта от метки и вычислять среднеарифметическое значение отклонений.

### Список литературы

1. Афоньшин В.Е., Роженцов В.В. Технология тестирования времени реакции спортсмена // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2–9. – С. 1957–1960.
2. Голомазов С.В. Кинезиология точностных действий человека. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. – 228 с.
3. Караулова Н.И. Возможности использования реакции на движущийся объект в оценке результатов тренировок // *Физиология человека*. – 1982. – Т. 8, № 4. – С. 653–659.
4. Маслов Н.Б., Блощинский И.А., Максименко В.Н. Нейрофизиологическая картина генеза утомления, хронического утомления и переутомления человека-оператора // *Физиология человека*. – 2003. – Т. 29, № 5. – С. 123–133.
5. Маслова О.И., Горюнова А.В., Гурьева М.Б. и др. Применение тестовых компьютерных систем в диагностике когнитивных нарушений при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью у детей школьного возраста // *Медицинская техника*. – 2005. – № 1. – С. 7–13.
6. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н.М. Пейсахов, А.П. Кашин, Г.Г. Баранов и др.; под ред. В.М. Шадрина. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. – 238 с.
7. Пейсахов Н.М. Закономерности динамики психических явлений. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1984. – 235 с.
8. Песошин А.А., Роженцов В.В. Способ оценки времени реакции на движущийся объект // *Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева*. – 2012. – № 3. – С. 143–146.
9. Песошин А.В., Петухов И.В., Роженцов В.В. Способ оценки времени реакции человека на движущийся объект // Патент России № 2326595. 2008. Бюл. № 17.
10. Полевщиков М.М., Роженцов В.В. Точность двигательных действий как критерий отбора для занятий игровыми видами спорта // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. – 2013. – № 6(100). – С. 103–108.
11. Полевщиков М.М., Роженцов В.В. Методика спортивного отбора для занятий единоборствами // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2015. – № 9. Ч. 2. – С. 352–355.
12. Тарасов К.А., Роженцов В.В. Способ оценки времени реакции человека на движущийся объект // Патент России № 2536114. 2014. Бюл. № 35.