

DOI: [10.17805/ggz.2024.2.2](https://doi.org/10.17805/ggz.2024.2.2)EDN: [EEPPGT](https://www.edn.ru/EEPPGT)

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СПОРТИВНОЙ НАУКИ*

М. П. Шестаков

*Федеральный научный центр физической культуры и спорта,
г. Москва, Российская Федерация*

Цель статьи заключается в рассмотрении новых подходов в изучении проблемы моделирования сознательного управления спортивными движениями в соответствии с новыми научными данными с точки зрения философии спорта. В статье рассматриваются проблемы исследований в современном спорте, включая междисциплинарный подход к вопросам управления движениями и обучения им с использованием прогностического кодирования и построения генеративных моделей. Механизм вероятностного прогнозирования позволяет осуществить формализацию работы мозга при активном действии. Это позволяет создать теоретическую основу новой парадигмы в спорте — создание условий для использования организмом его естественных возможностей, близких к индивидуально максимальным. Определяется требование по построению логически обоснованной системы гипотез о взаимодействиях составляющих системы управления движениями и случаях их несовместимости, а также о факторах благоприятствующих и препятствующих гармоничному развитию двигательных функций, обеспечивающих их развертывание и полезную работу систем организма на разных этапах онтогенеза человека.

Ключевые слова: спортивные движения; управление движениями; феноменология; прогностическое кодирование; генеративные модели; моделирование; междисциплинарный подход; философия спорта

* Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00001-24-00 (код темы № 001-24/1), утвержденного Минспортом России 26 декабря 2023 г.

DEVELOPMENT OF APPROACHES TO SOLVING PROBLEMS IN SPORTS SCIENCE*

Mikhail P. Shestakov

*Federal Science Center of Physical Culture and Sport,
Moscow, Russian Federation*

The purpose of the article is to consider new approaches to the study of the issue of modeling the conscious control of sports movements in accordance with new scientific data and from the perspective of the philosophy of sports. The article examines research problems in modern sports, including an interdisciplinary approach to the issues of movement control and training by means of predictive coding and the construction of generative models. The mechanism of predictive coding allows us to formalize the work of the brain during active action. This allows us to develop a theoretical basis for a new paradigm in sports — creating conditions for the organism to use its natural capabilities close to the individual maximum. The author determines a requirement for the construction of a logically sound system of hypotheses about the interactions of the components of the motor control system and cases of their incompatibility as well as about the factors that favor and hinder the harmonious development of motor functions, ensuring their deployment and the efficient operation of the body's systems at different stages of human ontogenesis.

Keywords: *sports movements; motor control; phenomenology; predictive coding; generative models; modeling; interdisciplinary approach; philosophy of sports*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема развития физических и психических возможностей спортсменов в значительной степени решалась за счёт увеличения интенсивности спортивной подготовки, направленной на раскрытие максимального потенциала различных систем организма, включая использование допинга для поддержания высокой производительности спортсменов за счёт излишнего израсходования жизненно необходимых ресурсов организма человека.

* The article was prepared within the framework of the state assignment of the Federal Science Center of Physical Culture and Sport (VNIIFK) No. 777-00001-24-00 (topic code No. 001-24/1), approved by the Ministry of Sports of Russia on December 26, 2023.

Основное направление научных исследований в области спортивной науки связано с повышением эффективности использования энергетических ресурсов организма спортсмена и мобилизации его психики. В рамках этого направления система подготовки высококвалифицированных спортсменов стремилась находить все новые и более эффективные способы увеличения их тренировочной и соревновательной работоспособности. Однако такой подход привел к серьезной деформации спортивной этики и создал опасные тенденции, угрожающие здоровью спортсменов, детей и подростков, которые пытаются повторить этот негативный опыт для быстрого улучшения своей физической формы.

Современные изменения в технологической и информационной сферах позволяют иметь в арсенале ученых инструменты изучения человека и процессы в спорте на новом, более высоком уровне. В первую очередь это касается огромного объема информации, не доступного 15–20 лет, а также разработанных алгоритмов обработки накопившихся данных. Получаемые результаты научных исследований, связанных с изучением человека в целом, а также его спортивной деятельности в частности, позволяют глубже и детальнее рассмотреть процессы, происходящие внутри нашего организма и в окружающем нас мире. Однако не вызывает сомнения, что для соответствующей интерпретации получаемых результатов необходимы адекватные концепции, определяемые философскими основаниями для решения проблем в спорте на основе выявленных научных фактов.

Междисциплинарность научных исследований в спорте предусматривает рассмотрение ключевых моментов, которые не исчерпывают многообразие и многоплановость нерешенных проблем, на нескольких уровнях иерархии. Социально-биологическая природа физической активности человека подразумевает, что его способность к движению, служащая материальной базой для её осуществления, должна развиваться в рамках общества и природы. Это развитие происходит на трёх взаимосвязанных уровнях: клеточном, организменном и социальном. Оно формирует систему «организм в окружающей среде» (Shestakov, Balsevich, 2020).

На клеточном уровне биологические субстраты функционируют как хранилища и передатчики филогенетической информации, что является ключевым для стратегии развития кинезиологических систем человека в соответствии с природой. Эти субстраты также содержат механизмы адаптации к внешним условиям, таким как гравитация, температурные диапазоны, состояние атмосферы и доступность ресурсов.

На организменном уровне функциональные системы тела человека обеспечивают развитие кинезиологического потенциала, необходимого для

достижения спортивных целей. Этот потенциал улучшается через образовательное воздействие, основанное на индивидуальном клеточном профиле спортсмена.

На социальном уровне исследования фокусируются на культуре общества и личности, включая их здоровье, физическое состояние и спортивную культуру. Эти аспекты реализуются через активные формы деятельности, такие как семейное воспитание, организованное физическое образование и спортивная подготовка в различных учебных заведениях, вооружённых силах, спортивных клубах и в рамках профессионального и олимпийского спорта.

Системы разного уровня иерархии организма объединяются в единую систему посредством двигательной активности. Исследования в области моторного контроля и обучения с помощью движений предполагают обязательное моделирование системы управления движениями, включая процессы сознания, т. к. ключевым принципом в спорте является сознательная деятельность. Вычислительные модели обучения имеют ключевое значение для понимания механизмов адаптивного поведения и управления им. Предложения, сформулированные по носящей явно биологический характер «прогностической» (“predictive”) модели сознания, представляют значительный интерес.

Цель статьи заключается в философском анализе новых подходов к проблеме моделирования сознательного управления спортивными движениями с использованием новых научных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Текущие проблемы в спортивной науке обусловлены явными противоречиями между имеющимися знаниями об организме и методах достижения спортивных целей при тренировках спортсменов разного возраста для стимуляции физической работоспособности до предела. Решение этой проблематики возможно с перенесением акцента на новую задачу для спортивной науки: сосредоточить усилия на создании условий для использования организмом его естественных возможностей, близких к индивидуально максимальным, вместо стремления добиться результата, широко распространенного сегодня на всем протяжении многолетней подготовки спортсменов (Бальсевич, Шестаков, 1997, 2008). Такой подход должен определять направление дальнейших научных исследований в спортивной области.

Соответственно, необходим индивидуальный прогноз изменения состояния организма на различных временных отрезках тренировки спортсме-

нов вместо дискретной констатации изменившихся характеристик постфактум по итогам воздействия тренировочных нагрузок.

Вернемся к изучению вопросов управления спортивными движениями. В спортивной практике и соответствующих вопросах к исследователям проблемы технической и тактической подготовки спортсменов выстраиваются относительно двигательной системы, т. е. системы исполнительной, управляемой. Это достаточно оправдано с позиции получения максимального спортивного результата, где на первое место ставится достижение экстремумов регистрируемых параметров биомеханического, физиологического и биохимического процессов. При таком подходе используется концепция оптимального управления (Todorov, Shadmehr, Bizzi, 1997). Проблемы взаимоотношений спортсмена со средой практически не рассматриваются, оставляя это на откуп психологии и социальных наук. В тоже время управляющая система ЦНС рассматривается как второстепенная, пассивная. Это касается в том числе исследований сенсорной системы и перцепции в спорте.

В последнее время доминирует новая точка зрения в философии и нейробиологии, которая изображает воспринимающий мозг, по сути, как механизм вероятностного прогнозирования, предназначенный для решения задачи минимизации несоответствия между тем, каким он ожидает (предсказывает) мир, и доказательствами, представленными сенсорным потоком (Bubic, von Cramon, Schubotz, 2010; Friston, 2010; Clark, 2013; Hohwy, 2017). В этом случае ЦНС становится ведущей системой, которая определяет последующую работу исполнительной, двигательной системы.

Прогнозирующий мозг использует свои знания о закономерностях и паттернах, чтобы делать все более точные прогнозы о том, какие объекты и события с наибольшей вероятностью ответственны за сигналы, которые он получает из окружающей среды. Таким образом, перцептивный опыт — это нисходящая «наилучшая догадка» о скрытых причинах поступающих сенсорных сигналов. Там, где имеется значительное несоответствие между прогнозом и входящими сигналами, несоответствие (остаточная ошибка или «ошибка прогнозирования») продвигается вперед (или «вверх») по иерархической системе, помогая уточнить прогнозы или использовать действия, направленные на приведение сенсорного потока в соответствие с проприоцептивными прогнозами или на улучшение состояния информации.

Байесовская теория мозга сегодня является одним из самых популярных подходов в нейробиологии, позволяющим представить сложные процессы, лежащие в основе восприятия, принятия решений и обучения — трех фундаментальных областей познания.

Общий подход к представлению мозга как вероятностному механизму умозаключения связан с прогностическим кодированием. Эта вычислительная теория, основанная на принципах предсказательной обработки, иногда также называемая предиктивным кодированием, предлагает механистическую и математическую формулировку этих когнитивных процессов (Friston, 2010, 2013; Clark, 2013; Hohwy, 2017).

Для понимания функционирования организма в условиях тренировочной и соревновательной деятельности прогностическое кодирование дает другой взгляд не только на управление движением, но и на процесс функционального обеспечения двигательной активности, связанный с аллостазом (Schulkin, Sterling, 2019). По сути, это позволяет объяснить особенности адаптационных процессов функциональных систем, которые в значительной мере отличаются от обычных, здоровых людей.

Анил Сет, например, предполагает, что прогностическое кодирование применять к интероцепции так же точно, как и к экстероцепции (Seth, 2013). Интероцепция относится к нашему внутреннему ощущению физиологических изменений в организме — соматических, висцеральных, сосудистых и моторных (Craig, 2002). Согласно Сету, нисходящие предсказания об источнике интероцептивных сигналов противоречат ошибкам восходящего интероцептивного прогнозирования (точно так же, как в экстероцептивных переживаниях) (Seth, 2013). Чувства возникают в результате постоянной интеграции этих различных прогностических репрезентаций. Предполагается, что сигналы ошибки, обращенные внутрь, должны быть минимизированы аналогично сенсомоторным прогнозам: либо ошибка изменяет модель в соответствии с внутренним миром, либо запускаются вегетативные рефлексy, которые влияют на организм в соответствии с прогнозом. В этой модели вегетативные рефлексy задействованы для выполнения интероцептивных прогнозов.

Перцептивный опыт можно рассматривать как процесс, который приводит текущие действия в соответствие с целями и намерениями, позволяя человеку знать пространство вариантов, которые становятся доступными в текущей ситуации (Nave et al., 2020). Это ландшафт восприятия, построенный вокруг двух основных потребностей — необходимости выбирать подходящие действия, привлекающие внимание к миру, и необходимости поддерживать внутреннюю среду в пределах человеческой жизнеспособности (Barrett, Simmons, 2015; Clark, 2016; Hohwy, 2017).

Априорные данные, фигурирующие в байесовских моделях, формируются на основе двигательного опыта. Если переводить это на практический

язык обучения спортивным движениям в ходе тренировочных занятий, это и есть формирование и накопление индивидуального опыта спортсмена.

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ

Феноменология занимается исследованием сознательного опыта, его структуры, течения и динамики (Husserl, 1973; Moran, 2005; Gallagher, Zahavi, 2020). При этом, что важно в практическом аспекте — феноменология изучает структурные компоненты сознания, проецируемые через призму первого лица. С точки зрения исследований интерес представляет натурализация феноменологии. Поскольку с одной стороны она является междисциплинарной исследовательской программой, объединяющей когнитивную науку и философию, а с другой стороны — соединяет научные методы и инструменты естественных наук и вычислительной нейронауки, позволяя перейти на язык математизированных описаний для непосредственной формализации основных структур феноменологического опыта (Petitot, 1999; Zahavi, 2013; Ramstead, 2015; Gallagher, 2022). Наконец, наиболее известный подход к натурализации феноменологии носит название «нейрофеноменология». Нейрофеноменология — это междисциплинарный подход к изучению сознательного опыта, который объединяет формальные инструменты математики, экспериментальные инструменты естественных наук и описания от первого лица.

Вместе с тем давно известны факты неравномерности развития моторики человека, его физических качеств, когнитивных способностей, не говоря уже о гетерохрониях морфологического и функционального развития.

В результате проведенного многолетнего исследования онтогенеза кинезиологического потенциала человека были выявлены следующие фундаментальные закономерности развития систем его движений (Shestakov, Balsevich, 2020):

1. Гетерохронный характер развития различных звеньев и систем морфологии и функционирования организма, обеспечивающих реализацию двигательной активности.
2. Синфазность периодов интенсивного роста элементов систем движений и их несовпадение с периодами ускоренного развития структур.
3. Многоуровневая ритмичность развития систем моторики в спортивных упражнениях, их элементов и структур.
4. Высокая степень индивидуальности двигательных проявлений во всех видах спорта.

Понятно, что такие закономерности оказывают существенное воздействие на внутренние модели спортсмена. Любые изменения в ходе роста организма изменяют показатели interoцепции и proprioцепции, что в условиях тренировки изменяют скрытые взаимосвязи на разных уровнях иерархии. Это отражается в индивидуализации движений и поведения в целом. Следует обратить внимание, что, если в спортивной практике использовать постоянную нацеленность на результат (будь то результаты тестов в качестве контроля или результаты соревнований), то становится ясно, что они не касаются причин их достижений, т. е. скрытых причин этих следствий. Фиксирование результатов проводится внешними наблюдателями, т. е. от третьего лица. В то же время все, что происходит внутри спортсмена от первого лица, остается скрытым и не учитывается в ходе тренировки. Это оказывается архиважно с позиции организации многолетней подготовки детей и подростков. Отсутствие информации о скрытых способах и механизмах, используемых юными спортсменами при достижении того или иного результата, а также об участии перцепции в формировании движений, приводит к методическим ошибкам в тренировочном процессе.

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ (ГЕНЕРАТИВНЫЕ) МОДЕЛИ

Согласно прогностическому кодированию мозг решает проблему управления движениями, пытаясь предсказать сенсорные входные данные на основе собственных новых моделей причин этих входных данных, при этом ошибки прогноза используются для обновления этих моделей, чтобы минимизировать расхождения. Идея состоит в том, что мозг, действующий таким образом, будет кодировать (в форме прогнозных или генеративных моделей) обширный массив информации об источниках сигналов, которые регулярно нарушают его деятельность (Clark, 2016).

Прогностические (генеративные) модели названы так потому, что они представляют собой способ представления отношений между некоторыми интересующими нас состояниями, которые, как мы полагаем, сгенерировали наши данные (Ashburner et al., 2003; Friston, Parr, de Vries, 2017; Ramstead, Badcock, Friston, 2018).

Иерархические взгляды на байесовский разум предполагают, что он использует несколько уровней прогностических моделей для прогноза сенсорной информации, которую можно сравнить с обратной связью от сенсорных систем. Иерархические версии байесовского разума включают как традиционные прогностические байесовские модели (Tenenbaum et al., 2011),

так и реализацию байесовских вычислений с прогнозирующей обработкой (Clark, 2016; Hohwy, 2017).

Прогностические модели лежат в основе таких вещей, как принцип свободной энергии и динамическое причинно-следственное моделирование (Friston, Parr, de Vries, 2017; Friston, 2019), в том смысле, что эти подходы к «приданию смысла» основаны на модельных доказательствах: функции (т. е. предельная вероятность) некоторых данных при вероятностных предположениях о том, чем эти данные были вызваны; т. е. порождающая модель.

Прогностическое моделирование говорит об этом новом призыве сосредоточиться на причинно-следственных связях. Прогностические модели — это просто формулировки того, как причины порождают следствия. Инверсия таких моделей известна как (абдуктивный) вывод, т. е. определение обычно ненаблюдаемых причин из обычно наблюдаемых следствий. Идея прогностического моделирования проста. Этот подход использует байесовские вероятностные модели процесса, в результате которого были получены некоторые интересующие нас данные (Clark, 2016; Hohwy, 2017).

По сути, можно предположить, что вычислительная феноменология — это форма, которую принимает прогностическое моделирование в тех случаях, когда данные или наблюдения, которые необходимо объяснить с помощью прогностического моделирования, являются феноменологией от первого лица. Идея о том, что перцептивные процессы тесно связаны с сознательным перцептивным опытом, часто неявно предполагается в большей части существующей литературы по прогностическому моделированию.

Подразумевается, что возможно записать прогностическую модель сознательного, феноменального двигательного опыта посредством формализации и компьютерного моделирования. Таким образом, при определенных условиях имеется возможность создавать индивидуальные прогностические модели для каждого спортсмена.

Что позволят узнать результаты, полученные с помощью разработанных прогностических моделей в рамках вычислительной феноменологии? Во-первых, это даст возможность изучить феноменологическое сознание спортсмена с внешней точки зрения (с точки зрения тренера). Полученные результаты лягут в основу конструирования взаимодействия «тренер — спортсмен» и обоснованного использования оптимального управления движениями на основе обратной информации. Во-вторых, это позволит описать реальные процессы, происходящие в самом феноменологическом разуме, т. е. от первого лица. В этом случае на основе полученных результатов можно осуществлять прогноз целесообразных предельных воздействий на организм с самоконтролем спортсмена на основе перцепции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перед современной философией спорта должны быть сформулированы определенные запросы, касающиеся изучения спортсмена на всем протяжении его карьеры, начиная с первых дней занятий спортом, для выработки необходимого метода исследования, учитывающего современное технологическое и цифровое развитие. Существует проблема взаимоотношения применяемых научных методов исследований различной природы — биологической, когнитивной и информационной. Решение проблемы видится в разработке синтетического (комплексного) метода с детальной разработкой понятийного аппарата в виде совокупности конкретных биологически подобных приемов получения, обработки информации о развитии организма в такой экологической нише как спорт.

Речь идет об осуществлении содержательного синтеза, описывающего как результат, так и сам ход взаимодействия различных аспектов теории и эмпирики. Проблема взаимодействия методов имеет два аспекта: формирование единых гипотез различных эмпирических исследований (в ходе комплексного, многостороннего исследования) и решение теоретической задачи — синтетически связать результаты исследований, полученные с помощью различных методов, в том числе комплексного исследования.

Феноменологический анализ процесса развития системы управления движениями человека, накопленный к сегодняшнему дню опыт и современные достижения генетики, биоинженерии, информационных технологий может определить создание новых представлений о движущих силах этого развития. Кроме того, требуется построение логически обоснованной системы гипотез о взаимодействиях составляющих ее подсистем, примерах их несовместимости, а также о факторах благоприятствующих и препятствующих гармоничному развитию двигательных функций, обеспечивающих их развертывание и полезную работу систем организма на разных этапах человеческого онтогенеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бальсевич, В. К., Шестаков, М. П. (1997) Концепция альтернативных форм организации физического воспитания школьников // Спорт, духовные ценности, культура. М. Вып. 7. С. 232–237.

Бальсевич, В. К., Шестаков, М. П. (2008) Новые теоретические подходы к изучению возможностей человека в спорте высших достижений // Теория и практика физкультуры. № 5. С. 57–62. EDN [NBMJYZ](#).

Ashburner, J. et al. (2003) Computer-assisted imaging to assess brain structure in healthy and diseased brains / J. Ashburner, J. G. Csernansky, C. Davatzikos, N. C. Fox, G. B. Frisoni, P. M. Thompson // The Lancet Neurology. Vol. 2. No. 2. P. 79–88. DOI [10.1016/s1474-4422\(03\)00304-1](#).

Barrett, L. F., Simmons, W. K. (2015) Interoceptive predictions in the brain // Nature Reviews Neuroscience. Vol. 16. No. 7. P. 419–429. DOI [10.1038/nrn3950](#).

Bubic, A., von Cramon, D. Y., Schubotz, R. I. (2010) Prediction, cognition and the brain // Frontiers in Human Neuroscience. No. 4. Art. 25. DOI [10.3389/fnhum.2010.00025](#).

Clark, A. (2013) Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science // The Behavioral and Brain Sciences. Vol. 36. No. 3. P. 181–204. DOI [10.1017/S0140525X12000477](#).

Clark, A. (2016) Attention alters predictive processing // The Behavioral and Brain Sciences. Vol. 39. Art. e234. DOI [10.1017/S0140525X15002472](#).

Craig, A. D. (2002) How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body // Nature Reviews Neuroscience. Vol. 3. No. 8. P. 655–666. DOI [10.1038/nrn894](#).

Friston, K. J. (2010) The free-energy principle: A unified brain theory? // Nature Reviews Neuroscience. Vol. 11. No. 2. P. 127–138. DOI [10.1038/nrn2787](#).

Friston, K. J. (2013) Life as we know it // Journal of the Royal Society Interface. Vol. 10. No. 86. Art. 20130475. DOI [10.1098/rsif.2013.0475](#).

Friston, K. J. (2019) Waves of prediction // PLoS Biology. Vol. 17. No. 10. Art. e3000426. DOI [10.1371/journal.pbio.3000426](#).

Friston, K. J., Parr, T., de Vries, B. (2017) The graphical brain: Belief propagation and active inference // Network Neuroscience. Vol. 1. No. 4. P. 381–414. DOI [10.1162/NETN_a_00018](#).

Gallagher, S. (2022) Phenomenology. 2nd ed. N. Y. : Palgrave-Macmillan. xix, 213 p. DOI [10.1007/978-3-031-11586-8](#).

Gallagher, S., Zahavi, D. (2020) The phenomenological mind. 3rd ed. L. : Routledge. 310 p. DOI [10.4324/9780429319792](#).

Hohwy, J. (2017) Priors in perception: Top-down modulation, Bayesian perceptual learning rate, and prediction error minimization // Consciousness and Cognition. Vol. 47. P. 75–85. DOI [10.1016/j.concog.2016.09.004](#).

Husserl, E. (1973) *Experience and judgment: Investigations in a genealogy of logic* / ed. by L. Landgrebe. L.: Routledge and Kegan Paul. xxxi, 443 p. ISBN 0710077823.

Moran, P. (2005) Structural vs. relational embeddedness: Social capital and managerial performance // *Strategic Management Journal*. Vol. 26. No. 12. P. 1129–1151. DOI [10.1002/smj.486](https://doi.org/10.1002/smj.486).

Nave, K. et al. (2020) Wilding the predictive brain / K. Nave, G. Deane, M. Miller, A. Clark // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. Vol. 11. No. 6. Art. e1542. DOI [10.1002/wcs.1542](https://doi.org/10.1002/wcs.1542).

Petitot, J. (1999) Morphological eidetics for phenomenology of perception // *Naturalizing phenomenology: Issues in contemporary phenomenology and cognitive science* / ed. by J. Petitot, F. J. Varela, B. Pachoud, J.-M. Roy. Stanford, CA: Stanford University Press. P. 330–371.

Ramstead, M. J. D. (2015) Naturalizing what? Varieties of naturalism and transcendental phenomenology // *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. Vol. 14. No. 4. P. 929–971. EDN [TRRSPC](https://doi.org/10.1007/s11097-014-9385-8). DOI [10.1007/s11097-014-9385-8](https://doi.org/10.1007/s11097-014-9385-8).

Ramstead, M. J. D., Badcock, P. B., Friston, K. J. (2018) Answering Schrödinger's question: A free-energy formulation // *Physics of Life Reviews*. Vol. 24. P. 1–16. EDN [YDIZUL](https://doi.org/10.1016/j.plrev.2017.09.001). DOI [10.1016/j.plrev.2017.09.001](https://doi.org/10.1016/j.plrev.2017.09.001).

Schulkin, J., Sterling, P. (2019) Allostasis: A brain-centered, predictive mode of physiological regulation // *Trends in Neurosciences*. Vol. 42. No. 10. P. 740–752. DOI [10.1016/j.tins.2019.07.010](https://doi.org/10.1016/j.tins.2019.07.010).

Seth, A. K. (2013) Interoceptive inference, emotion, and the embodied self // *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 17. No. 11. P. 565–573. DOI [10.1016/j.tics.2013.09.007](https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007).

Shestakov, M., Balsevich, V. (2020) Features of the use of genetic information in the training of highly qualified athletes // *Athletes: From performance analysis to injury prevention* / ed. by E. O'Toole. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc. P. 1–21.

Tenenbaum, J. B. et al. (2011) How to grow a mind: statistics, structure, and abstraction / J. B. Tenenbaum, C. Kemp, T. L. Griffiths, N. D. Goodman // *Science*. Vol. 331. No. 6022. P. 1279–1285. DOI [10.1126/science.1192788](https://doi.org/10.1126/science.1192788).

Todorov, E., Shadmehr, R., Bizzi, E. (1997) Augmented feedback presented in a virtual environment accelerates learning of a difficult motor task // *Journal of Motor Behavior*. Vol. 29. No. 2. P. 147–158. DOI [10.1080/00222899709600829](https://doi.org/10.1080/00222899709600829).

Zahavi, D. (2013) Naturalized phenomenology: A desideratum or a category mistake? // *Phenomenology and naturalism: Examining the relationship between human experience and nature* / ed. by H. Carel, D. Meacham. Cambridge: Cambridge University Press. P. 23–42.

Дата поступления: 26.03.2024 г.

Дата принятия: 30.05.2024 г.

REFERENCES

Balsevich, V. K. and Shestakov, M. P. (1997) Kontseptsiiia al'ternativnykh form organizatsii fizicheskogo vospitaniia shkol'nikov [The concept of alternative forms of organization of physical education among schoolchildren]. In: *Sport, dukhovnye tsennosti, kul'tura* [Sports, spiritual values, culture]. Moscow. Issue 7. Pp. 232–237. (In Russ.).

Balsevich, V. K. and Shestakov, M. P. (2008) Novye teoreticheskie podkhody k izucheniiu vozmozhnostei cheloveka v sporte vysshih dostizhenii [Innovative theoretical approaches to study of human opportunities in sport of maximum achievements]. *Teoriia i praktika fizkul'tury*, no. 5, pp. 57–62. (In Russ.). EDN [NBMJYZ](#).

Ashburner, J. et al. (2003) Computer-assisted imaging to assess brain structure in healthy and diseased brains / J. Ashburner, J. G. Csernansky, C. Davatzikos, N. C. Fox, G. B. Frisoni and P. M. Thompson. *The Lancet Neurology*, vol. 2, no. 2, pp. 79–88. DOI [10.1016/s1474-4422\(03\)00304-1](#).

Barrett, L. F. and Simmons, W. K. (2015) Interoceptive predictions in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 16, no. 7, pp. 419–429. DOI [10.1038/nrn3950](#).

Bubic, A., von Cramon, D. Y. and Schubotz, R. I. (2010) Prediction, cognition and the brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, no. 4, art. 25. DOI [10.3389/fnhum.2010.00025](#).

Clark, A. (2013) Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *The Behavioral and Brain Sciences*, vol. 36, no. 3, pp. 181–204. DOI [10.1017/S0140525X12000477](#).

Clark, A. (2016) Attention alters predictive processing. *The Behavioral and Brain Sciences*, vol. 39, art. e234. DOI [10.1017/S0140525X15002472](#).

Craig, A. D. (2002) How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 3, no. 8, pp. 655–666. DOI [10.1038/nrn894](#).

Friston, K. J. (2010) The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 11, no. 2, pp. 127–138. DOI [10.1038/nrn2787](#).

Friston, K. J. (2013) Life as we know it. *Journal of the Royal Society Interface*, vol. 10, no. 86, art. 20130475. DOI [10.1098/rsif.2013.0475](#).

Friston, K. J. (2019) Waves of prediction. *PLoS Biology*, vol. 17, no. 10, art. e3000426. DOI [10.1371/journal.pbio.3000426](#).

Friston, K. J., Parr, T. and de Vries, B. (2017) The graphical brain: Belief propagation and active inference. *Network Neuroscience*, vol. 1, no. 4, pp. 381–414. DOI [10.1162/NETN_a_00018](https://doi.org/10.1162/NETN_a_00018).

Gallagher, S. (2022) *Phenomenology*. 2nd ed. New York : Palgrave-Macmillan. xix, 213 p. DOI [10.1007/978-3-031-11586-8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11586-8).

Gallagher, S. and Zahavi, D. (2020) *The phenomenological mind*. 3rd ed. London : Routledge. 310 p. DOI [10.4324/9780429319792](https://doi.org/10.4324/9780429319792).

Hohwy, J. (2017) Priors in perception: Top-down modulation, Bayesian perceptual learning rate, and prediction error minimization. *Consciousness and Cognition*, vol. 47, pp. 75–85. DOI [10.1016/j.concog.2016.09.004](https://doi.org/10.1016/j.concog.2016.09.004).

Husserl, E. (1973) *Experience and judgment: Investigations in a genealogy of logic* / ed. by L. Landgrebe. London : Routledge and Kegan Paul. xxxi, 443 p. ISBN 0710077823.

Moran, P. (2005) Structural vs. relational embeddedness: Social capital and managerial performance. *Strategic Management Journal*, vol. 26, no. 12, pp. 1129–1151. DOI [10.1002/smj.486](https://doi.org/10.1002/smj.486).

Nave, K. et al. (2020) Wilding the predictive brain / K. Nave, G. Deane, M. Miller and A. Clark. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, vol. 11, no. 6. Art. e1542. DOI [10.1002/wcs.1542](https://doi.org/10.1002/wcs.1542).

Petitot, J. (1999) Morphological eidetics for phenomenology of perception. In: *Naturalizing phenomenology: Issues in contemporary phenomenology and cognitive science* / ed. by J. Petitot, F. J. Varela, B. Pachoud and J.-M. Roy. Stanford, CA : Stanford University Press. Pp. 330–371.

Ramstead, M. J. D. (2015) Naturalizing what? Varieties of naturalism and transcendental phenomenology. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, vol. 14, no. 4, pp. 929–971. EDN [TRRSPC](https://doi.org/10.1007/s11097-014-9385-8). DOI [10.1007/s11097-014-9385-8](https://doi.org/10.1007/s11097-014-9385-8).

Ramstead, M. J. D., Badcock, P. B. and Friston, K. J. (2018) Answering Schrödinger's question: A free-energy formulation. *Physics of Life Reviews*, vol. 24, pp. 1–16. EDN [YDIZUL](https://doi.org/10.1016/j.plrev.2017.09.001). DOI [10.1016/j.plrev.2017.09.001](https://doi.org/10.1016/j.plrev.2017.09.001).

Schulkin, J. and Sterling, P. (2019) Allostasis: A brain-centered, predictive mode of physiological regulation. *Trends in Neurosciences*, vol. 42, no. 10, pp. 740–752. DOI [10.1016/j.tins.2019.07.010](https://doi.org/10.1016/j.tins.2019.07.010).

Seth, A. K. (2013) Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 17, no. 11, pp. 565–573. DOI [10.1016/j.tics.2013.09.007](https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007).

Shestakov, M. and Balsevich, V. (2020) Features of the use of genetic information in the training of highly qualified athletes. In: *Athletes: From performance analysis to injury prevention* / ed. by E. O'Toole. Hauppauge, NY : Nova Science Publishers, Inc, pp. 1–21.

Tenenbaum, J. B. et al. (2011) How to grow a mind: statistics, structure, and abstraction / J. B. Tenenbaum, C. Kemp, T. L. Griffiths and N. D. Goodman. *Science*, vol. 331, no. 6022, pp. 1279–1285. DOI [10.1126/science.1192788](https://doi.org/10.1126/science.1192788).

Todorov, E., Shadmehr, R. and Bizzi, E. (1997) Augmented feedback presented in a virtual environment accelerates learning of a difficult motor task. *Journal of Motor Behavior*, vol. 29, no. 2, pp. 147–158. DOI [10.1080/00222899709600829](https://doi.org/10.1080/00222899709600829).

Zahavi, D. (2013) Naturalized phenomenology: A desideratum or a category mistake? In: *Phenomenology and naturalism: Examining the relationship between human experience and nature* / ed. by H. Carel and D. Meacham. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 23–42.

Submission date: 26.03.2024.

Acceptance date: 30.05.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шестаков Михаил Петрович — доктор педагогических наук, профессор; ведущий научный сотрудник Федерального научного центра физической культуры и спорта. Адрес: 105005, Россия, г. Москва, Елизаветинский пер., д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 265-44-32. Эл. адрес: mshtv@mail.ru

SPIN-код: [5187-1502](https://www.spin-код.ru/5187-1502)

ABOUT THE AUTHOR

SHESTAKOV Mikhail Petrovich, Doctor of Pedagogy, Professor; Leading Researcher, Federal Science Center of Physical Culture and Sport (VNIIFK). Postal address: Bldg. 1, 10 Elizavetinsky Lane, 105005 Moscow, Russian Federation. Tel.: +7 (499) 265-44-32. E-mail: mshtv@mail.ru

ORCID: [0000-0002-1411-5453](https://orcid.org/0000-0002-1411-5453)

Scopus ID: [57190171048](https://www.scopus.com/authid/detail/authid?https://orcid.org/57190171048)

Web of Science ResearcherID: [KDO-2814-2024](https://www.researcherid.org/KDO-2814-2024)

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Шестаков М. П. Развитие подходов в решении задач спортивной науки [Электронный ресурс] // Горизонты гуманитарного знания. 2024. № 2. С. 10–24. URL: <https://journals.mosgu.ru/ggz/article/view/1984> (дата обращения: дд.мм.гггг). EDN [EEPPGT](https://www.edn.ru/EEPPGT). DOI [10.17805/ggz.2024.2.2](https://doi.org/10.17805/ggz.2024.2.2).