

## ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ФУТБОЛИСТОВ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИИ БИОДИНАМИЧЕСКИХ ТИПОВ

**Шлойдо А.И.**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

**Попов В.П.**

канд. пед. наук, доцент,  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

Статья рассматривает индивидуализацию подготовки футболистов через классификацию их биодинамических типов. Подчеркивается важность учета антропометрических, функциональных и психологических различий для повышения эффективности тренировок. Проведено тестирование 17 футболистов возраста 17 лет команды Академии футбола ФК «Динамо-Брест». На основе 58 показателей выполнен кластерный анализ, позволивший выделить два типа игроков. Каждый тип характеризуется специфическими скоростно-силовыми и функциональными показателями, что определяет различия в тренировочных программах. Используемые методы статистического анализа, такие как метод *k*-средних и *F*-критерий, обеспечили высокую степень достоверности результатов. Исследование предлагает внедрение новых методов индивидуализации в командные виды спорта.

**Ключевые слова:** футбол; индивидуализация подготовки; биодинамические типы.

### INDIVIDUALIZATION OF SOCCER PLAYERS TRAINING ON THE BASIS OF BIODYNAMIC TYPES CLASSIFICATION

Individualization of soccer players' training through their biodynamic types classification is considered in the article. The importance of taking into account anthropometric, functional, and psychological differences to improve the effectiveness of training is emphasized. The testing of 17 soccer players of the age of 17 years of the team of the Football Academy of FC "Dynamo-Brest" has been carried out. On the basis of 58 indicators the cluster analysis has been performed allowing to identify two types of players. Each type is characterized by specific speed, strength, and functional indicators determining the differences in training programs. The used methods of statistical analysis, such as the *k*-means method and *F*-criterion, provided a high degree of the results reliability. The study suggests the introduction of new methods of individualization in team sports.

**Keywords:** football; training individualization; biodynamic types.

### ВВЕДЕНИЕ

В современном спорте метод моделирования стал наиболее популярным для управления подготовкой спортсменов. Этот подход включает создание целевых и промежуточных моделей для эффективного решения задач [1, 2]. В игровых видах спорта популярны модели физической подготовленности, разработанные на индивидуальных и командных результатах тестирования [3, 4]. Они дают основу для разработки шкал оценки, которые давно применяются для индивидуализации тренировок. На их базе принимаются управленческие решения по подготовке команд и отдельных спортсменов [5, 6]. Однако с развитием современного спорта и увели-

чением требований к эффективности тренировочного процесса появилась необходимость в усовершенствовании теории и методики подготовки [7, 8].

Целью данного исследования является разработка методических основ для индивидуализированного подхода к подготовке футболистов. Чаще всего создание моделей в игровых видах спорта включает антропометрические, физические, функциональные и психологические аспекты. Однако они не рассматривают индивидуальные различия спортсменов, что может снизить эффективность традиционных методов. Для проверки гипотезы о необходимости учета этих различий важно изучить структуру биодинамических типов футболистов.

**Биодинамический тип спортсмена** мы рассматриваем как сочетание антропометрических, функциональных, психологических, и биомеханических характеристик, обеспечивающих гомеостаз и адаптацию к внешней среде. Понимание этого типа может значительно повысить эффективность подготовки за счет ее индивидуализации.

## ■ ОРГАНИЗАЦИЯ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании участвовала профессиональная футбольная команда из 17 спортсменов, возраст 16–18 лет, занимающихся в Академии футбола ФК «Динамо-Брест». Для построения модели биодинамических типов были проведены тестирования общей физической подготовленности (27 показателей), функциональных возможностей (11 показателей), психофизиологии (11 показателей) и биоимпедансометрии (9 показателей). Всего было получено 58 показателей, подробно характеризующих выборку. Для анализа данных применялся кластерный анализ по методу *k*-средних. Оценка медианных значений признаков, анализ различий по критерию Манна-Уитни и ранговая корреляция Спирмена использовались для статистической характеристики полученных классов.

Решение задачи построения классификационной структуры осуществлялось в 4 этапа:

Отбор информативных показателей (маркеров) и формирование подмножеств маркеров для классификации.

Классификация спортсменов на основе каждого из созданных подмножеств.

Оценка эффективности классификаций и выбор базовой структуры для модели.

Статистическая и содержательная интерпретация классов и модели в целом.

## ■ ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе на основании оценки отношения разности максимального и минимального значений к максимальному, выраженному в %, были отобраны показатели со значениями указанной величины от 40 % и выше. Всего из 58 исходных показателей выбраны 15 маркеров. Из 15 маркеров были сформированы 20 подмножеств, включающих от 3 до 6 показателей в каждом. На втором этапе по каждому из 20 информативных подмножеств был выполнен кластерный анализ по методу *k*-средних. Учитывая небольшой объем выборки (17 человек), величина *k*, задающая число классов, всегда принималась равной 2. На третьем этапе при выборе эффективной классификации учитывали количество спортсменов, отнесенных к каждому классу классификации и количество показателей (из 58), по кото-

рым обнаружались достоверные различия между классами по критерию Манна-Уитни (таблица 1).

Условные обозначения

*Темп 1,2,3* – Скоростные способности ног в теппинг-тесте, спортсмены выполняли бег на месте в течении 15 секунд с максимальной частотой движений, каждые 5,10,15 секунд.

*La2, La %* – величина лактата после нагрузки; снижение лактата на 7-й минуте восстановления.

*RAST 3,4,5* – беговой тест на скоростную выносливость 6 отрезков по 35 м, время пробегания 3,4,5-ого отрезков.

*РДО1* – тест реакции на движущийся объект.

*УВ1* – тест на умение сохранять устойчивость (продолжительность) внимания.

*Vmax* – скоростные способности.

*Fкисти* – динамометрия кисти.

*ПЗМР* – простая зрительно-моторная реакция.

*КО* – количество ошибок в тесте ПЗМР.

*ОВ* – общая вода в организме в %.

*ГЛГ* – гликоген

*МЖТ* – масса жировой ткани в %.

*ММТ* – масса мышечной массы в %.

*МПК* – максимальное потребление кислорода.

В результате были отобраны две эффективные классификации. Первая получена на основании информативного подмножества из 5 маркеров (*Темп 1, Темп 2, Темп 3, La 2, La %* восст.), с числом спортсменов в классах 7 и 10. На ее основе выявлено 10 показателей (*Темп 1, Темп 2, Темп 3, RAST 3 t, RAST 4 t, RAST 5 t, РДО 1, УВ 1, V max, La* восст.), величины которых достоверно различаются в полученных классах. Вторая построена на основании трех маркеров (*F кисти, КО, МЖТ*), в классы вошло 5 и 11 человек. На ее основе выявлено 9 достоверно различающихся показателей (*ЖЕЛ, F кисти, ПЗМР, m тела, МЖТ, ММТ, ОВ, ГЛГ, МПК*). Рассматривая смысловое значение 5 выделенных маркеров для построения первой классификации, можно заметить, что эта классификация ориентирована на скоростно-силовые показатели и устойчивость организма к закислению с последующей способностью к восстановлению лактата крови. Выявленные на основе этих маркеров показатели, характеризующие первую классификацию, впечатляют глубиной и широтой оценки исследуемого объекта. Отобранные показатели позволяют оценить скоростные способности, алактатную и лактатную выносливость спортсмена, его психофизические характеристики, способность сохранять гомеостаз в условиях нарастающей тренировочной нагрузки. Вторая классификация, построенная на 3 маркерах, ориентирована на силовые показатели, состав массы тела и уровень сложной двигательной реакции. На основе данных маркеров дополнительно отобраны достоверно отличающиеся показатели, характеризующие системы внешне-

го дыхания и сердечно-сосудистую. Оценивая специфику второй классификации ее условно можно назвать преимущественно ориентированной на морфофункциональные характеристики спортсменов.

Анализ статистических свойств и содержательной педагогической и практической ценности смысла комплексов маркеров, по которым построены классификации, позволил выбрать в качестве базовой для построения структурной модели биодинамических типов первую классификацию. Статистические характеристики этой классификации приведены в таблицах 1–4.

Для оценки различий между выделенными классами применили F-критерий. Он помогает определить, насколько статистически значимы различия между группами данных по конкретному признаку. Высокое значение F-критерия (таблица 1) указывает на то, что различия по всем показателям между кластерами больше, чем внутри них, что свидетельствует об успешном разделении данных на кластеры.

Из таблицы 1 следует, что различия по всем маркерам высоко достоверны. Это позволяет предположить достаточную степень надежности и воспроизводимости полученного результата. В результате статистического анализа выявлены признаки, различающиеся на высоком уровне значимости. Следует обратить внимание на высокий уровень и динамику F-критерия признаков Темп 1, 2, 3. Величина достоверности различий Темп 1 (частота движений в первые 5 секунд) значительно превосходит Темп 2 и Темп 3, частоту в последующие 5-секундные отрезки. Интересно рассмотреть аналогию этой динамики с емкостью алактатного энергообеспечения мышечной деятельности, которая очевидно иссякла на Темп 2. Можно предположить, что первые 5 секунд теста являются наиболее информативными. В отношении признаков La2 (уровень лактата после нагрузки) и La восст. (уровень лактата после 7 мин отдыха) можно заметить более высокую достоверность показателя восстановления лактата. описа-

Таблица 1 – Оценка достоверности различий между классами по маркерам

Признак	F-критерий	P≤
Темп 1	33,5	0,00004
Темп 2	10,3	0,00592
Темп 3	13,9	0,00204
La 2	4,5	0,05161
La восст	11,7	0,00377

Таблица 2 – Оценка достоверности различий по критерию Манна–Уитни

Признак	Сумма рангов для класса n=7	Сумма рангов для класса n=10	P≤
Темп 1	29,5	123,5	0,001
Темп 2	36,5	116,5	0,011
Темп 3	33,5	119,5	0,005
RAST 3, t	90,0	63,0	0,010
RAST 4, t	87,0	66,0	0,022
RAST 5, t	88,5	64,5	0,015
РДО 1	28,0	108,0	0,014
УВ 1	73,0	63,0	0,019
V max	35,0	118,0	0,002
La восст.	36,0	117,0	0,010

Таблица 3 – Статистическая характеристика класса (n=7)

Признак	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум
Темп 1	39,4	40	34	46
Темп 2	80,6	80	66	90
Темп 3	116	116	96	132
RAST 3, t	5,4	5,4	5,3	5,7
RAST 4, t	5,7	5,8	5,5	6
RAST 5, t	5,9	5,9	5,4	6,2
РДО 1	47	48	12	68
УВ 1	1	1	0,9	1,1
Vmax	17	17	17	17
La восст	29,4	30,5	5,4	50,5

Таблица 4 – Статистическая характеристика класса (n=10)

Признак	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум
Темп 1	51,2	52	44	58
Темп 2	96,4	98	78	112
Темп 3	141	143	118	162
RAST 3, t	5,1	5,1	4,5	5,4
RAST 5, t	5,5	5,4	5,1	5,9
RAST 4, t	5,4	5,4	5	5,7
РДО 1	66,5	68,5	50	84
УВ 1	0,9	0,9	0,8	1
V max	17,8	18	17	18
La восст	52,7	51,6	37,2	68,9

тельные статистики этих показателей для двух построенных классов приведены в таблицах 3 и 4.

Далее на основании критерия Манна-Уитни были оценены межклассовые различия для всех 58 признаков, включенных в анализ. Достоверно различающиеся показатели приведены в таблице 2.

В соответствии с принятой классификацией, показатели двух выделенных групп (классов) футболистов команды статистически достоверно различаются по десяти биодинамическим параметрам:

Темп 1 — скоростные способности ног в теппинг-тесте. Спортсмены выполняли бег на месте в течение 15 секунд с максимальной частотой движений. Каждые 5 секунд фиксировалось количество выполненных движений.

Темп 1: количество движений в первые 5 секунд;

Темп 2 — за 10 секунд;

Темп 3 — за 15 секунд;

RAST 3 — беговой тест на скоростную выносливость (6 отрезков по 35 метров, отдых 10 с). Фиксировалось время пробега каждого отрезка. Здесь — время пробега третьего отрезка;

RAST 4 — время пробега четвертого отрезка;

RAST 5 — время пробега пятого отрезка;

РДО 1 — тест реакции на движущийся объект. Оценивается точность реакции, определяя преобладание у спортсмена реакций торможения или опережения;

УВ 1 — тест на умение сохранять внимание (продолжительность);

V макс. — максимальная скорость на беговой дорожке, на которой спортсмен заканчивает бег;

La восст. — восстановление уровня лактата на седьмой минуте после финиша бега 6х50 метров, выраженное в процентах.

Таблица 5 – Корреляционная структура показателей в классе с n=10

Признак	Темп 2	Темп 3	RAST 4, t	УВ 1
Темп 1	0,969	0,938		-0,649
Темп 2		0,957		-0,687
Темп 3				-0,679
RAST 3, t			0,693	

Таблица 6 – Корреляционная структура показателей в классе с n=7.

Признак	Темп 3	РДО 1
Темп 1		-0,882
Темп 2	0,982	
Темп 3		
RAST 3, t		-0,899

Комментируя таблицу 2, следует обратить внимание, что наиболее высокая значимость достоверности различий и наибольшая сумма рангов для класса n =10 проявилась в признаках Темп 1, 2, 3 (частота движений), Vmax (выносливость), La восст. (утилизация лактата) и РДО (реакция на движущийся объект), являющиеся в значительной степени генетически обусловленными и значимыми для игровой деятельности.

Приступая к четвертому этапу исследования, рассмотрим статистическую и содержательную интерпретацию классов и модели в целом. В таблицах 3, 4 представлены сравнительные результаты тестирования обеих групп (классов), сформированных в результате базовой классификации.

Анализируя таблицы 3 и 4, можно заметить значительные различия в статистических характеристиках обеих групп. Медианное значение показателя Темп 1 у спортсменов первой группы (n=10) выше на 30 % по сравнению с группой (n=7). Максимальное значение, характеризующее размах (медиана-максимум), завышено на 22,7 %. По количеству движений за 15 секунд (Темп 3), группа с численностью n=10 превосходит на 23 %. Особо стоит отметить преимущество данной группы в скорости восстановления концентрации лактата, где они опередили на 69,2 %. Это преимущество отразилось и на тесте RAST5 (время пробега последнего отрезка из серии 6х50 м с отдыхом 10 секунд), где группа показала результат на 0,5 секунды быстрее. Описанная тенденция в разной степени преимущества группы n=10 сохраняется и в других показателях.

Для дальнейшей идентификации классов был выполнен анализ корреляционных структур. Для этого на основе 10 отобранных признаков были построены полные корреляционные матрицы на основе коэффициента корреляции Спирмена для каждого класса базовой классификации (таблицы 5 и 6, приведены только достоверные на  $P \leq 0,05$  значения коэффициентов).

Результаты корреляционного анализа подтверждают ожидания о высокой взаимосвязи однородных признаков: максимальной частоты движений (Темп 1-Темп3), а также специальной выносливости (RAST3-RAST4). Выявлена также интересная и легко объяснимая отрицательная взаимосвязь двигательных признаков с признаком (тестом) устойчивости внимания (УВ1).

Можно предположить, что спортсмены, отнесенные к данному классу, обладают более высокой активностью симпатического отдела высшей нервной деятельности, снижающей устойчивость внимания.

Результаты корреляционного анализа признаков для второго класса (n=7) повторили отмеченные тенденции для первой структуры, но в значительно менее выраженном виде. Вероятно, вариативность

признаков внутри данного класса более высокая в сравнении с классом  $n=10$ . В таблице 6 можно заметить высокую взаимосвязь уровня двигательных признаков с реакцией на движущийся объект (РДО). Очевидно, что высокая частота движений в первые пять секунд теста (Темп1) имеет высокую отрицательную взаимосвязь с временем реакции на движущийся объект. Данный феномен объясняет, почему способность к высокой частоте движений (третья форма проявления быстроты) сопровождается улучшением реакции на движущийся объект (аналог первой формы проявления быстроты).

Проведенный статистический анализ позволил разработать структурную модель биодинамических типов, которая включает два четко различимых класса. Первый класс, состоящий из 10 футболистов, обладает более высокими статистически значимыми значениями по всем десяти биодинамическим показателям. Второй класс из 7 спортсменов по этим показателям отстает. Результаты исследования показывают наличие двух существенно отличающихся групп игроков в команде, которые тренируются по единой программе. Группа из 10 футболистов демонстрирует превосходство над группой из 7 игроков по всем критериям. Эти различия создают впечатление, что обе группы представляют собой отдельные выборки. Это может быть связано с недостаточно качественным отбором команды. Однако различия в базовых показателях физической подготовленности указывают на более глубокие причины. Чем вызван данный феномен? Спортсмены тренировались по одной и той же программе, но достигли статистически значимых различий в полученных результатах. Объяснение этому с учетом взглядов Р.М. Баевского и Н.И. Шлык [9, 10] видится, по нашему мнению, в различии типов регуляторных систем у игроков обеих групп, выявленных на основе кластерного анализа.

## ВЫВОДЫ

1. Выделение биодинамических типов способствует разработке персонализированных тренировочных программ, что вызывает необходимость пересмотра традиционных подходов к командной подготовке игроков.

2. Применение кластерного анализа в обработке получаемых данных расширяет представление о специфических характеристиках скоростно-силовой и функциональной подготовленности футболистов, а также демонстрирует существенные различия между двумя рассматриваемыми типами.

3. Важность учета индивидуальных регуляторных систем игроков может стать основой для дальнейшего развития методов индивидуализированной подготовки, особенно в контексте командных видов спорта.

4. Интеграция результатов исследования в тренировочный процесс будет способствовать повышению эффективности командной подготовки и улучшению спортивных показателей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Верхошанский, Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю. В. Верхошанский – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 239 с.
- Зеленцов, А. М. Моделирование тренировки в футболе / А. М. Зеленцов, В. В. Лобановский. – Киев: Здоровье, 1985. – С. 134.
- Занковец, В. Э. Индивидуализация общей физической подготовки профессиональных хоккеистов в соответствии с моделью физической подготовленности команды : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Занковец Владислав Эдуардович; БГУФК. – Минск, 2021. – 30 с.
- Макаренко, В. Г. Управление физической подготовленностью юных футболистов на основе модельных характеристик : автореф. дис. ... канд. пед. наук / В. Г. Макаренко. – М., 1982. – 23 с.
- Шамардин, А. И. Технология оптимизации функциональной подготовленности футболистов : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / А. И. Шамардин. – М., 2000. – 52 с.
- Шестаков, М. М. Индивидуализация учебно-тренировочного процесса в командных спортивных играх : автореф. дис. ... канд. пед. наук / М. М. Шестаков. – М., 1992. – 44 с.
- Исследование скоростных, скоростно-силовых и силовых способностей профессиональных футболистов / В. П. Попов, Ю. А. Баранов, А. И. Шлойдо, О. О. Ермалович // Мир спорта. – 2022. – № 1. – С. 27–32.
- Тюленков, С. Ю. Теоретико-методические аспекты управления подготовкой футболистов : учеб. пособие / С. Ю. Тюленков, В. П. Губа, А. В. Прохоров. – Смоленск: ТОО ИКА, 1997. – 116 с.
- Баевский, Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский, Р. Е. Мотылянская. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 143 с.
- Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы определения у спортсменов в тренировочном процессе : метод. пособие / Н. И. Шлык – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2022. – 93 с.

27.08.2024