

# Мультипараметрический подход к интегральной оценке работоспособности спортсмена

А.Е. Ким<sup>1</sup>, Е.Б. Шустов<sup>2</sup>, И.П. Зайцева<sup>3</sup>, О.Н. Зайцев<sup>4</sup>, В.П. Ганапольский<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Научно-клинический центр токсикологии им. акад. С.Н. Голикова ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

<sup>4</sup> Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия

## РЕЗЮМЕ

Проблема интегральной оценки работоспособности в спорте не имеет однозначного решения. Реализуемые в настоящее время подходы могут быть условно сведены к нескольким направлениям: монопараметрическим, мультипараметрическим, качественным, комбинированным. В рамках монопараметрического подхода выделяется основной количественно измеряемый показатель (скорость, сила, длина, длительность, баллы результата), динамика которого оценивается, а остальные компоненты функционального состояния при этом игнорируются. В рамках качественного подхода осуществляется экспертная оценка тренерами и отдельными специалистами уровня готовности спортсмена к соревнованиям с учетом результатов, полученных в ходе тренировочного процесса. Комбинированный подход подразумевает использование отдельных элементов разных направлений оценки, однако получение при этом корректно интерпретируемых динамических показателей затруднено.

Наибольший интерес своей объективностью и информативностью, способностью оценивать состояние и работоспособность спортсменов в динамике и в сопоставлении друг с другом, представляет мультипараметрический подход. В рамках мультипараметрического подхода вычлняются наиболее значимые компоненты, определяющие спортивный результат (генетическая предрасположенность, состояние здоровья, уровень мотивации, эмоциональное состояние, общая и специальная выносливость, уровень тренированности, готовности к соревнованиям), их выраженность переводится в безразмерные нормированные баллы (стэны), имеющие нормальное статистическое распределение и позволяющие решать задачи популяционных оценок результатов, затем в привязке к конкретному виду спорта определяются показатели вклада конкретных компонентов в конечный результат, и в соответствии с полученными решающими правилами получают интегральную оценку. Важным при этом является нормирование показателей по эталонной группе спортсменов, показывающих максимальные спортивные результаты, например, по группе участников национальных и международных соревнований. Мультипараметрический подход может быть использован также в видах спорта, не имеющих прямо измеряемых показателей результата (спортивные игры, единоборства, сложнокоординированные виды спорта), что является его важным преимуществом.

**Ключевые слова:** работоспособность, функциональное состояние, интегральная оценка, спортивная медицина

## Как цитировать

А.Е. Ким, Е.Б. Шустов, И.П. Зайцева, О.Н. Зайцев, В.П. Ганапольский. Мультипараметрический подход к интегральной оценке работоспособности спортсмена. *Педиатр.* 2025;16(6):78–88. <https://doi.org/10.56871/PED.2025.25.46.008>.

# Multiparametric approach to integral assessment of athlete's performance

Alexey E. Kim<sup>1</sup>, Evgeny B. Shustov<sup>2</sup>, Irina P. Zaitseva<sup>3</sup>, Oleg N. Zaitsev<sup>4</sup>, Vyacheslav P. Ganapolsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Scientific and Clinical Center of Toxicology named after Academician S.N. Golikov, Federal Medical and Biological Agency of Russia, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup> P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

<sup>4</sup> Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia

## ABSTRACT

The problem of integrated assessment of performance in sports does not have a single solution. The approaches currently being implemented can be conditionally reduced to several areas: monoparametric, multiparametric, qualitative, combined. Within the framework of the monoparametric approach, the main quantitatively measured indicator (speed, strength, length, duration, result points) is identified, the dynamics of which is assessed, while the remaining components of the functional state are ignored. Within the framework of the qualitative approach, expert assessment of the athlete's level of readiness for competitions is carried out by coaches and individual specialists, taking into account the results obtained during the training process. The combined approach involves the use of individual elements from different assessment areas, but obtaining correctly interpreted dynamic indicators is difficult. The multiparametric approach is of the greatest interest due to its objectivity and information content, the ability to assess the condition and performance of athletes in dynamics and in comparison with each other. Within the framework of the multiparametric approach, the most significant components that determine the sports result are identified (genetic predisposition, health status, motivation level, emotional state, general and special endurance, level of training, readiness for competitions), their expression is converted into dimensionless standardized points (stens) that have a normal statistical distribution and allow solving problems of population assessments of results, then, in relation to a specific sport, the contribution of specific components to the final result is determined, and an integral assessment is obtained in accordance with the obtained decision rules. It is important to standardize the indicators for a reference group of athletes showing maximum sports results, for example, for a group of participants in national and international competitions. The multiparametric approach can also be used in sports that do not have directly measurable performance indicators (sports games, martial arts, complex coordinated sports), which is its important advantage.

**Keywords:** performance, functional state, integrated assessment, sports medicine

## To cite this article

Kim A.E., Shustov E.B., Zaitseva I.P., Zaitsev O.N., Ganapolsky V.P. Multiparametric approach to integral assessment of athlete's performance. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2025;16(6):78–88. (In Russian). <https://doi.org/10.56871/PED.2025.25.46.008>.

Проблема выбора адекватных показателей спортивной деятельности и физической работоспособности спортсмена, его функционального состояния до сих пор является одной из дискуссионных. Казалось бы, в выборе показателей для исследования нет особых сложностей. Есть прямые измеряемые показатели, отражающие спортивный результат, — время пробега дистанции, длина прыжка, вес поднятой спортсменом штанги и тому подобные показатели, которые и должны анализироваться в ходе исследования. Улучшение именно этих показателей является целью тренировочного процесса, а достижение максимально возможного результата — целью соревновательного процесса. Огромную методическую проблему представляет то, что в большинстве случаев невозможно количественно описать ожидаемый результат. Во многих видах спорта (например, в игровых видах, единоборствах, сложнокоординационных видах) прямо измеряемых показателей, которые могут рассматриваться как критерий результата, не существуют вообще. Это является следствием многофакторности оказываемых на спортивный результат влияний, невозможностью полноценно воспроизвести в ходе тренировочного процесса комплексное воздействие факторов соревнования, да и невозможностью формализовать достижение состояния крайней мобилизации для победы.

В практике спортивной медицины есть две группы качеств деятельности спортсменов, оцениваемых явно или неявно. К группе явно оцениваемых качеств относятся:

- скоростные качества, особенно значимые для оценки спортивных результатов на коротких и средних дистанциях всех видов бега, плавания, лыжных и конькобежных гонок, велоспорта и т.д.);
- силовые характеристики (тяжелая атлетика, метания диска, молота и копья, бокс и другие единоборства);
- выносливость — способность противостоять утомлению (длинные дистанции бега, плавания, лыжных и конькобежных гонок, велоспорт, игровые виды спорта);
- координированность (гимнастика, единоборства, прыжки, игровые виды спорта, стрельба).

К группе неявно оцениваемых качеств спортсменов относятся:

- психологическая готовность (стрессоустойчивость, собранность, способность к мобилизации, спортивная злость);
- функциональные резервы (реакция на нагрузку сердечно-сосудистой и дыхательной систем, резервы вегетативной и эндокринной регуляции, уровень гликогена в тканях, глюкозы в крови, кислородная емкость крови);
- скорость восстановления (активность адаптивного протеинсинтеза, глюконеогенеза, утилизации лактата, ресинтеза гликогена и креатинфосфата);
- адаптируемость (адаптация к росту физических нагрузок, климатогеографических факторов, смене суточных ритмов).

По этой причине система оценки динамики состояния работоспособности спортсменов в ходе тренировочного и соревновательных процессов, являющаяся основой для

принятия управляющих решений тренером и врачом, должна быть ориентирована на комплексную оценку готовности к соревнованиям и достижению максимального спортивного результата.

Реализуемые в настоящее время подходы могут быть условно сведены к нескольким направлениям: монопараметрическим, мультипараметрическим, качественным, комбинированным.

В рамках **монопараметрического** подхода выделяется основной количественно измеряемый показатель (скорость, сила, длина, длительность, баллы результата), динамика которого оценивается, а остальные компоненты функционального состояния при этом игнорируются. При оценке физической работоспособности спортсменов обычно оценивают ее статические и динамические компоненты, а также характеристики, замыкающиеся на преимущественный тип энергообеспечения физической деятельности (аэробный, анаэробный, смешанный аэробно-анаэробный). Показатели работоспособности подразделяются на прямые и косвенные. Прямые показатели характеризуют конечный результат (эффективность и надежность выполнения деятельности), а также «рабочих тестов» — стандартизированные по объему, времени и условиям выполнения рабочие задания, представляющие собой по содержанию отдельные элементы рабочей деятельности. Именно прямые показатели служат основой для монопараметрической оценки состояния спортсмена в этих видах спорта.

В рамках **качественного подхода** осуществляется экспертная оценка тренерами и отдельными специалистами уровня готовности спортсмена к соревнованиям с учетом результатов, полученных в ходе тренировочного процесса. Экспертная оценка спортсмена проводится по пятибалльной шкале [1] по следующим функциональным показателям:

- общая физическая подготовка;
- общая техническая готовность;
- психологическая готовность к соревнованиям или этапу подготовки;
- мотивированность к конкретным соревнованиям или этапу подготовки;
- другие качества готовности (могут вводиться тренерами для отдельных видов спорта или даже отдельных спортсменов).

Сумма набранных баллов и формирует качественную оценку состояния готовности спортсмена, которая имеет следующие градации: оптимальное (85% максимально возможной оценки и выше), рабочее (65–84% максимально возможной), допустимое (51–64%), пограничное (40–50%) и неудовлетворительное (39% и менее).

**Комбинированный подход** подразумевает использование отдельных элементов разных направлений оценки (как правило, в виде набора показателей и оценок), однако получение при этом корректно интерпретируемых динамических показателей затруднено.

Наибольший интерес своей объективностью и информативностью, способностью оценивать состояние и рабо-

тоспособность спортсменов в динамике и в сопоставлении друг с другом представляет **мультипараметрический подход**. В рамках мультипараметрического подхода выделяются наиболее значимые компоненты, определяющие спортивный результат: генетическая предрасположенность, состояние здоровья, уровень мотивации, эмоциональное состояние, общая и специальная выносливость, уровни тренированности, готовности к соревнованиям и другие профессионально важные качества. Осуществляется измерение (или иная оценка) их выраженности, которая затем переводится в безразмерные единицы, позволяющие в дальнейшем осуществлять обычные математические операции (суммирование, усреднение), что в итоге позволит получить интегральную оценку.

При мультипараметрическом подходе в анализ могут включаться не только прямые, но и косвенные показатели работоспособности спортсменов. Косвенные показатели работоспособности подразделяются на показатели текущего функционального состояния организма и его резервных возможностей. Показатели резервных возможностей организма определяются при проведении функциональных нагрузочных проб, которые характеризуют, в первую очередь, степень напряжения и уровень компенсаторных возможностей различных систем организма, при выполнении дополнительных задач на фоне основной деятельности, введении отказов техники в ходе выполнения задания на тренажере и т.п.

Вообще задача отбора показателей для мультипараметрической интегральной оценки с методологической точки зрения является достаточно сложной. Очевидно, что для оценки работоспособности должны использоваться такие методы исследований, которые позволяют оценить соответствующие качества спортсменов в ходе тренировочного процесса. В зависимости от вида спорта и конкретных целей проводимой интегральной оценки необходимо выделить несколько «наборов» качеств спортсмена, минимальных и достаточных для интегральной оценки его физической работоспособности как потенциальной способности к достижению заявленного (а в идеале — максимально возможного) спортивного результата.

При построении программы исследований нужно использовать наработанные в физиологии труда методические подходы, обеспечивающие методическое единство и сопоставимость результатов исследования, а именно принципы:

- адекватности (соответствие особенностям спортивной деятельности);
- валидности (соответствие предназначения методики и того качества, которое она в действительности измеряет);
- надежности (стабильность результатов при повторном обследовании одного и того же спортсмена);
- практичности (доступность, простота и быстрота выполнения, кратковременность исследования, удобство фиксации результатов, возможность применения в полевых условиях);

- адаптированности к спортивному контингенту (возможность соотносить с нормативами, полученными на выборах спортсменов);
- комплексности (применение такого набора методик, которые позволят дать надежную информацию о функциональном состоянии спортсмена);
- минимизации (ограничение количества методик до минимально необходимого уровня, исключение дублирующих или взаимовыводимых показателей);
- конкретности (изучение в первую очередь тех систем и функций, которые испытывают наибольшую нагрузку в конкретном виде спорта);
- динамичности (проведение периодически повторяющихся исследований на разных фазах тренировочного или соревновательного процессов);
- реактивности (изучение реакций организма на дополнительно предъявляемую нагрузку);
- восстановимости (изучение процессов восстановления функции организма после окончания деятельности, особенно при наличии истощающих физических или психоэмоциональных нагрузок);
- индивидуальности (учет индивидуальных особенностей организма спортсмена, его состояния здоровья, режима тренировок).

Выбор конкретных методик исследования осуществляется с учетом специфики конкретных видов спорта. Предпочтение должно отдаваться тем показателям, которые преимущественно характеризуют системы, испытывающие максимальную нагрузку, или несут наибольшую ответственность за достижение спортивного результата.

В рамках системного подхода комплексная оценка деятельности такой сложной саморегулирующейся системы, какой является спортсмен в ходе своей тренировочной или соревновательной деятельности, может быть осуществлена с использованием пяти групп показателей: энергетических, информационных, операционных, эффекторных и активационных [2, 3]. Энергетические показатели отражают уровень обмена веществ, активность регуляторных (вегетативной, эндокринной, иммунной) функциональных систем, эффективность систем дыхания и кровообращения, величину физиологических резервов организма. Для оценки энергетических показателей функционального состояния спортсменов [4] используются такие методики, как измерение артериального давления и пульса, пульсоксиметрия, вариационная пульсометрия, спектральный анализ ритма сердца, спирография и пневмография, время задержки дыхания, различные дополнительные функциональные нагрузочные пробы, а также гематологические и биохимические показатели (гемоглобин, эритроциты, гематокрит, глюкоза, альбумины, печеночные трансаминазы, амилаза, уровень гормонов щитовидной железы, маркеры иммунитета и др.).

К информационным относят показатели, характеризующие возможность приема и первичной обработки поступающей информации различными сенсорными системами. С этой целью используют методики исследования функции

анализаторов: проверка остроты зрения, компьютерная периметрия, тональная аудиометрия, определение тактильной чувствительности, мышечно-суставного чувства, а также координации движения и равновесия.

Операционные показатели позволяют оценить полноту обработки поступившей информации и охарактеризовать процесс принятия решения на ее основе. Они описывают такие когнитивные процессы, как память и мышление, особенности внимания, структуру личности, особенности межличностного взаимодействия, творческий потенциал, командное взаимодействие, выбор тактических схем, оперативность принятия решений и т.д.

К эффекторным относят показатели, определяющие способность человека к действиям по реализации принятых решений. Они представляют собой в основном количественные и качественные характеристики деятельности: мышечную силу и выносливость, точность и скорость простых и сложных сенсомоторных реакций, сформированность и оптимальность стандартных двигательных стереотипов [5].

Активационные показатели описывают психическое и физическое состояние человека в процессе выполнения им профессиональной (спортивной) деятельности: показатели мотивации, уровень активности, внимания, напряжения, тревожности, агрессивности, эмоциональной устойчивости, стресса, утомления [6]. Показатели этой группы зачастую являются наиболее информативными, так как отражают не потенциальные возможности человека, а его состояние непосредственно в ходе спортивной деятельности. Однако их регистрация непосредственно в ходе спортивной деятельности крайне затруднена. В какой-то степени отражающая активационные показатели информация может быть получена методами постфактного анкетирования, а также в лабораторных условиях с использованием специализированных спортивных тренажеров.

Кроме выбора показателей для мультипараметрической оценки работоспособности и методик их определения, второй методологической проблемой становится выбор принципа их оценки. Сложность заключается в том, что измеряемые в конкретных единицах (метрах, секундах, килограммах, баллах и т.д.) показатели, включенные в систему интегральной оценки работоспособности, необходимо перевести в безразмерные единицы, которые бы могли быть соотнесены с аналогичными результатами на популяционном уровне. Кроме того, они должны допускать выполнение с ними простейших математических преобразований (сложение, умножение, усреднение, логарифмирование), а также использование в различных решающих правилах и уравнениях состояния.

В практике спортивной медицины и спортивной физиологии нам не удалось найти корректного решения методической проблемы учета интегрального влияния различных показателей здоровья и индивидуальных особенностей функционального состояния на физическую работоспособность спортсмена и, возможно, получения максимального спортивного результата. В родственных сферах медицины

(военная медицина, медицина экстремальных состояний, авиационная медицина, космическая медицина, морская медицина, физиология и психология труда) присутствуют отдельные подходы, связанные с разработкой интегральных шкал работоспособности, боеспособности, оценки функционального состояния.

На наш взгляд, ближе всего к решению данной актуальной для спортивной медицины методической проблеме стоит подход, основанный на нормированном шкалировании. Он основан на выделении эталонной группы, для которой рассматривается вариационный ряд соответствующего параметра, соотносится с кривой нормального статистического распределения случайной величины и на основе этого разрабатывается шкала нормированных баллов (стэнов) таким образом, что среднему значению присваивается оценка «5», минимальному значению — оценка «1», максимальному значению — оценка «10», а промежуточные интервалы соответствуют шагу среднеквадратичного отклонения. Таким образом, оценка какого-либо качества в стэнах отражает не непосредственно измеренную величину, а место этого значения на кривой нормального статистического распределения в эталонной выборке (рис. 1). Расчет нормального статистического распределения случайной величины производится по формуле:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}.$$

Для получения стэнового значения спортивного результата необходимо реализовать следующий алгоритм.

1. Определить, на каком уровне результата необходимо осуществить нормирование для данного спортсмена. Так, если спортсмен готовится к участию в соревнованиях российского уровня, нормирование осуществляется по результатам, показанным на Чемпионате России и этапах Кубка России за два прошедших года, а если спортсмен готовится к соревнованиям мирового уровня, то по результатам Чемпионата мира и этапам Кубка мира.

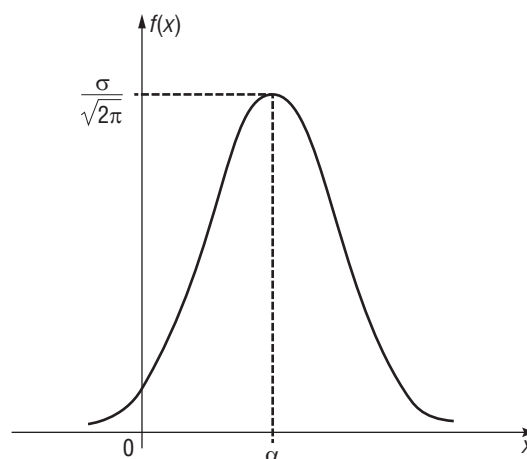


Рис. 1. Частотная кривая нормального распределения (распределения случайной величины) и место значения «х» на этой кривой

Fig. 1. Frequency curve of the normal distribution (distribution of a random variable) and the location of the value «x» on this curve

**Таблица 1.** Диапазоны и границы стэнов (прямая шкала)**Table 1.** Ranges and limits of stans (direct scale)

| Стандартизированные единицы (стэны) / Standardized units (stans) |              |              |              |                |              |              |              |              |              |
|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                                                                | 2            | 3            | 4            | 5              | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |
| Менее / Less                                                     | $M - 1.75SD$ | $M - 1.25SD$ | $M - 0.75SD$ | $M \pm 0.25SD$ | $M + 0.75SD$ | $M + 1.25SD$ | $M + 1.75SD$ | $M + 2.25SD$ | Более / More |

**Таблица 2.** Диапазоны и границы стэнов (обратная шкала)**Table 2.** Ranges and limits of stans (reverse scale)

| Стандартизированные единицы (стэны) / Standardized units (stans) |              |              |              |                |              |              |              |              |              |
|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                                                                | 2            | 3            | 4            | 5              | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |
| Более / More                                                     | $M + 1.75SD$ | $M + 1.25SD$ | $M + 0.75SD$ | $M \pm 0.25SD$ | $M - 0.75SD$ | $M - 1.25SD$ | $M - 1.75SD$ | $M - 2.25SD$ | Менее / Less |

2. Провести выборку соответствующих технических результатов.

3. Объединить данные разных соревнований в единый аналитический массив.

4. Рассчитать следующие статистические характеристики полученного статистического массива: среднее значение (M), стандартное отклонение по выборке (SD), минимальное и максимальное значения. Минимальное и максимальное значения нужны для проверки правильности формирования стэновой шкалы — они должны соответствовать крайним значениям стэнов (1 и 10).

5. Определить границы стэнов в соответствии с табл. 1 или 2.

6. Оценить результаты спортсмена в соответствии с ранее определенными границами в нормированных единицах (стэнов).

Поскольку смысл интерпретации стэнов прямой (чем больше, тем лучше), то такая прямая шкала применима для показателей, прямо коррелирующих со спортивным результатом и измеряемых в м, кг. В то же время во многих видах спорта спортивные результаты фиксируются по времени и имеют обратную интерпретацию (чем меньше, тем лучше). В этом случае используется обратное направление границ стэнов (табл. 2).

Особенностью нормированных оценок (стэнов) является то, что они являются безразмерными величинами, что позволяет их складывать, усреднять, использовать для получения интегральных характеристик и проводить дальнейшее статистическое и математическое моделирование. При наличии каких-либо факторов, влияющих на анализируемое свойство организма, может быть выполнена процедура присвоения повышающих и понижающих оценок, учитываемых в интегральной оценке состояния спортсмена.

В рамках интегральной оценки состояния спортсмена и его физической работоспособности необходимо выделить виды спорта, в которых существует прямо измеряемые (кг, м, с) спортивные результаты, связанные линейно с уровнем физической работоспособности. К таким видам спорта относятся все виды легкой атлетики (бег, прыжки, метания

снарядов), тяжелая атлетика, велогонки, плавание, лыжные гонки, конькобежный спорт, триатлон и др. Основным показателем, имеющим максимальный вклад в интегральную оценку работоспособности, при этом является «Спортивный результат» (CP), приведенный к нормированной балльной шкале (стэны). В качестве дополнительных показателей могут рассматриваться статус здоровья (C3), уровень тренированности и функциональных резервов организма (ФР), уровень мобилизации (УМ) и другие (А). Поскольку все эти показатели выражены в безразмерных нормированных баллах (стэнах), то интегральный показатель работоспособности (ИПР) спортсмена может быть легко получен путем решения следующего уравнения:

$$\text{ИПР} = x_1 \cdot \text{CP} + x_2 \cdot \text{C3} + x_3 \cdot \text{ФР} + x_4 \cdot \text{УМ} + x_5 \cdot \text{А},$$

где  $x_1$ – $x_5$  — соответствующие весовые коэффициенты; CP, C3, ФР, УМ, А — стэновые оценки соответствующих компонентов функционального состояния спортсмена.

Интегральный показатель работоспособности при этом также будет носить размерность стэна. Весовые коэффициенты получают для конкретных видов спорта (а иногда и для отдельных элитных спортсменов) методом экспертного шкалирования, путем опроса экспертов (тренеров, спортсменов международного уровня). Так, в частности, для тяжелой атлетики весовые коэффициенты тренерами были оценены следующим образом:  $x_1$  — 0,65;  $x_2$  — 0,2;  $x_3$  — 0,05;  $x_4$  — 0,1. Поскольку сумма весовых коэффициентов равна 1, интерпретация ИПР будет соответствовать интерпретации его стэнового значения.

Существует большое количество видов спорта, где прямая оценка поддающегося измерению спортивного результата невозможна (единоборства, игровые виды спорта, сложно-координационные виды спорта). В этом случае используются косвенные показатели физической работоспособности, которым принадлежит решающая роль в интегральной оценке физической работоспособности. Стэновая оценка физической работоспособности спортсмена входит в расчет интегрального показателя его физической работоспособности вместо показателя «Спортивный результат».

В то же время дополнительные компоненты функционального состояния (статус здоровья, статус тренированности и функциональных резервов, состояние центральной нервной системы) остаются весьма значимыми:

$$\text{ИПР} = x_1 \cdot \text{ПФР} + x_2 \cdot \text{СЗ} + x_3 \cdot \text{ФР} + x_4 \cdot \text{ЦНС},$$

где  $x_1$ – $x_4$  — соответствующие весовые коэффициенты; ПФР — стэновый показатель физической работоспособности по максимальным или субмаксимальным методикам тестирования; СЗ — стэновая оценка статуса здоровья, ФР — статуса тренированности и функциональных резер-

вов, ЦНС — состояния центральной нервной системы и уровня мотивации как соответствующих компонентов функционального состояния спортсмена. Для тхеквондо весовые коэффициенты тренерами были оценены следующим образом:  $x_1$  — 0,5;  $x_2$  — 0,2;  $x_3$  — 0,15;  $x_4$  — 0,15.

В качестве примера в таблице 3 представлены границы диапазонов стэнов для некоторых видов спорта (легкая атлетика, тяжелая атлетика, велоспорт).

Практика спортивной медицины показывает, что максимальный спортивный результат может быть достигнут тогда, когда минимизировано действие внешних и внутренних

**Таблица 3.** Границы и диапазоны стэнов для оценки спортивного результата по некоторым видам спорта (нормирование по результатам Чемпионатов и этапов Кубка России в 2020–2022 гг.).

**Table 3.** Boundaries and ranges of stans for assessing sports results in some sports (standardization based on the results of Championships and stages of the Russian Cup in 2020–2022)

| Вид, категория /<br>Type, category                 | Стандартизированные единицы (стэны) / Standardized units (stans) |       |       |       |                 |       |       |       |       |                             |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
|                                                    | 1                                                                | 2     | 3     | 4     | 5               | 6     | 7     | 8     | 9     | 10                          |
| <b>Легкая атлетика, мужчины / Athletics, men</b>   |                                                                  |       |       |       |                 |       |       |       |       |                             |
| Бег 200 м, с / 200 m run, s                        | 21,65 и более /<br>and more                                      | 21,64 | 21,52 | 21,40 | 21,09–<br>21,21 | 20,91 | 20,79 | 20,67 | 20,54 | 20,53 и менее /<br>and less |
| Бег 1500 м, мин / 1500 m run, min                  | 3,87 и более /<br>and more                                       | 3,86  | 3,83  | 3,81  | 3,74–3,77       | 3,7   | 3,67  | 3,65  | 3,62  | 3,61 и менее /<br>and less  |
| Прыжок в длину, м / Long jump, m                   | 7,17 и менее /<br>and less                                       | 7,18  | 7,32  | 7,46  | 7,66–7,81       | 8,02  | 8,16  | 8,3   | 8,43  | 8,44 и более /<br>and more  |
| Прыжок в высоту, м / High jump, m                  | 2,06 и менее /<br>and less                                       | 2,07  | 2,1   | 2,13  | 2,18–2,22       | 2,27  | 2,3   | 2,33  | 2,36  | 2,37 и более /<br>and more  |
| Прыжок с шестом, м / Pole vault, m                 | 5,13 и менее /<br>and less                                       | 5,14  | 5,22  | 5,3   | 5,4–5,49        | 5,6   | 5,68  | 5,76  | 5,83  | 5,84 и более /<br>and more  |
| Толкание ядра, м / Shot put, m                     | 5,13 и менее /<br>and less                                       | 5,14  | 5,22  | 5,3   | 5,41–5,49       | 5,6   | 5,68  | 5,76  | 5,83  | 5,84 и более /<br>and more  |
| Метание диска, м / Discus throw, m                 | 50,73 и менее /<br>and less                                      | 50,74 | 52,28 | 53,82 | 56,14–<br>57,68 | 60    | 61,54 | 63,08 | 64,63 | 64,64 и более /<br>and more |
| <b>Легкая атлетика, женщины / Athletics, women</b> |                                                                  |       |       |       |                 |       |       |       |       |                             |
| Бег 200 м, с / 200 m run, s                        | 24,48 и более /<br>and more                                      | 24,47 | 24,28 | 24,09 | 23,62–<br>23,81 | 23,43 | 23,24 | 23,05 | 22,86 | 22,85 и менее /<br>and less |
| Бег 1500 м, мин / 1500 m run, min                  | 4,39 и более /<br>and more                                       | 4,38  | 4,35  | 4,33  | 4,26–4,29       | 4,23  | 4,2   | 4,18  | 4,15  | 4,14 и менее /<br>and less  |
| Прыжок в длину, м / Long jump, m                   | 5,81 и менее /<br>and less                                       | 5,82  | 5,95  | 6,07  | 6,26–6,38       | 6,51  | 6,63  | 6,75  | 6,88  | 6,89 и более /<br>and more  |
| Прыжок в высоту, м / High jump, m                  | 1,67 и менее /<br>and less                                       | 1,68  | 1,72  | 1,76  | 1,82–1,86       | 1,9   | 1,95  | 1,99  | 2,03  | 2,04 и более /<br>and more  |
| Прыжок с шестом, м / Pole vault, m                 | 3,69 и менее /<br>and less                                       | 3,7   | 3,83  | 3,95  | 4,14–4,26       | 4,39  | 4,51  | 4,64  | 4,76  | 4,77 и более /<br>and more  |

Окончание табл. 3 / Ending of the Table 3

| Вид, категория /<br>Type, category                                                                                                                      | Стандартизированные единицы (станы) / Standardized units (stans) |       |       |       |                  |       |       |       |       |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
|                                                                                                                                                         | 1                                                                | 2     | 3     | 4     | 5                | 6     | 7     | 8     | 9     | 10                          |
| Толкание ядра, м / Shot put, m                                                                                                                          | 13,84 и<br>менее /<br>and less                                   | 13,85 | 14,51 | 15,16 | 16,14–<br>16,79  | 17,44 | 18,09 | 18,75 | 19,4  | 19,41 и более /<br>and more |
| Метание диска, м / Discus throw, m                                                                                                                      | 47,23 и<br>менее /<br>and less                                   | 47,24 | 49,23 | 51,21 | 54,18 —<br>56,17 | 58,15 | 60,14 | 62,12 | 64,1  | 64,11 и более /<br>and more |
| <b>Тяжелая атлетика, мужчины, по весовым категориям, толчок + рывок, кг /<br/>Weightlifting, men, by weight categories, clean and jerk + snatch, kg</b> |                                                                  |       |       |       |                  |       |       |       |       |                             |
| 56 кг/kg                                                                                                                                                | 180,9 и<br>менее /<br>and less                                   | 181   | 198   | 216   | 224,5–<br>242    | 260   | 277   | 295   | 312,5 | 312,6 и более /<br>and more |
| 77 кг/kg                                                                                                                                                | 249,9 и<br>менее /<br>and less                                   | 250   | 271   | 293   | 303–325          | 335   | 357   | 378   | 400   | 401,1 и более /<br>and more |
| 85 кг/kg                                                                                                                                                | 304,9 и<br>менее                                                 | 305   | 316   | 327   | 333–344          | 350   | 361   | 372   | 383   | 383,1 и более /<br>and more |
| 94 кг/kg                                                                                                                                                | 308,9 и<br>менее /<br>and less                                   | 309   | 323   | 337   | 344–358          | 365   | 279   | 393   | 407   | 407,1 и более /<br>and more |
| 105 кг/kg                                                                                                                                               | 315,9 и<br>менее /<br>and less                                   | 316   | 331   | 346   | 353–368          | 376   | 390   | 405   | 420   | 420,1 и более /<br>and more |
| 105+ кг/kg                                                                                                                                              | 309,9 и<br>менее /<br>and less                                   | 311   | 333   | 356   | 367–390          | 401   | 424   | 446   | 469   | 469,1 и более /<br>and more |
| <b>Велосипедный спорт, шоссейные гонки, мужчины, мин / Weightlifting, men, by weight categories, clean and jerk + snatch, kg</b>                        |                                                                  |       |       |       |                  |       |       |       |       |                             |
| Индивидуальные гонки 15 км /<br>Individual races 15 km                                                                                                  | 24,18 и<br>более /<br>and more                                   | 24,17 | 23,24 | 22,31 | 20–20,92         | 18,6  | 17,68 | 16,75 | 15,82 | 15,81 и менее /<br>and less |
| Групповые гонки 88 км /<br>Group races 88 km                                                                                                            | 129,1 и<br>более /<br>and more                                   | 129,2 | 128,6 | 128   | 126,4–<br>127    | 125,5 | 124,9 | 124,2 | 123,6 | 123,5 и менее /<br>and less |

факторов, его снижающих. Состояние максимальной мобилизации требует и соответствующего функционального состояния спортсмена. И поэтому максимальный уровень работоспособности стоит ожидать тогда, когда организм спортсмена способен к максимальной реализации своих возможностей, когда весь функциональный резерв органов и систем вовлечен не в борьбу с патологическими процессами, а ориентирован на достижение спортивного результата.

Для оценки статуса здоровья анализируются данные медицинской документации о результатах диспансеризации спортсмена, проводится формализованный опрос о наличии соматических жалоб, опрос тренера об уровне тренированности спортсмена и переносимости им плановых объемов тренировочных нагрузок, заполняется опросник для выявления признаков утомления и перетренированности, проводятся стандартные нагрузочные тесты с определением МПК прямым или расчетным методом, выполняется исследование вариабельности ритма сердца в покое и после тренировочной нагрузки. Для оценки влияния состояния иммунной системы на физическую работоспособ-

ность иммуноэпидемиологическими методами (карта оценки иммунитета) оценивается выраженность проявлений симптомов вторичного иммунодефицита в иммунном статусе и анамнезе, а также могут выполняться лабораторные тесты оценки иммунитета, как минимум, содержание лизоцима в слюне, завершенность фагоцитоза, уровни интерлейкинов-1 и -6 в крови.

Оценка метаболического статуса спортсменов подразумевает определение компонентного состава тела биоимпедансным методом и трофологического статуса с определением абсолютных и относительных значений жировой, мускульной, костной ткани и воды. Дефицит мышечной массы, избыток или дефицит жировой ткани, низкий уровень гидратации ткани (по отношению к должному) снижают эффективность спортивной деятельности.

Следующим компонентом метаболического статуса спортсменов, влияющих на эффективность спортивной деятельности, является обеспеченность витаминами, минералами и микроэлементами. Из витаминов количественное определение в сыворотке крови необходимо для аскорбиновой кислоты

(витамина С), цианокобаламина (витамина В<sub>12</sub>) и витамина D. В отношении потенциальной возможности выполнять интенсивные физические нагрузки значимым является такой дефицит этих витаминов, при котором их содержание в крови не превышает 60% нижней границы нормы [7–9]. Для микроэлементов цинка и селена значимый для спортивных результатов дефицит определяется при концентрации в сыворотке, не превышающий 85% нижней границы нормы для здоровых людей [10].

Кроме указанных микроэлементов подлежат определению такие показатели, как белок-связанный йод [11] и сывороточное негеминное железо — железо трансферрина и ферритина плазмы. Для этих показателей снижение способности спортсменов к максимально эффективной спортивной деятельности отмечается уже при приближении к нижней границе нормы для здоровых людей. Значимым считается дефицит этих микроэлементов, если их содержание не превышает 90% нижней границы нормы.

Оценка статуса здоровья в полном объеме проводится перед началом тренировочного цикла, отдельные ее элементы — перед началом очередного этапа тренировочного процесса.

С точки зрения возможного влияния на эффективность спортивной деятельности особое значение имеет оценка выраженности общего эмоционально-волевого состояния (самочувствие, активность, настроение, тревожность), уровня мотивации и волевого контроля, выраженность астенических проявлений. Они должны оцениваться у спортсменов вне зависимости от видов спорта. Для спортсменов игровых видов спорта (футбол, хоккей, баскетбол, волейбол, теннис), единоборств (бокс, фехтование, тхеквондо, все направления борьбы), спортивно-технических видов спорта (авто- и мотоспорт, сноуборд, стрельба, парусный спорт, конный спорт и т.п.) важное значение имеют скорость и устойчивость рефлекторных реакций, которые подлежат самостоятельной оценке.

Для изучения эмоционального состояния спортсмена могут использоваться различные психологические методики. К числу самых простых, но достаточно информативных, относятся методики, основанные на семантическом дифференцировании текущего своего состояния по отношению к обычному, наиболее часто встречающемуся состоянию. Примерами таких методик являются тесты САН (самочувствие, активность, настроение) и АСС (анкета самооценки состояния). Уровень тревожности у спортсменов определяется с помощью шкалы самооценки реактивной (ситуационной) и личностной тревожности (тест Спилбергера–Ханина). Для интерпретации полученных в этих тестах данных сумма отмеченных признаков самооценки состояния переводится сначала в «сырые» баллы, которые затем переводятся в нормированные баллы (стэны). Оценке в 5 стэнов и более соответствует хорошее субъективное самочувствие, оценке в 3 и 4 балла — удовлетворительное самочувствие, оценке в 1 и 2 стэна — неудовлетворительное субъективное самочувствие.

Возможности эффективного выполнения спортивных нагрузок и мобилизации организма на достижение максимального результата зависят от выраженности астенических реакций и состояний. Для оценки их выраженности может быть использован тест «Шкала астении», активно используемый в исследованиях по военной психофизиологии [12].

Несмотря на всеобщее признание роли мотивации спортсменов в достижении максимального спортивного результата, нам не удалось найти валидизированной методики количественной оценки текущего уровня мотивации у спортсменов. В обширной литературе на эту тему в основном анализируется структура потребностей (мотивов) спортсменов, но не их количественная оценка [6, 13, 14]. В то же время хорошо известно, что предельно высокая мотивация легко может вызвать срыв спортивной деятельности. В связи с этим для учета возможного влияния уровня мотивации спортсмена на эффективность спортивной деятельности предлагается использовать визуальную аналоговую шкалу уровня мотивации (ВАШ УМ).

Важным психологическим свойством спортсменов является способность «терпеть» неприятные или болезненные ощущения в ходе тренировок или соревнований. Во многом такая способность определяется выраженностью волевого контроля. Для оценки этого качества спортсмена может быть использован индекс волевого контроля (ИВК), рассчитываемый по результатам проб на время задержки дыхания на вдохе (ВЗД1) и выдохе (ВЗД2).  $ИВК = ВЗД2 / ВЗД1$  и является безразмерной величиной, варьирующей от 0,1 до 0,95. Этот показатель является динамическим, и его значения коррелируют с уровнем мотивации спортсмена.

Таким образом, в рамках мультипараметрического подхода в соответствии с принципами оценки стэновых значений можно сформулировать следующие основные варианты интерпретации интегральной оценки функционального состояния организма спортсмена и его работоспособности.

- Если интегральная оценка меньше 4 стэнов, то функциональное состояние спортсмена является неблагоприятным для спортивной деятельности. Спортсмен нуждается в проведении комплекса оздоравливающих (лечебно-профилактических, реабилитационных) мероприятий, направленность которых может быть определена по минимальным оценкам компонентов функционального состояния в его интегральной оценке.
- Если интегральная оценка находится в диапазоне от 4 до 7 стэнов, то функциональное состояние спортсмена является типичным для тренировочного (соревновательного) периода. Оно не будет оказывать негативного влияния на его спортивные результаты, а также эффективность проводимых с ним медицинских и психофизиологических методик поддержки состояния здоровья, коррекции функционального состояния и работоспособности.

- Если интегральная оценка находится в диапазоне 8–10 стэнов, то спортсмен находится в оптимальном для спортивной деятельности состоянии, обладает достаточными для эффективной спортивной деятельности функциональными резервами, а его функциональное состояние благоприятно для применения медицинских технологий, повышающих эффективность тренировочного процесса, процессов восстановления, а также направленных на повышение его спортивных результатов.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авен П.О., Мучник И.Б., Ослон А.А. Функциональное шкалирование. М.: Наука; 1988. 179 с.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина; 1975. 448 с.
3. Виноградов М.И. Физиология трудовых процессов. М.: Медицина; 1966. 367 с.
4. Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К. Методы исследования в физиологии труда. Ленинград: Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова; 1991. 110 с.
5. Ломов Б.Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. М.: Педагогика; 1991. 296 с.
6. Найдиффер Р.М. Психология соревнующегося спортсмена; пер. с англ. М.: Физкультура и спорт; 1979. 224 с.
7. Бернс Д.Х., Розенблум К.А. Питание спортсменов: руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми. Киев: Олимпийская литература; 2006. 536 с.

## REFERENCES

1. Aven P.O., Muchnik I. B., Osion A.A. Functional scaling. Moscow: Nauka; 1988. 179 p. (In Russian).
2. Anokhin P.K. Essays on the physiology of functional systems. Moscow: Meditsina; 1975. 448 p. (In Russian).
3. Vinogradov M.I. Physiology of labor processes. Moscow: Meditsina; 1966. 367 p. (In Russian).
4. Zagryadskii V.P., Sulimo-Samuillo Z.K. Research methods in labor physiology. Leningrad : Voен.-med. akad. im. S.M. Kirova; 1991. 110 p. (In Russian).
5. Lomov B.F. Issues of General, Pedagogical and Engineering Psychology. Moscow: Pedagogika; 1991. 296 p. (In Russian).
6. Naidiffer R.M. Psychology of a Competing Athlete; translated from English. Moscow: Fizkul'tura i sport; 1979. 224 p. (In Russian).
7. Berns D.Kh., Rozenblyum K.A. Nutrition of athletes: a guide for professional work with physically trained people. Kiev: Olimpiiskaya literatura; 2006. 536 p. (In Russian).

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

8. Яковлев Н.Н. Факторы, определяющие потребность в витаминах при мышечной деятельности. *Теория и практика физической культуры*. 1977;(5):22–27.
9. Beek E.J. van der. Vitamin supplementation and physical exercise performance. *Journal of Sports Sciences*. 1991;9(Sup1.):77–89. <https://doi.org/10.1080/02640419108729868>.
10. Скальный А.В. Физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в спорте. Оренбург: РИК ОГУ; 2005. 206 с.
11. Степанов Г.С. Определение йода, связанного с белками крови. *Лабораторное дело*. 1965;(10):594–599.
12. Новиков В.С., Голянич В.М., Шустов Е.Б. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб.: Наука; 1998. 544 с.
13. Акимова Л.Н. Психология спорта. Курс лекций. Одесса: Негоциант; 2004. 248 с.
14. Пилоян Р.А. Мотивация спортивной деятельности. М.: Физкультура и спорт; 1984. 104 с.

8. Yakovlev N.N. Factors determining the need for vitamins during muscle activity. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury*. 1977;(5):22–27. (In Russian).
9. Beek E.J. van der. Vitamin supplementation and physical exercise performance. *Journal of Sports Sciences*. 1991;9(Sup1.):77–89. <https://doi.org/10.1080/02640419108729868>.
10. Skal'nyi A.V. Physiological aspects of the use of macro- and micro-elements in sports. Orenburg: RIK OGU; 2005. 206 p. (In Russian).
11. Stepanov G.S. Determination of iodine bound to blood proteins. *Laboratornoe delo*. 1965;(10):594–599. (In Russian).
12. Novikov V.S., Golyanich V.M., Shustov E.B. Correction of functional states under extreme influences. Saint-Petersburg: Nauka; 1998. 544 p. (In Russian).
13. Akimova L.N. Psychology of sports. Lecture course. Odessa: Negotsiant; 2004. 248 p. (In Russian).
14. Piloyan R.A. Motivation of sports activity. Moscow: Fizkul'tura i sport; 1984. 104 p. (In Russian).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Алексей Евгеньевич Ким**, канд. мед. наук, доцент, кафедра фармакологии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова; адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-4591-2997; eLibrary SPIN: 7148-1566; e-mail: alexpann@mail.ru

**Евгений Борисович Шустов**, д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-клинический центр токсикологии им. акад. С.Н. Голикова ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5895-688X>; eLibrary SPIN: 9665-6670; e-mail: shustov-msk@mail.ru

**Ирина Петровна Зайцева**, д-р биол. наук, профессор, кафедра физического воспитания, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия; ORCID: 0000-0001-8361-7409; eLibrary SPIN: 6918-6750; e-mail: irisha-zip@yandex.ru

**Олег Николаевич Зайцев**, канд. биол. наук, доцент, кафедры физического воспитания, Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия; ORCID: 0000-0002-3752-6626; e-mail: n.zaytsev@yandex.ru

**Вячеслав Павлович Ганапольский**, д-р мед. наук, доцент, ВРПО заведующего кафедрой фармакологии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0000-0001-7685-5126; eLibrary SPIN: 9872-8841; e-mail: ganvp@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку. / Corresponding author.

## AUTHORS' INFO

\* **Alexey E. Kim**, MD, PhD, Associate Professor, Department of Pharmacology, Kirov Military Medical Academy; address: 6 Akademika Lebedeva str., Saint Peterburg, 194044, Russia. ORCID: 0000-0003-4591-2997; eLibrary SPIN: 7148-1566; e-mail: alexpann@mail.ru

**Evgeny B. Shustov**, MD, Dr Med Sci, Professor, Chief Researcher, S.N. Golikov Scientific and Clinical Center of Toxicology of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Saint Petersburg, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5895-688X>; eLibrary SPIN: 9665-6670; e-mail: shustov-msk@mail.ru

**Irina P. Zaitseva**, Dr Biol Sci, Professor, Department of Physical Education, P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia; ORCID: 0000-0001-8361-7409; eLibrary SPIN: 6918-6750; e-mail: irisha-zip@yandex.ru

**Oleg N. Zaitsev**, PhD in Biology, Associate Professor, Department of Physical Education, Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia; ORCID: 0000-0002-3752-6626; e-mail: n.zaytsev@yandex.ru

**Vyacheslav P. Ganapolsky**, MD, Dr Med Sci, Associate Professor, Acting Head of the Department of Pharmacology, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0001-7685-5126; eLibrary SPIN: 9872-8841; e-mail: ganvp@mail.ru