

УДК 796.012

DOI 10.5930/1994-4683-2026-2-130-136

## **Эффективность этапной методики технической подготовки по плаванию квалифицированных полиатлонистов на основе биомеханического и педагогического контроля**

**Невзоров Роман Михайлович**

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

### **Аннотация**

**Цель исследования** – экспериментально оценить эффективность этапной методики технической подготовки по плаванию квалифицированных полиатлонистов в структуре годичного цикла подготовки.

**Методы и организация исследования.** Исследование проводилось в форме педагогического эксперимента с участием 20 спортсменов 14–17 лет (I разряд – КМС). В тренировочный процесс экспериментальной группы была внедрена этапная методика, основанная на использовании биомеханического анализа, средств видеообратной связи и педагогического контроля. Оценивалась динамика технических и биомеханических показателей техники плавания, а также результативность плавательного этапа полиатлона.

**Результаты исследования и выводы.** В экспериментальной группе выявлено статистически достоверное улучшение длины гребка, средней скорости плавания и индекса динамической эффективности при одновременном снижении частоты движений; в контрольной группе изменения носили ограниченный характер. Установлены устойчивые корреляционные связи между параметрами техники и спортивным результатом. Полученные данные подтверждают эффективность разработанной методики и её практическую значимость для системы подготовки квалифицированных полиатлонистов.

**Ключевые слова:** полиатлон, плавание, техническая подготовка, этапная методика, биомеханический контроль

## **Effectiveness of a staged methodology for technical swimming training in qualified pentathletes based on biomechanical and pedagogical monitoring**

**Nevezorov Roman Mikhailovich**

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

### **Abstract**

**The purpose of the study** is to experimentally evaluate the effectiveness of the staged technical training methodology in swimming for qualified pentathletes within the structure of the annual training cycle.

**Research methods and organization.** The study was conducted in the form of a pedagogical experiment involving 20 athletes aged 14–17 years (Category I – Candidate for Master of Sport). A phased methodology, based on the use of biomechanical analysis, video feedback tools, and pedagogical supervision, was implemented in the training process of the experimental group. The dynamics of technical and biomechanical indicators of swimming technique, as well as the performance of the swimming stage of the polyathlon, were evaluated.

**Research results and conclusions.** In the experimental group, a statistically significant improvement was observed in stroke length, average swimming speed, and the dynamic efficiency index, accompanied by a simultaneous decrease in stroke frequency; in the control group, the changes were limited. Stable correlations between technique parameters and athletic performance were established. The data obtained confirm the effectiveness of the developed methodology and its practical significance for the training system of qualified pentathletes.

**Keywords:** polyathlon, swimming, technical training, stage methodology, biomechanical monitoring

**Введение.** Плавательный этап является одним из наиболее технически сложных компонентов летнего полиатлона и в значительной степени может опре-

делять итоговый соревновательный результат [1]. В отличие от специализированных пловцов, полиатлонисты выполняют дистанцию после предшествующих нагрузок, в условиях выраженного утомления и ограниченных восстановительных возможностей [2]. В таких условиях требования к устойчивости, экономичности и рациональности техники плавания возрастают, поскольку даже незначительные отклонения в структуре движений приводят к увеличению энергозатрат и снижению эффективности передвижения в воде.

Анализ научно-методической литературы свидетельствует о недостаточной разработанности вопросов технической подготовки по плаванию в полиатлоне. Большинство исследований ориентировано на общую физическую и функциональную подготовку многоборцев или на методику обучения и совершенствования техники в специализированном спортивном плавании [3, 4]. При этом специфика полиатлона, обусловленная высокой плотностью нагрузок и сочетанием различных двигательных режимов, требует иных методических подходов к формированию и сохранению технического навыка.

Одной из ключевых проблем технической подготовки полиатлонистов является сохранение рациональной структуры гребка в условиях нарастающего утомления [5]. В практике подготовки нередко отмечается компенсаторное увеличение частоты движений при одновременном снижении эффективности гребка, что негативно отражается на соревновательной результативности [6, 7]. Несмотря на активное развитие средств биомеханического анализа и видеообратной связи в спортивном плавании, в системе подготовки полиатлонистов данные инструменты применяются эпизодически и, как правило, не интегрированы в структуру годового цикла подготовки [8, 9].

Таким образом, выявляется противоречие между объективной потребностью в целенаправленной, научно обоснованной технической подготовке по плаванию квалифицированных полиатлонистов и недостаточной разработанностью методик, обеспечивающих устойчивое формирование и сохранение рациональной техники в условиях многоборной деятельности [10, 11]. Указанное противоречие определяет актуальность настоящего исследования.

Целью исследования явилось экспериментальное обоснование эффективности этапной методики технической подготовки по плаванию квалифицированных полиатлонистов, основанной на интеграции биомеханического анализа, средств видеообратной связи и педагогического контроля.

**Методика и организация исследования.** Исследование было организовано в форме педагогического эксперимента, направленного на оценку эффективности разработанной этапной методики технической подготовки по плаванию в структуре годового цикла подготовки квалифицированных полиатлонистов. В эксперименте приняли участие 20 спортсменов в возрасте 14–17 лет, имеющих спортивную квалификацию I разряд – кандидат в мастера спорта и стаж занятий полиатлоном 4–6 лет. Все участники находились на учебно-тренировочном этапе подготовки и регулярно выступали в соревнованиях регионального уровня. По результатам предварительного тестирования спортсмены были распределены на контрольную ( $n = 10$ ) и экспериментальную ( $n = 10$ ) группы методом парной выборки. Сфор-

мированные группы не имели статистически значимых различий по основным исходным показателям ( $p > 0,05$ ), что обеспечивало корректность последующего сравнительного анализа.

Педагогический эксперимент включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы. На начальном этапе проводилась первичная диагностика техники плавания и распределение спортсменов по группам. Формирующий этап был связан с реализацией экспериментальной методики в тренировочном процессе, а на контрольном этапе осуществлялось повторное тестирование и анализ динамики изучаемых показателей. Общая продолжительность экспериментальной работы составила 10 месяцев и охватывала полный годичный цикл подготовки, что позволило оценить устойчивость технических изменений в условиях реального тренировочного режима.

Спортсмены контрольной группы занимались по программе подготовки, принятой в практике полиатлона. В экспериментальной группе тренировочный процесс по плаванию строился с использованием разработанной этапной методики, ориентированной на системное совершенствование техники, развитие опорности гребка и устойчивости двигательных действий в условиях утомления.

Для решения поставленных задач применялся комплекс взаимосвязанных методов исследования. Педагогическое наблюдение использовалось для анализа особенностей техники плавания в условиях тренировочной и соревновательной деятельности. Видеоанализ движений осуществлялся с применением подводной и надводной съёмки с последующей обработкой видеоматериалов в программном обеспечении DartFish, что позволяло детально оценивать структуру гребкового цикла и согласованность фаз движений [8]. Биомеханический анализ был направлен на определение ключевых параметров техники плавания, включая длину гребка (SL), частоту движений (SR), среднюю скорость плавания ( $V_m$ ) и индекс динамической эффективности техники (SEI) [6, 7, 9].

Педагогическое тестирование включало контроль времени преодоления дистанции 100 м вольным стилем. Статистическая обработка данных осуществлялась с применением t-критерия Стьюдента для независимых выборок, расчёта величины эффекта (Cohen's d) и корреляционного анализа по Пирсону [12]. Все контрольные измерения выполнялись в одинаковых условиях, что обеспечивало сопоставимость и воспроизводимость полученных результатов.

Экспериментальная методика технической подготовки по плаванию разрабатывалась с учётом специфики многоборной деятельности и реализовывалась в рамках годичного макроцикла подготовки квалифицированных полиатлонистов [1, 10, 11, 13]. В её основе лежали принципы этапности и системной интеграции средств подготовки, а целевая направленность методики была связана с формированием и последующей стабилизацией рациональной структуры гребкового цикла в условиях нарастающего утомления.

В процессе эксперимента тренировочный процесс по плаванию дополнялся специализированными занятиями, проводимыми три раза в неделю продолжительностью от 60 до 100 минут, с обязательным согласованием нагрузки с другими дисциплинами полиатлона. В структуре методики последовательно выделялись базовый,

подготовительный, соревновательный и восстановительный этапы, различающиеся по содержанию, задачам и приоритетным средствам технической подготовки [11].

Коррекция техники осуществлялась с использованием видеонализа, биомеханической оценки параметров гребкового цикла и экспертной обратной связи, а также элементов кинестетической и идеомоторной коррекции. Такое построение методики обеспечивало управляемость педагогического процесса и способствовало переносу сформированных технических изменений в условия соревновательной деятельности.

**Результаты исследования.** Результаты педагогического эксперимента отражают динамику технических, биомеханических и результативных показателей у спортсменов контрольной и экспериментальной групп в процессе реализации разработанной этапной методики технической подготовки по плаванию.

Динамика технических и биомеханических показателей. Оценка эффективности методики осуществлялась на основе анализа ключевых параметров гребкового цикла: длины гребка (SL), частоты движений (SR), средней скорости плавания ( $V_m$ ) и индекса динамической эффективности техники (SEI), отражающих качество и экономичность технических действий. Исходные значения указанных показателей у спортсменов контрольной и экспериментальной групп статистически значимо не различались ( $p > 0,05$ ), что подтверждает корректность межгруппового сопоставления. Результаты исходного и итогового тестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика технических показателей плавания у спортсменов контрольной и экспериментальной групп

| Показатель      | Группа | До ( $M \pm SD$ ) | После ( $M \pm SD$ ) | Изменение | p       |
|-----------------|--------|-------------------|----------------------|-----------|---------|
| SL (м/цикл)     | КГ     | $1,68 \pm 0,11$   | $1,72 \pm 0,10$      | +0,04     | $>0,05$ |
|                 | ЭГ     | $1,67 \pm 0,12$   | $1,84 \pm 0,10$      | +0,17     | $<0,01$ |
| SR (циклов/мин) | КГ     | $43,1 \pm 2,8$    | $42,5 \pm 2,7$       | -0,6      | $>0,05$ |
|                 | ЭГ     | $43,3 \pm 2,9$    | $39,5 \pm 2,5$       | -3,8      | $<0,01$ |
| $V_m$ (м/с)     | КГ     | $1,12 \pm 0,05$   | $1,14 \pm 0,05$      | +0,02     | $>0,05$ |
|                 | ЭГ     | $1,11 \pm 0,06$   | $1,23 \pm 0,05$      | +0,12     | $<0,01$ |
| SEI (усл. ед.)  | КГ     | $0,026 \pm 0,003$ | $0,027 \pm 0,003$    | +0,001    | $>0,05$ |
|                 | ЭГ     | $0,026 \pm 0,004$ | $0,032 \pm 0,003$    | +0,006    | $<0,01$ |

Примечание: SL – длина гребка; SR – частота движений;  $V_m$  – средняя скорость; SEI – индекс динамической эффективности техники; КГ – контрольная группа; ЭГ – экспериментальная группа.

По завершении педагогического эксперимента в экспериментальной группе выявлены устойчивые положительные изменения по всем анализируемым показателям. Увеличение длины гребка на фоне снижения частоты движений свидетельствует о переходе к более рациональной и экономичной структуре гребкового цикла. Средняя скорость плавания у спортсменов экспериментальной группы достоверно возросла ( $p < 0,01$ ), тогда как в контрольной группе зафиксированные изменения не выходили за пределы естественных колебаний тренировочного процесса. Наиболее выраженные сдвиги отмечены по индексу динамической эффективности техники (SEI), отражающему интегральную перестройку структуры гребкового цикла и устойчивость технических действий в условиях нарастающего утомления.

Изменения биомеханических характеристик техники. Анализ видеоматериалов и биомеханических показателей позволил выявить качественные изменения

структуры движений у спортсменов экспериментальной группы. Отмечено снижение вариативности внутрицикловой скорости, уменьшение асимметрии гребка, что свидетельствует о росте согласованности фаз движений и снижении нерациональных колебаний скорости тела в воде.

В контрольной группе изменения биомеханических характеристик носили умеренный характер и не сопровождалась статистически значимыми сдвигами. Сравнительные данные биомеханических показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменения биомеханических характеристик техники плавания

| Показатель                               | Группа | До эксперимента | После эксперимента | p     |
|--|--------|-----------------|--------------------|-------|
| Вариативность внутрицикловой скорости, % | КГ     | 12,4 ± 1,6      | 11,9 ± 1,5         | >0,05 |
|  | ЭГ     | 12,6 ± 1,7      | 9,8 ± 1,2          | <0,01 |
| Асимметрия гребка, %                     | КГ     | 8,3 ± 1,1       | 7,9 ± 1,0          | >0,05 |
|  | ЭГ     | 8,5 ± 1,2       | 5,6 ± 0,9          | <0,01 |

*Примечание:* показатели рассчитаны по данным видеобиомеханического анализа.

Результативные показатели плавательного этапа. В качестве интегрального критерия эффективности технической подготовки рассматривались время преодоления дистанции 100 м вольным стилем и количество баллов, полученных за плавательный этап в системе летнего полиатлона. По итогам эксперимента спортсмены экспериментальной группы улучшили результат на дистанции 100 м в среднем на 4 с, что превышает показатели естественного тренировочного прироста для спортсменов данной квалификации и имеет высокую педагогическую значимость. Пересчет времени в соревновательные баллы показал увеличение показателя в среднем на 8 баллов. В контрольной группе улучшение результативности носило менее выраженный характер и соответствовало общему росту тренированности. Результаты представлены в таблице 3, где отражены различия темпов прироста показателей между группами.

Таблица 3 – Динамика результативных показателей плавательного этапа

| Показатель     | Группа | До эксперимента (M ± SD) | После эксперимента (M ± SD) | p     |
|----------------|--------|--------------------------|-----------------------------|-------|
| Время 100 м, с | КГ     | 64,2 ± 2,4               | 63,1 ± 2,2                  | >0,05 |
|                | ЭГ     | 64,5 ± 2,6               | 60,3 ± 2,1                  | <0,01 |
| Баллы за этап  | КГ     | 71,4 ± 3,1               | 73,0 ± 3,0                  | >0,05 |
|                | ЭГ     | 71,1 ± 3,3               | 79,2 ± 2,8                  | <0,01 |

Межгрупповой сравнительный и корреляционный анализ. Для оценки итогового эффекта разработанной методики был проведен межгрупповой сравнительный анализ показателей по завершении педагогического эксперимента. Полученные различия по всем ключевым техническим и результативным параметрам оказались статистически достоверными ( $p < 0,01$ ). Расчет величины эффекта (Cohen's d) показал наличие сильного и очень сильного эффекта по показателям длины гребка, средней скорости плавания, индекса динамической эффективности и времени преодоления дистанции 100 м, что свидетельствует о высокой педагогической значимости выявленных изменений. Соответствующие данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Величина педагогического эффекта внедрения методики (Cohen's d)

| Показатель       | t    | p      | Cohen's d | Эффект        |
|------------------|------|--------|-----------|---------------|
| SL (м/цикл)      | 3,28 | <0,01  | 0,92      | сильный       |
| SR (ц/мин)       | 2,97 | <0,01  | 0,84      | сильный       |
| Vm (м/с)         | 3,40 | <0,01  | 0,96      | сильный       |
| SEI (усл. ед.)   | 3,85 | <0,01  | 1,12      | очень сильный |
| 100 м (с)        | 4,25 | <0,001 | 1,25      | очень сильный |
| Баллы полиатлона | 4,10 | <0,01  | 1,18      | очень сильный |

Корреляционный анализ выявил устойчивые взаимосвязи между длиной гребка, индексом динамической эффективности, средней скоростью плавания и соревновательной результативностью. Полученные корреляции подтверждают системный характер влияния разработанной методики и представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Корреляционные связи между техническими и результативными показателями (r)

| Показатели  | SL    | SR    | Vm    | SEI   | Время 100 м | Баллы |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| SL          | —     | -0,58 | +0,71 | +0,76 | -0,69       | +0,72 |
| SR          | -0,58 | —     | -0,64 | -0,61 | +0,55       | -0,57 |
| Vm          | +0,71 | -0,64 | —     | +0,79 | -0,84       | +0,85 |
| SEI         | +0,76 | -0,61 | +0,79 | —     | -0,74       | +0,77 |
| Время 100 м | -0,69 | +0,55 | -0,84 | -0,74 | —           | -0,92 |
| Баллы       | +0,72 | -0,57 | +0,85 | +0,77 | -0,92       | —     |

**Выводы.** Разработанная этапная методика технической подготовки по плаванию, интегрированная в структуру годичного макроцикла и основанная на сочетании педагогического и биомеханического контроля, является эффективным средством совершенствования техники плавания квалифицированных полиатлонистов.

Применение этапного подхода обеспечивает формирование более рациональной и экономичной структуры гребкового цикла, что проявляется в увеличении длины гребка, снижении частоты движений и росте средней скорости плавания.

Индекс динамической эффективности (SEI) может рассматриваться как информативный интегральный показатель качества технической подготовки в условиях полиатлона, отражающий устойчивость техники при воздействии утомления.

Выявленные взаимосвязи между техническими параметрами и соревновательной результативностью подтверждают, что рост спортивных показателей обусловлен преимущественно совершенствованием техники плавания, а не увеличением объема или интенсивности тренировочной нагрузки.

**Список источников**

1. Гильмутдинов Т. С., Козлов В. А. Технология построения тренировки в летнем пятиборье полиатлона на этапе реализации максимальных достижений // Наука и спорт: современные тенденции. 2017. № 3 (т. 16). С. 85–91. EDN: ZENGUB.
2. Muscle fatigue and swimming efficiency in behind and lateral drafting / Puce L., Chamari K., Marinelli L. [и др.], DOI 10.3389/fphys.2022.835766 // Frontiers in Physiology. 2022. Vol. 13. Art. 835766. EDN: TKWEYX.
3. Исуурин В. Б., Лях В. И., Левушкин С. П. Результаты исследований и практические рекомендации по построению тренировки спортсменов на основе блоковой периодизации // Вестник спортивной науки. 2023. № 2. С. 15–22. EDN: FHWIVY.
4. Изменение кинематики гребка при утомлении скелетных мышц / Бондаренко К. К., Лисевич Е. П., Шилько С. В., Бондаренко А. Е. // Российский журнал биомеханики. 2009. Т. 13, № 2. С. 24–33. EDN: KXXUNX.

5. Accelerometric assessment of fatigue-induced changes in swimming technique in high-performance adolescent athletes / Skorulski M., Stachowicz M., Kuliś S., Gajewski J. DOI 10.1038/s41598-024-83310-w // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. 83310. EDN: VHEHOG.

6. Staunton C. A., Ruiz-Navarro Jesús J., Born D.-P. Stroke rate–stroke length dynamics in elite freestyle swimming: application of kernel density estimation. DOI 10.3389/fspor.2025.1656633 // *Frontiers in Sports and Active Living*. 2025. Vol. 7. Art. 1656633. EDN: KXWMIE.

7. Craig A. B., Pendergast D. R. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming // *Medicine and Science in Sports*. 1979. Vol. 11, No 3. P. 278–283. PMID: 522640.

8. Погребной А. И. Кинематическая структура гребка у начинающих пловцов // *Физическая культура: воспитание, образование, тренировка*. 1996. № 2. С. 35–38.

9. Колмогоров С. В. Энергетическое обеспечение, гидромеханика и биомеханика спортивного плавания: от исследований к тренерской практике : монография. Москва : Эдитус, 2025. 344 с. ISBN 978-5-00217-683-0. EDN: ХНРАУМ.

10. Невзоров Р. М. Этапность технической подготовки по плаванию в годичном цикле подготовки полиатлонистов. DOI 10.24158/spp.2025.7.18 // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2025. № 7. С. 136–141. EDN: SMUMEM.

11. Невзоров Р. М. Методические основы технической подготовки по плаванию в полиатлоне. DOI 10.24158/spp.2025.11.16 // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2025. № 11. С. 131–136. EDN: JSAPJF.

12. Барникова И. Э. Использование информационных технологий для оценки размера эффекта в биомеханических исследованиях // *Труды кафедры биомеханики Университета им. П. Ф. Лесгафта*. 2017. Вып. XI. С. 6–11. EDN: YUHHNQ.

13. Вершинин М. А., Пинясова М. В. Ретроспективный анализ и современные тенденции формирования техники движений пловцов на различных этапах многолетней спортивной подготовки // *Самарский научный вестник*. 2016. № 2 (15). С. 149–154. EDN: VZJWGB.

#### References

1. Gilmutdinov T. S., Kozlov V. A. (2017), “Technology of training structure development in summer pentathlon of polyathlon at the stage of maximal achievement realization”, *Science and Sport: Current Trends*, No 3 (16), pp. 85–91.

2. Puce L., Chamari K., Marinelli L., Mori L., Bove M., Faelli E., Fassone M., Cotellessa F., Bragazzi N. L., Trompetto C. (2022), “Muscle fatigue and swimming efficiency in behind and lateral drafting”, *Frontiers in Physiology*, V. 13, Article 835766, <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.835766>.

3. Issurin V. B., Lyakh V. I., Levushkin S. P. (2023), “Research results and practical recommendations for training design based on block periodization”, *Bulletin of Sport Science*, No 2, pp. 15–22.

4. Bondarenko K. K., Lisaevich E. P., Shilko S. V., Bondarenko A. E. (2009), “Changes in stroke kinematics under skeletal muscle fatigue”, *Russian Journal of Biomechanics*, V. 13, No 2, pp. 24–33.

5. Skorulski M., Stachowicz M., Kuliś S., Gajewski J. (2025), “Accelerometric assessment of fatigue-induced changes in swimming technique in high-performance adolescent athletes”, *Scientific Reports*, V. 15, Article 83310, DOI 10.1038/s41598-024-83310-w.

6. Staunton C. A., Ruiz-Navarro J. J., Born D.-P. (2025), “Stroke rate–stroke length dynamics in elite freestyle swimming: application of kernel density estimation”, *Frontiers in Sports and Active Living*, Vol. 7, Art. 1656633, DOI 10.3389/fspor.2025.1656633.

7. Craig A. B., Pendergast D. R. (1979), “Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming”, *Medicine and Science in Sports*, Vol. 11, No (3), pp. 278–283, PMID: 522640.

8. Pogrebnoy A. I. (1996), “Kinematic structure of the stroke in novice swimmers”, *Physical Culture: upbringing, education, training*, No 2, pp. 35–38.

9. Kolmogorov S. V. (2025), “Energy supply, hydromechanics and biomechanics of competitive swimming: From research to coaching practice”, Moscow, Editus, ISBN 978-5-00217-683-0.

10. Nevzorov R. M. (2025), “Staging of technical swimming training in the annual training cycle of polyathletes”, *Society: Sociology, Psychology, Pedagogy*, No 7, pp. 136–141.

11. Nevzorov R. M. (2025), “Methodological foundations of technical swimming training in polyathlon”, *Society: Sociology, Psychology, Pedagogy*, No 11, pp. 131–136.

12. Barnikova I. E. (2017), “Use of information technologies for effect size assessment in biomechanical studies”, *Proceedings of the Department of Biomechanics P. F. Lesgaft University*, Vol. XI, pp. 6–11.

13. Vershinin M. A., Pinyasova M. V. (2016), “Retrospective analysis and current trends in swimming technique formation at different stages of long-term athletic development”, *Samara Scientific Bulletin*, No 2 (15), pp. 149–154.

#### Информация об авторе:

**Невзоров Р.М.**, аспирант, SPIN-код: 2165-3074, ORCID: 0009-0003-7055-4682.

*Поступила в редакцию 22.01.2026.*

*Принята к публикации 04.02.2026.*