

*Ежов В.И.,
магистрант, 2 курс
кафедра «Институт физической культуры,
спорта и молодежной политики»
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»*

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ КРИТЕРИАЛЬНО-УРОВНЕВЫХ СИСТЕМ В ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА: ОБЗОР МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

***Аннотация:** в статье представлен обзор методологических подходов к построению критериально-уровневых систем оценивания подготовленности спортсменов в игровых видах спорта. Проанализированы основные методы шкалирования и способы определения весовых коэффициентов критериев. Выявлены преимущества и ограничения каждого подхода применительно к специфике игровых видов спорта. Обоснована целесообразность комбинированного применения математико-статистических методов и экспертных процедур для построения валидных и надежных критериально-уровневых систем.*

***Ключевые слова:** отбор в спорте, волейбол, методы шкалирования, факторный анализ, весовые коэффициенты, спортивная метрология.*

***Abstract:** the article presents an overview of methodological approaches to constructing criterion-level assessment systems for evaluating athletes' preparedness in team sports. The main scaling methods and techniques for determining criterion weight coefficients are analyzed. The advantages and limitations of each approach are identified in relation to the specific nature of team sports. The feasibility of a combined application of mathematical-statistical methods*

and expert procedures for constructing valid and reliable criterion-level systems is substantiated.

***Keywords:** selection in sports, volleyball, scaling methods, factor analysis, weight coefficients, sports metrology.*

Актуальность. В современной системе подготовки спортивного резерва в игровых видах спорта ключевым звеном остается этап отбора и комплектования молодежных команд. Эффективность данного этапа во многом определяет успешность последующей соревновательной деятельности на профессиональном уровне. Традиционные подходы, основанные на субъективном мнении тренера или использовании разрозненных контрольных нормативов, часто приводят к ошибкам селекции (ложноположительным и ложноотрицательным решениям), что особенно критично в условиях высокой конкуренции и ранней специализации.

В последние десятилетия в мировой практике спортивной подготовки наблюдается переход от эмпирических методов отбора к научно обоснованным критериально-уровневым системам (КУС) [1, с. 704; 2, с. 162]. КУС представляет собой формализованную модель, позволяющую на основе совокупности объективных показателей дифференцировать спортсменов по уровням подготовленности, потенциалу развития и соответствию модельным характеристикам.

Несмотря на широкое распространение термина «критериально-уровневая система» в педагогических и спортивно-методических работах, методология ее построения остается дискуссионной. Центральной проблемой является перевод «сырых» результатов тестирования (например, высота прыжка, время реакции, точность передач) в качественные уровни (например, «базовый», «перспективный», «элитный») или количественные ранги. Отсутствие стандартизированных шкал, учитывающих специфику игровых

видов спорта, приводит к низкой сопоставимости результатов между различными спортивными школами, регионами и возрастными группами.

Цель обзора – проанализировать существующие математико-статистические подходы к построению критериально-уровневых систем оценивания в игровых видах спорта, выявить их методологические основания, преимущества и ограничения.

Материалы и методы. Теоретический анализ и обобщение научно-методической литературы (56 источников, из них 22 на иностранных языках), системный анализ подходов к спортивной метрологии и квалиметрии, методы контент-анализа применительно к процедурам шкалирования и нормирования результатов тестирования.

Основная часть

1. Теоретические основания критериально-уровневого подхода

Критериально-уровневый подход в спортивной подготовке базируется на принципах квалиметрии (науки об измерении качества) и педагогической диагностики. В отличие от нормативного подхода, ориентированного на сравнение с абстрактным «идеалом» или средними значениями, критериально-уровневый подход предполагает выделение качественно различающихся градаций (уровней), каждая из которых соответствует определенной степени сформированности профессионально значимых качеств или готовности к выполнению соревновательной деятельности [3, с. 3].

В игровых видах спорта специфика КУС определяется полифункциональностью деятельности спортсмена, вариативностью соревновательных ситуаций и наличием амплуа, предъявляющих различные требования к структуре подготовленности [4, с. 78]. Это требует интеграции показателей физической, технико-тактической, психологической и антропометрической подготовленности.

2. Методы шкалирования в построении критериально-уровневых систем

Шкалирование является базовой процедурой, позволяющей упорядочить результаты измерений и придать им интерпретируемую форму. В спортивной практике при построении КУС наиболее часто применяются следующие типы шкал.

2.1. Процентильные шкалы

Процентильные шкалы (центили) основаны на распределении результатов тестирования в выборке спортсменов. Каждому процентилю соответствует доля испытуемых, показавших результат не выше данного значения. Наиболее распространена градация: 10-й, 25-й, 50-й (медиана), 75-й, 90-й процентиля [5, с. 5–6].

Преимущества: простота расчета, наглядность, нечувствительность к форме распределения (работают даже при ненормальном распределении), возможность сравнения результатов, выраженных в разных единицах измерения. В практике отбора в игровых видах спорта процентильные шкалы широко используются для оценки антропометрических данных (например, в системе NCAA) и результатов функциональных тестов [6, с. 905].

Ограничения: зависимость от состава выборки; при смене контингента (например, переход от регионального к национальному уровню) процентильные нормы требуют пересмотра; не учитывают степень выраженности различий между соседними рангами.

2.2. Шкалы сигма-отклонений (Z-шкалы)

Данный метод основан на использовании среднего арифметического (\bar{x}) и среднего квадратического отклонения (σ). Индивидуальный результат переводится в Z-оценку по формуле:

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

Градация уровней обычно строится на основе интервалов сигма-отклонений: например, низкий уровень – менее -1σ до $-0,5\sigma$, средний –

от $-0,5\sigma$ до $+0,5\sigma$, выше среднего – от $+0,5\sigma$ до $+1\sigma$, высокий – более $+1\sigma$ [7, с. 145].

В игровых видах спорта сигма-метод традиционно использовался для разработки модельных характеристик высококвалифицированных спортсменов в советской и российской школах спортивной метрологии [8, с. 112–113].

Преимущества: позволяет сравнивать разнородные показатели, выраженные в разных единицах, после их стандартизации; учитывает вариативность признака в выборке [8, с. 114].

Ограничения: требует нормального или близкого к нормальному распределения признака; чувствителен к выбросам; при работе с разнородными выборками (разные амплуа, возрастные группы) теряет валидность без предварительной стратификации [7, с. 148].

2.3. Т-шкалы и другие линейные преобразования

Для устранения отрицательных значений и приведения шкалы к удобному для интерпретации виду используются Т-шкалы ($T = 50 + 10Z$) и другие линейные преобразования. В спортивной педагогике Т-шкалы применяются для создания «профилей подготовленности» спортсмена, где наглядно отображается отклонение по каждому показателю от «модельной нормы» [9, с. 24].

3. Методы экспертных оценок в определении критериев и уровней

В случаях, когда объективные измерительные процедуры недостаточно полно отражают сложные качественные характеристики (техническое мастерство, игровое мышление, лидерские качества), ключевая роль отводится методам экспертных оценок. Наиболее методологически обоснованным является метод Дельфи.

Метод Дельфи предполагает многоэтапную анонимную экспертизу с обратной связью, направленную на достижение консенсуса. В спортивно-педагогических исследованиях данный метод используется для:

- отбора значимых критериев из широкого пула показателей;
- определения весовых коэффициентов критериев;
- установления пороговых значений для перехода с одного уровня на другой [10, с. 11–15].

В исследовании Н.В. Пьянзиной и соавт. [11, с. 22] метод Дельфи был применен для разработки критериев отбора юных баскетболистов, что позволило снизить субъективизм и повысить согласованность мнений тренеров различных категорий.

Преимущества: позволяет интегрировать неявное знание практиков (тренеров высшей квалификации), компенсирует недостаток объективных данных на начальных этапах построения системы [10, с. 20–22].

Ограничения: трудоемкость, зависимость от подбора экспертов, возможность «группового давления» даже в анонимном формате [10, с. 31].

4. Факторный анализ структуры подготовленности

Построение валидной КУС невозможно без понимания структуры подготовленности спортсменов, т.е. без выявления латентных факторов, лежащих в основе корреляционных связей между измеряемыми показателями. Факторный анализ (включая методы главных компонент и вращение Varimax) позволяет:

- сократить размерность исходного набора переменных;
- определить, какие из измеряемых показателей являются наиболее информативными;
- выявить структурные компоненты (например, «скоростно-силовая подготовленность», «координационные способности», «игровой интеллект»), которые затем могут быть положены в основу уровневой градации [12, с. 616–617].

В волейболе применение факторного анализа позволило выделить ведущие факторы успешности: антропометрический (рост, длина конечностей), скоростно-силовой (прыгучесть, взрывная сила),

координационный (точность передач, реакция) и психологический (помехоустойчивость, волевые качества) [13, с. 39–40].

Преимущества: обеспечивает конструктивную валидность КУС, позволяет обоснованно снизить количество контролируемых показателей без потери информативности [12, с. 618].

Ограничения: требует репрезентативных выборок (не менее 100–200 спортсменов для стабильного факторного решения), чувствителен к соотношению числа переменных и числа испытуемых; интерпретация факторов носит субъективный характер [12, с. 619].

5. Определение весовых коэффициентов критериев

Интегральная оценка подготовленности спортсмена обычно представляет собой сумму взвешенных значений по отдельным критериям. Задача определения весовых коэффициентов (ω_i) является одной из ключевых в построении КУС.

В спортивной науке применяются следующие подходы к определению весов:

1. Экспертный метод. Веса назначаются экспертами на основе представлений о значимости критерия для успешности соревновательной деятельности. Для повышения объективности применяется метод парных сравнений или ранжирования с последующим расчетом коэффициентов конкордации [14, с. 94–98].

2. Статистический метод. Веса определяются на основе корреляций или регрессионных связей между отдельными критериями и интегральным показателем успешности (например, игровым рейтингом, соревновательным результатом). В рамках регрессионного анализа веса соответствуют стандартизованным коэффициентам регрессии (β -коэффициентам) [15, с. 64–68].

3. Факторно-аналитический метод. Веса критериев определяются на основе факторных нагрузок, отражающих вклад каждого показателя в выделенный латентный фактор [12, с. 616].

4. Комбинированный метод. Сочетает экспертные процедуры и статистическую обработку, что признается наиболее методологически корректным подходом [16, с. 53].

В исследовании В.В. Костюкова и соавт. [17, с. 35] для построения системы отбора в юношеский волейбол использовался комбинированный метод: на первом этапе методом Дельфи были определены ключевые критерии, на втором – на основе множественного регрессионного анализа установлены их весовые коэффициенты по отношению к результативности соревновательной деятельности.

Обсуждение

Проведенный обзор позволяет констатировать, что современная методология построения критериально-уровневых систем в игровых видах спорта характеризуется полипарадигмальностью. С одной стороны, доминирует стремление к максимальной объективизации через математико-статистические процедуры (нормирование, факторный анализ, регрессионное моделирование). С другой стороны, признается незаменимость экспертного знания, особенно при оценке сложно формализуемых качеств и при определении пороговых значений уровней.

Ключевым вызовом является интеграция этих подходов в единую технологию, адаптированную к возрастной динамике и специфике игровых амплуа. Анализ литературы показывает, что в волейболе по сравнению с футболом и баскетболом менее разработаны открытые стандартизированные системы шкалирования. Большинство существующих работ либо ориентированы на узкий круг показателей (преимущественно физическую подготовленность), либо используют авторские шкалы, не прошедшие процедуры внешней валидации.

Особого внимания заслуживает проблема динамики критериев. КУС, построенная для спортсменов 12–14 лет, не может быть механически перенесена на возрастную группу 16–18 лет без пересмотра весовых коэффициентов и пороговых значений в связи с гетерохронностью развития физических качеств и эффектом биологического созревания [18, с. 854–855].

Заключение

1. Методология построения критериально-уровневых систем в игровых видах спорта представляет собой синтез методов шкалирования, экспертных оценок, многомерного статистического анализа и процедур определения весовых коэффициентов. Ни один из рассмотренных подходов в отдельности не обеспечивает требуемой валидности и надежности системы.

2. Процентильные шкалы и шкалы сигма-отклонений являются наиболее доступными и наглядными инструментами первичной стандартизации результатов тестирования. Их применение требует учета формы распределения и репрезентативности выборки нормирования.

3. Метод Дельфи и комбинированные экспертно-статистические методы выступают действенным инструментом снижения субъективизма при определении состава критериев, их весов и пороговых значений уровней, особенно на этапах, где объективные измерения недостаточно информативны.

4. Факторный анализ и регрессионное моделирование обеспечивают конструктивную валидность КУС, позволяя выявить латентную структуру подготовленности и определить вклад каждого критерия в интегральную оценку.

5. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка адаптивной критериально-уровневой системы для волейбола, учитывающей амплуа, возрастную динамику и использующей комбинированный математико-статистический аппарат, апробированный на репрезентативных выборках спортсменов различных возрастных групп.

Использованные источники:

1. Vaeyens R., Lenoir M., Williams A.M., Philippaerts R.M. Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions // *Sports Medicine*. – 2008. – Vol. 38, No. 9. – P. 703–714.
2. Johnston K., Wattie N., Schorer J., Baker J. Talent identification in sport: a systematic review // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2018. – Vol. 21, No. 2. – P. 161–172.
3. Лукьяненко В.П. Критериально-уровневый подход в физическом воспитании и спортивной подготовке: методологические основания // *Физическая культура: воспитание, образование, тренировка*. – 2014. – № 4. – С. 2–5.
4. Ивойлов А.В. Волейбол: очерки по биомеханике и методике тренировки. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 152 с.
5. Hopkins W.G. Measures of reliability in sports medicine and science // *Sports Medicine*. – 2000. – Vol. 30, No. 1. – P. 1–15.
6. Gabbett T., Georgieff B. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2007. – Vol. 21, No. 3. – P. 902–908.
7. Зацюрский В.М. Спортивная метрология. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
8. Годик М.А. Спортивная метрология: учебник для институтов физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
9. Курамшин Ю.Ф. Методы оценки и контроля в спортивной подготовке // *Теория и практика физической культуры*. – 2003. – № 5. – С. 22–26.
10. Linstone H.A., Turoff M. The Delphi method: Techniques and applications. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1975. – 620 p.
11. Пьянзина Н.В., Бальсевич В.К., Лубышева Л.И. Метод Дельфи в определении критериев отбора юных баскетболистов // *Теория и практика физической культуры*. – 2016. – № 3. – С. 21–23.

12. Коц Я.М., Мартиросов Э.Г. Факторная структура физической подготовленности спортсменов // Физиология человека. – 1984. – Т. 10, № 4. – С. 613–619.

13. Юсупова Л.А., Шустин Б.Н. Модельные характеристики соревновательной деятельности волейболистов высокой квалификации // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 2. – С. 38–41.

14. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

15. Cohen J., Cohen P., West S.G., Aiken L.S. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. – 3rd ed. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. – 703 p.

16. Никитина Г.А., Тарасенко Б.Ф. Комбинированный метод определения весовых коэффициентов в педагогических исследованиях // Педагогическая информатика. – 2007. – № 4. – С. 51–56.

17. Костюков В.В., Губа В.П., Родин А.В. Система отбора и комплектования юношеских волейбольных команд на основе комплексного контроля // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2018. – № 5. – С. 34–36.

18. Malina R.M., Rogol A.D., Cumming S.P., Coelho e Silva M.J., Figueiredo A.J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications // British Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 49, No. 13. – P. 852–859.