

ХАРЬКОВА Виктория Александровна, канд. пед. наук, доцент

*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

СЕМАШКО Даниил Дмитриевич

*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

ПОСТРОЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТАЭКВОНДО НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ

Исследование посвящено обоснованию эффективности построения физической подготовки в таэквондо на этапе углубленной спортивной специализации на основе компьютерной программы, позволяющей автоматизированно диагностировать возможность прироста уровня развития двигательных способностей. Применение данной программы позволяет планировать тренировочные нагрузки с учетом индивидуальных особенностей спортсменов-таэквондистов с акцентом на их ведущие двигательные способности.

Ключевые слова: таэквондо; планирование; контроль; физическая подготовка; двигательные способности; компьютерная программа.

BUILDING PHYSICAL TRAINING IN TAEKWONDO BASED ON COMPUTER DIAGNOSTICS OF ATHLETES' MOTOR ABILITIES

This study explores the effectiveness of taekwondo physical training at the advanced sports specialization stage using a computer program that automatically identifies potential motor skill development gains. This program allows for planning training loads tailored to the individual characteristics of taekwondo athletes, focusing on their primary motor skills.

Keywords: taekwondo; planning; control; physical training; motor skills; computer program.

Введение. В практике современного спорта бесспорным является мнение, что тренировка спортсмена с каждым этапом многолетней подготовки все больше должна быть максимально приближена к условиям соревновательной деятельности [1, 2]. В единоборствах, где соревновательный опыт достаточно специфичен – это требования формирования скоростно-силовых проявлений двигательных действий в условиях жесткого лимита времени, высокой анаэробной выносливости, максимальной мобилизации психофизических функций и готовности к мгновенному переходу от атакующих к контратакующим или защитным действиям в зависимости от сложившейся ситуации [3, 4]. Для составления индивидуального этапного плана подготовки необходимо оценить исходное состояние и динамику

прироста показателей, характеризующих мастерство спортсмена; изучить и систематизировать современные тенденции в развитии спортивных единоборств, уровень подготовленности и возможности основных конкурентов; определить главную цель; наметить главные соревнования, структуру годичного цикла, сроки и методы контроля [1].

В то же время, планирование физической подготовки в таэквондо на этапе углубленной спортивной специализации продолжается по стандартной схеме равномерного распределения общих и специальных нагрузок в макроцикле, как и на предыдущих этапах многолетней подготовки [5, 6]. Однако с этого этапа значительно возрастает соревновательная практика, и важно готовить спортсменов к главным стартам с учетом их индиви-

дуальных особенностей. Необходимо делать акцент на ведущих двигательных способностях, однако без современных методов диагностики сложно заранее предусмотреть, какие же именно способности сыграют ключевую роль в успехе на соревнованиях. Поэтому видится актуальной разработка компьютерной программы, позволяющей автоматизированно диагностировать возможный прирост показателей, характеризующих уровень развития физических качеств спортсменов-таэквондистов, для оптимизации построения специальной физической подготовки в таэквондо на этапе углубленной специализации.

Основная часть.

Статистические методы позволяют учесть данные опыта (выборочные значения) для уточнения деталей вероятностной модели, например, для оценки плотности вероятностей $\phi(x)$ случайной величины x . Знание же вероятностной модели позволяет планировать будущие события, что важно для принятия решений. В большинстве приложений относительные частоты применяются непосредственно только для грубой качественной оценки распределения генеральной совокупности [7].

Алгоритм диагностики должен включать в себя следующие операции:

- вычисление среднего арифметического (μ);
- вычисление дисперсии (σ^2);

3) оценка вероятности попадания результата в заданный диапазон, для чего данные нормализуются с использованием стандартной нормальной формулы (1):

$$z = x - \mu / \sigma, \quad (1)$$

где x – значение, для которого нужно найти вероятность, μ – среднее значение выборки, а σ – стандартное отклонение (квадратный корень из дисперсии).

4) после нахождения z -значения используется функция распределения стандартного нормального распределения

(функция Лапласа), чтобы определить вероятность того, что случайная величина примет значение меньше или равно z (формула 2):

$$P(a < X < b) = P(X < b) - P(X < a), \quad (2)$$

где $P(X < b)$ и $P(X < a)$ – это значения функции распределения для верхней и нижней границы диапазона соответственно

Однако применение методов математической статистики требует от тренера существенных знаний и практических умений в области спортивной метрологии, поэтому для проведения педагогического эксперимента была разработана программа, написанная на языке программирования C++. Данная программа позволяет автоматически осуществлять вышеуказанный алгоритм и вычислять вероятность попадания количественно измеряемого результата в заданный диапазон значений. В данную программу интегрирована таблица значений функций Лапласа, которая на основе полученных данных выдает значение, которое отражает вероятность попадания результатов спортсмена в заданный диапазон (рисунок).

Разработанная программа может решать такие задачи, как оперативно оценивать рациональность использования средств и методов спортивной тренировки, так и спланировать прирост способностей занимающихся для научно обоснованной корректировки учебно-тренировочного процесса.

Основные преимущества разработанной программы, по сравнению с часто применяемым дискриминантным анализом для формирования классификаций [8], заключаются в том, что встроенная функция Лапласа может напрямую вычислять вероятность попадания результатов спортсмена в заданный диапазон значений. Это может быть особенно полезно для принятия решений на основе вероятностей, что важно в спортивной аналитике; ее проще интерпретировать и использовать для

принятия решений. Например, если вероятность попадания в диапазон составляет 70 %, это дает четкое понимание шансов испытуемого на успех. Функция Лапласа может быть применена к данным с различными характеристиками и распределениями, что делает ее более универсальной в некоторых случаях. При использовании функции Лапласа можно учитывать влияние крайних значений (например, рекордов), что может быть полезно для анализа результатов спортсменов [9].

С целью обоснования методики построения физической подготовки в таэквондо на основе автоматизированной диагностики уровня развития двигательных способностей было проведено исследование, первый этап которого проходил с сентября 2024 г. по декабрь 2024 г. на базе молодежного общественного объединения «Спортивный клуб «Лион». В сентябре было проведено тестирование уровня физической подготовленности 55 спортсменов, занимающихся таэквондо, на этапе углубленной спортивной специализации. В ходе первого макроцикла в течение че-

тырех месяцев испытуемые занимались по стандартной методике построения спортивной подготовки, предложенной в учебной программе по таэквондо для специализированных учебно-спортивных учреждений [10].

Сравнительный анализ полученных данных при предварительном тестировании двигательных способностей таэквондистов 14–15 лет с нормативами программы по таэквондо позволил выявить, что подавляющее большинство спортсменов имеют средний или даже ниже среднего уровень физической подготовленности. Повторное тестирование в декабре 2024 года не выявило достоверных изменений в уровне развития двигательных способностей испытуемых. Такая ситуация потребовала поиска путей оптимизации построения физической подготовки, поэтому все полученные результаты были обработаны с помощью разработанной компьютерной программы для выявления у испытуемых таких ведущих двигательных способностей для таэквондо, как скоростно-силовые способности и специаль-

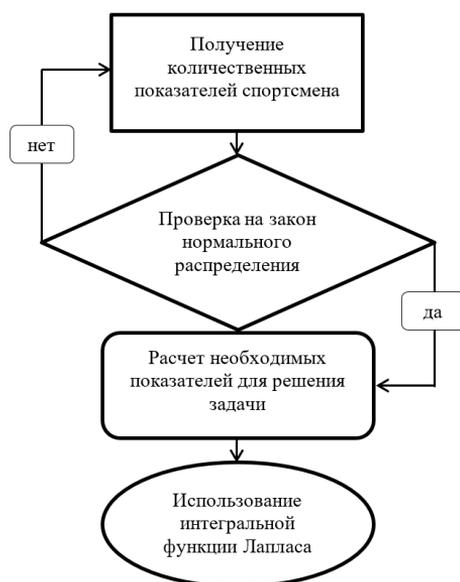


Рисунок – Блок-схема алгоритма работы программы для диагностики показателей физической подготовленности спортсменов

ная выносливость. Это объясняется тем, что спортсмены, чаще всего, выбирают такие манеры ведения поединка, которые позволяют им либо обыгрывать соперника в контратаке с помощью одиночных сильных ударов, либо за счет темпового подавления в атакующей манере.

В итоге, все испытуемые были разделены на контрольную (n = 14) и две экспериментальные группы. Применение разработанной компьютерной программы позволило разделить испытуемых ЭГ1 (n = 22) на спортсменов с ведущими скоростно-силовыми способностями (n = 12), и с ведущей специальной выносливостью (n = 10). В ЭГ2 (n = 19) с помощью анализа результатов промежуточного тестирования тренером самостоятельно, без применения компьютерной программы, были определены 10 человек с ведущими

скоростно-силовыми способностями и 9 – с ведущей специальной выносливостью. Результаты сравнения данных, полученных в ходе предварительного тестирования спортсменов-таэквондистов, представлены в таблице 1.

Поскольку в представленных данных не было выявлено достоверных отличий между контрольной и экспериментальными группами, можно утверждать, что в состав групп вошли испытуемые со схожим уровнем общей и специальной физической подготовленности.

В ходе второго макроцикла (январь 2025 г. – май 2025 г.) был проведен педагогический эксперимент, в рамках которого у испытуемых экспериментальных групп изменилась программа построения специальной физической подготовки: для спортсменов с ведущими скоростно-силовыми

Таблица 1 – Сравнение результатов тестирования общей и специальной физической подготовленности групп до проведения эксперимента

Группы	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
КГ	9,94	51,93	16,10	42,78	220,13	35,80	48,70	16,90
ЭГ1	9,95	51,17	16,05	43,17	219,80	37,19	49,25	15,77
Достоверность, р (Укр = 102)	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
КГ	9,94	51,93	16,10	42,78	220,13	35,80	48,70	16,90
ЭГ2	9,96	50,77	16,04	42,85	220,09	37,64	48,83	16,16
Достоверность, р (Укр = 87)	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
ЭГ1	9,95	51,17	16,05	43,17	219,80	37,19	49,25	15,77
ЭГ2	9,96	50,77	16,04	42,85	220,09	37,64	48,83	16,16
Достоверность, р (Укр = 145)	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – Укр – критическое значение критерия Манна – Уитни

способностями при распределении тренировочных нагрузок был сделан акцент на их совершенствование в макроцикле, а для спортсменов с ведущей специальной выносливостью – на развитие ее компонентов. В контрольной группе спортсмены занимались по утвержденной программе

с равномерным распределением тренировочных нагрузок.

Для обоснования эффективности построения физической подготовки в таэквондо на основе применения автоматизированной программы диагностики был проведен сравнительный анализ показате-

Таблица 2 – Сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности спортсменов с ведущими скоростно-силовыми способностями в ЭГ1

Показатели	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
До эксперимента	9,94	51,95	16,09	42,76	220,12	35,78	48,69	15,75
После эксперимента	9,67*	54,68*	17,90*	43,58	224,62*	38,20*	49,90	16,58
Достоверность, р	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – * достоверно при $p < 0,05$ ($T_{кр} = 17$)

Таблица 3 – Сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности спортсменов с ведущей специальной выносливостью в ЭГ1

Показатели	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
До эксперимента	9,97	50,38	16,00	43,57	219,47	38,60	49,80	15,80
После эксперимента	9,69 *	52,10	17,50 *	45,40 *	220,80	41,80*	51,80	16,90
Достоверность, р	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – * достоверно при $p < 0,05$ ($T_{кр} = 10$)

лей общей и специальной физической подготовленности в ЭГ1 до и после эксперимента (таблицы 2, 3).

В ЭГ1 достоверное (по непараметрическому парному критерию Вилкоксона) улучшение наблюдается по пяти показателям из восьми, характеризующим координационные и скоростно-силовые способ-

ности, также интересно отметить прирост силовых способностей мышц верхних конечностей. Достоверного прироста гибкости не выявлено, так как ее развитие и так уже на высоком уровне у спортсменов, к тому же на этапе углубленной специализации уже завершился сенситивный период развития гибкости. Также не наблюда-

Таблица 4 – Сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности спортсменов с ведущими скоростно-силовыми способностями в ЭГ2

Показатели	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
До эксперимента	9,94	50,74	16,02	42,64	220,14	37,36	48,72	16,12
После эксперимента	9,78*	52,60	16,25	43,46	221,75	38,16	49,92	16,74
Достоверность, р	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – * достоверно при $p < 0,05$ ($T_{кр} = 8$)

Таблица 5 – Сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности спортсменов с ведущей специальной выносливостью в ЭГ2

Показатели	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
До эксперимента	9,97	50,80	16,05	43,05	220,03	37,64	48,94	16,19
После эксперимента	9,72*	51,54	16,15	43,84	221,18	40,74*	50,12	16,86
Досто-верность, р	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – * достоверно при $p < 0,05$ ($T_{кр} = 5$)

ется достоверного улучшения скоростной выносливости, то есть тренерскому составу следует обратить внимание на оптимизацию планирования специальных нагрузок при работе с данными спортсменами.

В указанной категории спортсменов ЭГ1 достоверное улучшение наблюдается по трем показателям из восьми, характеризующим координационные и скоростные способности, а также специальной выносливости. В то же время, не выявлен достоверный прирост в развитии взрывной силы нижних конечностей, что может в дальнейшем лимитировать рост спортивного мастерства таэквондистов. Также незначительно улучшилась и гибкость испытуемых.

Таким образом, первый вариант построения специальной физической подготовки дает прирост по большему числу параметров, однако для спортсменов, предрасположенных к высокому проявлению специальной выносливости, именно второй вариант макроцикла видится более оптимальным для подведения спортсменов к главным стартам.

По завершению педагогического эксперимента также был проведен сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности в ЭГ2, в которой для определения ведущих двигательных способностей не применялась разработанная программа (таблицы 4, 5).

Представленные в таблицах данные свидетельствуют о том, что даже дифференцированное построение физической подготовки в рамках макроцикла без точного обоснования распределения таэквондистов на подгруппы с различными ведущими двигательными способностями не позволяет добиться достоверного роста показателей, характеризующих уровень развития скоростно-силовых способностей и специальной выносливости занимающихся. То есть в ходе многолетней подготовки с ростом мастерства спортсменов тренеру все сложнее выявлять имеющиеся индивидуальные различия в уровне их подготовленности, поэтому необходимо применять современные компьютерные технологии, позволяющие автоматизиро-

Таблица 6 – Сравнительный анализ показателей общей и специальной физической подготовленности в КГ до и после эксперимента

Показатели	СФП				ОФП			
	Челночный бег 4×9 м, с	Прыжок вверх с места, см	Боковые удары ближней ногой за 10 с, кол-во раз	Боковые удары дальней ногой за 30 с, кол-во раз	Прыжок в длину с места, см	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Поднимание туловища из положения лежа на спине, кол-во раз за 1 мин	Наклон вперед сидя на полу, см
До эксперимента	9,94	51,93	16,10	42,78	220,13	35,80	48,70	16,90
После эксперимента	9,74*	52,41	16,20	43,88	221,65	37,80	49,60	17,06
Достоверность, р	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание – * достоверно при $p < 0,05$ ($T_{кр} = 21$)

ванно находить предпосылки к приросту различных способностей.

Для определения эффективности различных подходов к построению физической подготовки в таэквондо на этапе углубленной специализации было проведено итоговое тестирование и в КГ (таблица 6).

В контрольной группе все показатели немного улучшились, но достоверно вырос только показатель, характеризующий координационные способности таэквондистов, которые, безусловно, очень важны для успешного построения поединка, но без должной кондиционной подготовленности они не смогут в полной мере обеспечить эффективность соревновательной деятельности. Традиционно планирование физической подготовки в таэквондо на этапе углубленной спортивной специализации продолжается по стандартной схеме равномерного распределения общих и специальных нагрузок в макроцикле, как и на предыдущих этапах многолетней подготовки. В то же время, с этого этапа основными предпосылками построения учебно-тренировочного процесса являются: рост числа спортивных соревнований различного уровня, необходимость подготовки спортсменов к главным стартам с учетом их индивидуальных особенностей, возрастание специальных физических нагрузок, акцент на ведущих двигательных способностях таэквондистов. Однако тренеру сложно по массиву данных, получаемых в ходе этапного и текущего контроля, точно определять индивидуальную стратегию построения макроциклов.

Заключение. Таким образом, применение разработанной компьютерной программы позволило выявить predisposedность спортсменов к росту или скоростно-силовых способностей, или

специальной выносливости. С учетом этого были разработаны два варианта 16-ти недельного макроцикла с построением специальной физической подготовки с акцентом на данные двигательные способности. После экспериментальных макроциклов в ЭГ1 достоверно выросли те показатели, на развитие которых делался акцент при построении специальной физической подготовки.

Тогда как в ЭГ2, в которой индивидуальные особенности физической подготовленности испытуемых не были обработаны в компьютерной программе, и в КГ, где физические нагрузки были равномерно распределены в макроцикле, достоверно выросли только показатели, характеризующие координационные способности и силу мышц верхних конечностей таэквондистов. То есть без диагностики прироста ведущих двигательных способностей спортсменов и без дифференцированного построения специальной физической подготовки за один макроцикл сложно добиться значимых приростов физических качеств спортсменов на этапе углубленной специализации.

Таким образом, разработанная программа является вспомогательным средством, позволяющим на основе диагностики параметров физической подготовленности занимающихся скорректировать план построения спортивной подготовки для достижения более высокого тренировочного эффекта в учебно-тренировочном процессе в таэквондо на этапе углубленной специализации.

Перспектива дальнейшей разработки программ не только для диагностики, но и для прогнозирования спортивных результатов обещает стать значительным шагом в оптимизации подготовки спортсменов и улучшении их выступлений.

1. Иванченко, Е. И. Основы планирования спортивной подготовки : пособие / Е. И. Иванченко ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – 6-е изд., стер. – Минск : БГУФК, 2019. – 59 с.
2. Таймазов, В. А. Особенности интегральной системы подготовки в тхэквондо на этапе высшего спортивного мастерства / В. А. Таймазов, с. Е. Бакулев, А. М. Симаков // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 4 (158). – с. 314–325.
3. Каплев, А. А. Требования соревновательной деятельности к построению сопряженной специальной физической и тактической подготовки в тхэквондо / А. А. Каплев, О. Б. Малков // Боевые искусства и спортивные единоборства: наука, практика, воспитание : мат. VI Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Москва, 14 октября 2021 года / Под общей ред. Ю. Л. Орлова, Л. Г. Рыжковой. – М. : ГЦОЛИФК, 2021. – с. 135–138.
4. Exploring the physical and physiological characteristics relevant to mixed martial arts / M. G. Plush [et al.] // Strength & Conditioning Journal. – 2022. – Т. 44. – № 2. – с. 52–60.
5. Абраменков, П. В. Анализ современных научных исследований российских и зарубежных ученых по методическому обеспечению и организации системы физической подготовки спортсменов-тхэквондистов / П. В. Абраменков // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2021. – № 4 (24). – с. 97–108.
6. Чжан, Ж. О вопросе особенностей физической подготовки спортсменов, специализирующихся в тхэквондо / Ж. Чжан, Д. Сюй, В. Цзян // Вестник научных конференций. – 2023. – № 2-2(90). – с. 96–98.
7. Баева, Т. Е. Применение статистических методов в педагогическом исследовании. Учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов ин-та физ. культуры / Т. Е. Баева, С. Н. Бекасова, В. А. Чистяков. – СПб. : НИИХ, 2001. – 81 с.
8. Linear discriminant analysis / Zhao S. [et al.] // Nature Reviews Methods Primers. – 2024. – Т. 4. – № 1. – с. 70.
9. Fahad, H. M. On Laplace transforms with respect to functions and their applications to fractional differential equations / H. M. Fahad, M. U. Rehman, A. Fernandez // Mathematical Methods in the Applied Sciences. – 2023. – Т. 46. – № 7. – с. 8304–8323.
10. Тээквондо : учебная программа для специализированных учебно-спортивных учреждений и училищ олимпийского резерва / О. О. Ермалович, Ю. Е. Суховицкая. – Минск : ГУ «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2013. – 132 с.

Поступила в редакцию: 22.09.2025