

УДК 796.42.093.61

DOI 10.5930/1994-4683-2026-2-70-75

Кластерный анализ видов женского легкоатлетического семиборья

Гофман Юлия Сергеевна

Заико Дмитрий Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлены данные кластерного анализа результатов сильнейших семиборок мира, выступающих в различное время и имеющих результат, превышающий 6500 очков, а также результатов, показанных на чемпионате России по легкой атлетике в женском семиборье в 2023 году.

Цель исследования – сравнить кластеры видов в женском легкоатлетическом семиборье сильнейших многоборок мира и России.

Методы исследования: анализ научно-методической литературы, анализ архивных материалов (протоколов соревнований), методы статистической обработки данных.

Результаты исследования и выводы. Сравнение результатов сильнейших семиборок мира и результатов, показанных на чемпионате России по легкой атлетике в семиборье в 2023 году, отразили разницу в составе групп видов, связанных между собой и составляющих основной значимый вклад в общую сумму очков многоборья. Это позволило сделать выводы об особенностях структуры соревновательного результата и взаимосвязях дисциплин у многоборок различной квалификации.

Ключевые слова: легкая атлетика, женский спорт, легкоатлетическое семиборье, спортсмены высокой квалификации

Cluster analysis of event types in women's heptathlon

Gofman Yulia Sergeevna

Zaiko Dmitry Sergeevich, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract. The article presents data from a cluster analysis of the results of the world's top heptathletes, competing at different times and achieving scores exceeding 6500 points, as well as the results recorded at the 2023 Russian Athletics Championships in the women's heptathlon.

The purpose of the study is to compare performance-based clusters of female heptathletes among the world's top multi-event athletes and Russian elite athletes.

Research methods: analysis of scientific and methodological literature, analysis of archival materials (competition protocols), methods of statistical data processing.

Research results and conclusions. A comparison of the performances of the world's top heptathletes with those achieved at the 2023 Russian Athletics Championships in the heptathlon revealed significant differences in the composition of event clusters that are interrelated and make a substantial contribution to the overall score. These findings enabled conclusions regarding the structure of competitive performance and the interrelationships among events among heptathletes of varying competitive levels.

Keywords: athletics, women's sports, heptathlon, high-level athletes

Введение. Женское семиборье стремительно развивается. На современном этапе сильнейшие многоборки демонстрируют результаты, способные конкурировать в отдельных дисциплинах легкой атлетике. Такая динамика вызывает необходимость постоянного анализа данных, на основе которых осуществляется модернизация существующих и поиск новых подходов к совершенствованию системы спортивной подготовки [1].

Учитывая особенности легкоатлетического многоборья, которые выражаются в контрастных требованиях к подготовленности, открытым остается вопрос оптимизации тренировочного процесса. Необходим такой подход, который будет позволять в условиях нехватки времени реализовывать разнонаправленную подготовку на высоком уровне.

Одним из актуальных направлений является поиск взаимосвязей дисциплин семиборья. И хотя результаты корреляционного анализа представлены во многих исследованиях, стоит отметить, что они не позволяют сегментировать виды многоборья на группы. Идентификация таких групп откроет предпосылки для поиска в них специфических взаимосвязей, на основе которых будет выстроена подготовка в женском легкоатлетическом семиборье.

Для последующего выявления объективных латентных факторов, определяющих спортивный результат, актуален анализ с применением многомерных статистических методов. В частности, кластерный анализ соревновательных результатов многоборков различной квалификации позволит получить объективные данные о структурных особенностях, их сходствах и различиях, которые необходимо учитывать в дальнейших исследованиях, а также при построении тренировочного процесса. Что, в свою очередь, даст возможность группировать физические упражнения для одновременного решения нескольких задач, минимизируя при этом интерференцию и повышая синергетический эффект.

Методика и организация исследования. Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе произведен анализ научно-методической литературы, а также протоколов соревнований для формирования двух выборок результатов в женском легкоатлетическом многоборье.

Анализ научно-методической литературы проводился с целью обоснования актуальности темы исследования, верификации содержательности и логичности применения кластерного анализа и определения исходных принципов вероятных результатов.

Анализ протоколов соревнований позволил сформировать две выборки. В первую выборку вошли результаты спортсменок, стабильно выступавших на высоком уровне на международной арене и имевших результат, превышающий 6500 очков. Кластеры, полученные на основе результатов данной выборки, приняты в качестве эталонной модели. Основу второй выборки составили результаты спортсменок, показанные на Чемпионате России по легкой атлетике в женском семиборье в 2023 году.

На втором этапе был проведен кластерный анализ, а также сравнение структурных особенностей полученных кластеров. Статистическая обработка данных производилась с использованием персонального компьютера, оснащенного стандартным пакетом «Statgraphics Plus 5.0». Для выделения групп видов использовался иерархический агломеративный метод – метод минимального локального расстояния («ближнего соседа»). За метрику расстояний принято квадратичное евклидово расстояние. Число кластеров определялось по выявлению скачков, определяемых фазовым переходом от сильно связанного к слабо связанному состоянию объектов [2].

Результаты исследования. В отечественной научно-методической литературе дисциплины семиборья зачастую группируются априорно, на основе качественного анализа физических способностей. Однако такие группы не всегда подтверждаются статистически на соревновательных результатах.

В ходе анализа зарубежной научно-методической литературы определено, что кластерный анализ применялся в трудах, посвящённых преимущественно мужскому легкоатлетическому десятиборью. При этом подобные исследования жен-

ского легкоатлетического семиборья носят единичный характер. Основной особенностью этих научных работ является то, что кластеризация производилась не для выделения групп видов в легкоатлетическом многоборье, а для выделения типологических профилей спортсменов. То есть, исходя из соревновательных результатов, определялись предрасположенности спортсменов к тем или иным дисциплинам: беговым, прыжковым, метательным.

Выделение объективных групп дисциплин имеет прямое прикладное значение для методики подготовки. Эффективное планирование основано на правильном сочетании тренировочных средств с учетом их взаимовлияния (положительного или отрицательного переноса).

Также проведение кластерного анализа на данных различных уровней подготовленности позволит ответить на вопрос о стабильности выделяемых групп дисциплин по мере роста спортивного мастерства.

Для целесообразного выделения эталонных кластеров видов на основе анализа протоколов соревнований выбраны 15 результатов, превышающих 6500 очков в женском легкоатлетическом семиборье. Данная выборка репрезентирует ключевую часть целевой генеральной совокупности элитных многоборков мира.

После определения числа кластеров по выявлению скачков, определяемых фазовым переходом от сильно связанного к слабо связанному состоянию объектов, выделено три кластера (рис. 1).

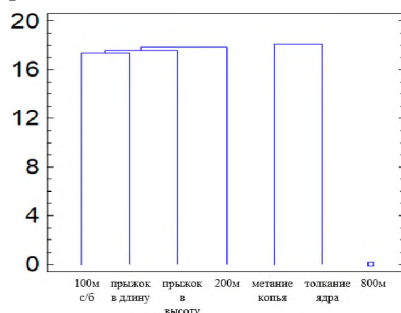


Рисунок 1 – Кластеры видов сильнейших семиборков

На дендрограмме отображена последовательность объединения объектов в кластеры. По горизонтали – виды женского легкоатлетического семиборья, по вертикали – уровень близости.

В первый кластер вошли: бег на 100 метров с барьерами, прыжок в длину, прыжок в высоту и бег на 200 метров. Бег на 100 метров с барьерами и прыжок в длину сливаются на одном уровне близости, что говорит об идентичности профилей этих видов. Далее, на короткой ветви к ним присоединяется прыжок в высоту. Последним, с небольшим отличием, видом в этот кластер входит бег на 200 метров. Это означает, что уровень схожести этих четырех дисциплин очень высок. Данный кластер является самым крупным из трех представленных и составляет 57% от соревновательного результата в женском легкоатлетическом семиборье.

Во второй кластер вошли: метание копья и толкание ядра. Обособленная пара, уровень близости которой идентичен внутри, но немного выше, чем в предыдущем кластере. Процентный вклад в общую сумму очков – 29%.

Бег на 800 метров выделился в отдельный кластер, что говорит о значительном качественном отличии этого вида от любых других. 14% - вклад данного кластера в соревновательный результат.

При проведении кластерного анализа результатов в женском легкоатлетическом семиборье России в 2023 году после выявления скачков, определяемых фазовым переходом от сильно связанного к слабо связанному состоянию объектов, выделено два кластера (рис. 2).

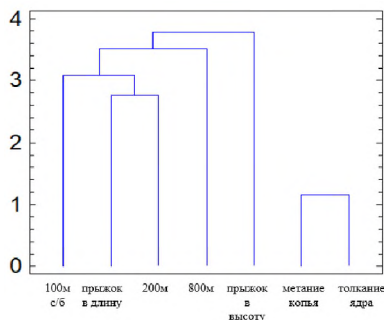


Рисунок 2 – Кластеры видов семиборья России

На дендрограмме отображена последовательность объединения объектов в кластеры. По горизонтали – виды женского легкоатлетического семиборья, по вертикали – уровень близости.

В первый кластер вошли: бег на 100 метров с барьерами, прыжок в длину, бег на 200 метров, бег на 800 метров, прыжок в высоту. Это большой кластер, который имеет сложную структуру и составляет 71% соревновательного результата. На первом уровне, на одинаковой высоте, объединились прыжок в длину и бег на 200 метров. Далее на короткой ветви к ним присоединился бег на 100 метров с барьерами. На третьем уровне кластер дополнил бег на 800 метров, а затем прыжок в высоту.

При этом расстояние слияния между первым уровнем и четвертым относительно большое, что говорит о значительном различии прыжка в высоту с прыжком в длину и бегом на 200 метров, но о значительном сходстве с бегом на 800 метров.

Во второй кластер вошли: метание копья и толкание ядра. Процентный вклад в общую сумму очков – 29%.

Таким образом, полученные результаты кластерного анализа отразили фундаментальные различия в факторной структуре соревновательной деятельности и, вероятно, в подходе к спортивной подготовке у двух групп семиборков.

Включение в первый кластер у сильнейших многоборков мира барьерного бега, прыжка в длину и прыжка в высоту соответствует классическим представлениям о проявлении скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей, а также сходству биомеханических цепей двигательных действий «разбег-отталкивание» в этих дисциплинах. Бег на 200 метров завершает кластер, что объясняется тем, что результат в этом виде в значительной мере зависит также от уровня развития скоростно-силовых способностей.

Выделение второго кластера обосновано тем, что в толкании ядра и метании копья ведущим является проявление взрывной силы мышц верхних и нижних конечностей, а также туловища в равной мере.

Выделение бега на 800 метров в отдельный кластер является прямым статистическим подтверждением «отрицательного переноса». Бег на 800 метров требует оптимального развития аэробной и анаэробной лактатной энергетических систем, что при одновременном развитии со скоростно-силовыми способностями может угнетать гипертрофию быстрых мышечных волокон и снижать их мощность [3].

Как видно из полученных результатов, у спортсменов мировой элиты четко дифференцированная структура, в которой принадлежность всех видов к каждому кластеру имеет научное обоснование.

Основным отличием результатов кластерного анализа в легкоатлетическом семиборье в России является присоединение бега на 800 метров к спринту и прыжкам. Стоит также отметить, что присоединение происходит не в последнюю очередь, а на относительно небольшом расстоянии. Это говорит о неотделимости профилей многоборков, описываемых в научно-методической литературе.

Можно предположить, что одной из тенденций спортивной подготовки является доминирование подхода, в котором одновременно и параллельно развиваются контрастные качества. Это, в свою очередь, может приводить к формированию более универсального, но менее специализированного профиля спортсменки. С одной стороны, это позволяет выстроить более стабильную и ровную модель соревновательной деятельности, без резких скачков в результатах, но с другой стороны, такая модель может работать на усреднение, что ведет к снижению общего результата.

Проведенный анализ указывает на то, что дифференцированная трёхкластерная модель, характерная для сильнейших семиборков мира, является более эффективной для достижения максимальных результатов на элитном уровне, так как позволяет минимизировать интерференцию тренировочных эффектов и максимизировать специализацию. Российская интегративная модель, обеспечивая высокую устойчивость базовой подготовленности, может ограничивать рост в компонентах, требующих предельной реализации контрастных физических качеств [4].

Но для того чтобы избежать отрицательного переноса, необходим такой подход, который позволит выстраивать спортивную подготовку с учетом специфических взаимосвязей видов внутри каждого кластера.

Выводы. Таким образом, кластерный анализ результатов сильнейших семиборков мира и кластерный анализ результатов, показанных на Чемпионате России по легкой атлетике в семиборье в 2023 году, говорит о различных структурах соревновательного результата и взаимосвязях видов.

У многоборков, имеющих результат, превышающий 6500 очков, структура является более дифференцированной и включает в себя три кластера. Первый кластер включает в себя: бег на 100 метров с барьерами, прыжок в длину, прыжок в высоту и бег на 200 метров. Второй кластер включает в себя толкание ядра и метание копья. Третий кластер включает в себя бег на 800 метров.

Структура соревновательного результата у представительниц российского семиборья включает в себя два кластера. Первый кластер: бег на 100 метров с барьерами, прыжок в высоту, бег на 200 метров, прыжок в длину, бег на 800 метров. Второй кластер: толкание ядра и метание копья.

Учитывая значительную разницу в результатах, можно говорить о том, что в тренировочном процессе необходимо учитывать особенности разделения видов на кластеры у элитных спортсменок. Но для совершенствования спортивной подготовки целесообразным является проведение дальнейших исследований для поиска латентных факторов, влияющих на взаимосвязи внутри уже полученных кластеров женского легкоатлетического семиборья.

Список источников

1. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. Санкт-Петербург : Питер, 1997. – 231 с. : ил. (Советы профессионала). ISBN 5-88782-339-9.
2. Гофман Ю. С., Зайко Д. С. Анализ соревновательной деятельности сильнейших многоборков // Легкая атлетика : сборник научно-методических трудов. Санкт-Петербург, 2023. С. 195–203. EDN MLPWUX.
3. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises / Wilson J. M., Marin P. J., Rhea M. R., Wilson S. M., Loenneke J. P., Anderson J. C. DOI 10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d // J Strength Cond Res. 2012. Vol. 26 (8). P. 2293–2307.
4. Hickson R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. DOI 10.1007/BF00421333 // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1980. Vol. 45 (2-3). P. 255–263.

References

1. Duke V. (1997), “Data Processing on a PC An Example”, St. Petersburg, Peter, 231 p., ISBN 5-88782-339-9.
2. Gofman Yu. S., Zaiko D. S. (2023), “Analysis of competitive activity of the strongest all-rounders”, *Athletics*, A collection of scientific and methodological works, St. Petersburg, pp. 195–203.
3. Wilson J. M., Marin P. J., Rhea M. R., Wilson S. M., Loenneke J. P., Anderson J. C. (2012), “Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises”, *J Strength Cond Res*, Vol. 26 (8), pp. 2293–2307, doi: 10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d.
4. Hickson R. C. (1980), “Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance”, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, Vol. 45 (2-3), pp. 255–263, doi: 10.1007/BF00421333.

Информация об авторах:

Гофман Ю.С., преподаватель кафедры теории и методики легкой атлетики имени В.В. Ухова, SPIN-код: 4074-8843.

Зайко Д.С., заведующий кафедрой теории и методики легкой атлетики имени В.В. Ухова, SPIN-код: 4939-6516.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 09.01.2026.

Принята к публикации 01.02.2026.