

Оригинальная статья
УДК 165.9
<http://doi.org/10.32603/2412-8562-2026-12-3-5-15>

Принципы конструирования знания в системах искусственного интеллекта: философско-методологический аспект

Сергей Анатольевич Бакин

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия
sirius.bakin@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-5626-251X>*

Введение. Статья посвящена актуальным философским проблемам постнеклассической науки, связанным с анализом интеллектуальных систем на основе машинного обучения, и содержит сравнительный анализ конструктивистского и реалистического подходов для выявления эвристического потенциала радикального конструктивизма в построении гибкой функциональной архитектуры ИИ.

Методология и источники. В основу исследования положен сравнительный анализ реалистического и конструктивистского подходов, методологический аппарат которого включает принципы операциональной замкнутости и когнитивного конструирования реальности, разработанные в трудах Э. фон Глазерсфельда, Ж. Пиаже и их последователей. Центральным тезисом выступает трактовка знания не как отражения объективной реальности, а как конструкции, критерием которой является функциональная пригодность для решения задач, что находит отражение в современных концепциях машинного обучения, таких как обучение с подкреплением.

Результаты и обсуждение. Продемонстрировано, что ключевые принципы конструктивизма – операциональная природа знания, итеративное построение когнитивных структур и прагматический критерий жизнеспособности – предлагают пути решения проблем ИИ, таких как проблема «черного ящика», статичность моделей и контекстуальная зависимость данных, через переосмысление машинного обучения как процесса активного построения функциональных репрезентаций и смещения акцента с точности на функциональную адекватность в конкретных прикладных контекстах.

Заключение. Разработанные положения радикального конструктивизма помогают переосмыслить природу данных и моделей в машинном обучении, а также открывают перспективы для более глубокого анализа требований к итеративным и адаптивным архитектурам обучения и развитию систем с искусственным интеллектом.

Ключевые слова: конструирование знания, радикальный конструктивизм, постнеклассическая наука, методология, машинное обучение, философия искусственного интеллекта

Для цитирования: Бакин С. А. Принципы конструирования знания в системах искусственного интеллекта: философско-методологический аспект // ДИСКУРС. 2026. Т. 12, № 3. С. 5–15. DOI: 10.32603/2412-8562-2026-12-3-5-15

© Бакин С. А., 2026



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original paper

Principles of Knowledge Construction in Artificial Intelligence Systems: Philosophical-Methodological Aspect

Sergei A. Bakin

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St Petersburg, Russia
sirius.bakin@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-5626-251X>*

Introduction. The article addresses current philosophical problems of post-nonclassical science related to the analysis of machine learning-based intelligent systems. It contains a comparative analysis of constructivist and realistic approaches to identify the heuristic potential of radical constructivism in building a flexible functional architecture for AI.

Methodology and sources. The research is based on a comparative analysis of realistic and constructivist approaches. Its methodological apparatus includes the principles of operational closure and cognitive construction of reality, developed in the works of E. von Glasersfeld, J. Piaget, and their followers. The central thesis is the interpretation of knowledge not as a reflection of objective reality, but as a construction, the criterion of which is functional suitability for solving problems. This is reflected in modern machine learning concepts, such as reinforcement learning.

Results and discussion. It is demonstrated that the key principles of constructivism – the operational nature of knowledge, the iterative construction of cognitive structures, and the pragmatic criterion of viability – offer solutions to AI problems such as the “black box” problem, static nature of models, and contextual data dependency. This is achieved by rethinking machine learning as a process of active construction of functional representations and shifting the focus from accuracy to functional adequacy in specific applied contexts.

Conclusion. The developed tenets of radical constructivism help to rethink the nature of data and models in machine learning and open up prospects for a deeper analysis of the requirements for iterative and adaptive learning architectures and the development of artificial intelligence systems.

Keywords: knowledge construction, radical constructivism, post-nonclassical rationality, methodology, machine learning, philosophy of artificial intelligence

For citation: Bakin, S.A. (2026), “Principles of Knowledge Construction in Artificial Intelligence Systems: Philosophical-Methodological Aspect”, *DISCOURSE*, vol. 12, no. 3, pp. 5–15. DOI: 10.32603/2412-8562-2026-12-3-5-15

Введение. Актуальные проблемы постнеклассической науки в условиях современной цифровой цивилизации связаны с развитием смарт-систем, которые интенсивно внедряются в прагматику социальной жизни, создавая новые формы когнитивной практики в профессиональных и повседневных взаимодействиях. Технологии создания интеллектуальной системы, способной к обучению подобно человеку, непосредственно связаны с процессами конструирования знания и моделированием когнитивных ориентаций в семантических средах. В центре внимания научного сообщества оказывается осмысление процессов конструирования знания в системах искусственного интеллекта (ИИ) на основе машинного обучения.

Специфика конструктивистского подхода постнеклассической науки связана с принципами создания динамических моделей знания, основанных на процессах понимания и трансляции смысла. В технологии когнитивного моделирования смысл и понимание рас-

смаstrиваются как процессы, которые зависят от рекурсивных взаимодействий между информацией, которая поступает извне, и циклически обновляющимися имеющимися знаниями и представлениями. Так, С. Ф. Сергеев сравнивает разные виды конструктивистских моделей знания [1]. В модели знания как процесса смысл выступает результатом активного взаимодействия индивида с окружающим миром, подчеркивая его зависимость от уникального опыта и субъективных представлений. В модели знания как продукта акцентируется социально-когнитивное взаимодействие, в результате которого смысл объективируется в виде конкретных конструкций, абстрактных математических операций, концептуальных систем и теорий. Таким образом, если первая модель делает основной упор на активную роль субъекта в непрерывном процессе осмысления, то вторая фокусируется на итоговых результатах этого процесса – порождаемых объяснительных системах. Общей чертой является ограниченность этих подходов в вопросах достижения объективной истины, поскольку оба они признают смысл конструкций, а не отражение независимой реальности.

В этой связи для создания гибкой функциональной архитектуры интеллектуальной системы практическое значение приобретает содержательный философский анализ принципов конструктивизма в построении моделей знания. Обращение к философии радикального конструктивизма представляется особенно перспективным, так как предлагается альтернативная эпистемологическая модель, где знание не суть отражение реальности, а адаптивная конструкция, обусловленная опытом и целями познающего субъекта. Иначе говоря, утверждается, что человеческие знания создаются в результате взаимодействия ментальных моделей человека и его опыта. Этот принцип был реализован в практике обучения с использованием системы Logo, благодаря которой прямое визуальное представление и обратная связь с помощью графики turtle graphics позволяли начинающим программистам «ощутить» результаты своего программного кода, увеличив площадь взаимодействия их идей и опыта для создания новых ментальных моделей [2]. В дальнейшем, идея была усовершенствована и объединена с принципами блочного программирования и множественного представления в создании сложных конструктивистских сред. Примерами реализации стали проекты Alice, Scratch и DrawBridgе [3].

Целью автора является содержательный анализ принципов конструиования знания в контексте междисциплинарных установок технонауки, выявление эвристического потенциала методологических установок радикального конструктивизма для развития технологии создания гибкой функциональной архитектуры интеллектуальной системы. Для достижения поставленной цели автор проводит сравнительный анализ применения принципов конструктивистского и реалистического подходов в технологии машинного обучения.

Методология и источники. Философские основания радикального конструктивизма восходят к работам Дж. Вико, С. Чеккато и Ж. Пиаже, но получили свою наиболее последовательную разработку в трудах Э. фон Глазерсфельда. Центральным тезисом этого направления является утверждение о принципиальной невозможности доступа к онтологически заданной реальности: познание понимается как процесс построения жизнеспособных моделей, организующих опыт субъекта. В работе «Введение в радикальный конструктивизм» Глазерсфельд подчеркивает, что знание представляет собой не зеркальное отражение независимой реальности, а организацию мира опыта, позволяющую субъекту действовать целесообразно [4].

При этом Э. фон Глазерсфельд исходит из принципиального рассмотрения познающего субъекта как биосистемы, а не только рефлексирующего сознания. В своих рассуждениях он ссылается на генетическую теорию познания Ж. Пиаже, эволюционные представления (Ч. Дарвин, К. Поппер, К. Лоренц, Д. Кэмпбелл) и современную нейрокибернетику (Х. фон Форстер, У. Матурана) [5].

Существует определенное отличие конструктивизма от радикального конструктивизма. Так И. Т. Касавин уточняет, что конструктивизм суть «направление в эпистемологии и философии науки, в основе которого лежит представление об активности познающего субъекта, который использует специальные рефлексивные процедуры при построении (конструировании) образов понятий и рассуждений» [6, с. 6].

По выражению В. С. Степина, роль научной картины мира в развитии знания, которая связана с выявлением универсальных принципов и фиксацией общих черт, характерных для всех наук, предполагает также конструирование новых концептов и методологических установок в поле междисциплинарных исследований. Для нашего рассуждения важно отметить, что ключевое отличие радикального конструктивизма от других его форм заключается именно в полном отказе от идеи соответствия знания объективной реальности. Как отмечает Глазерсфельд, традиционная эпистемология сталкивается с принципиально неразрешимой дилеммой: чтобы проверить соответствие знания реальности, необходимо сравнить это знание с самой реальностью, что невозможно, так как любое наше восприятие реальности уже опосредовано нашими когнитивными структурами. Этот парадокс, восходящий еще к античным скептикам, получает в радикальном конструктивизме оригинальное решение через переосмысление самого понятия знания [7]. Глазерсфельд предлагает заменить традиционное понимание знания как отражения реальности на концепцию знания как жизнеспособной (англ. *viable*) конструкции. В биологическом контексте жизнеспособность означает способность организма успешно функционировать в своей среде. Перенося это понятие в эпистемологию, Глазерсфельд определяет знание как такую организацию опыта, которая позволяет субъекту эффективно действовать в мире. Таким образом, критерием истинности становится не соответствие объективной реальности, а функциональная пригодность знания для решения конкретных задач. Важным аспектом радикального конструктивизма является акцент на операциональной природе знания [8].

Результаты исследований (Дрешер, Шапю, Коэн и др.) демонстрируют возможность частичной реализации конструктивных принципов в ИИ, моделируя ранние стадии развития (например, формирование сенсомоторных схем, восприятие причинности, обучение через активное восприятие) [9]. Однако ни одна из существующих систем не реализует полностью описанный Пиаже путь, в котором конструирование пространственных представлений и сложных инструментальных действий происходит за счет умозаключений по аналогии, т. е. переноса отношений из одной знакомой ситуации в новую, структурно подобную.

Результаты и обсуждение. Глазерсфельд вслед за Пиаже подчеркивает, что знание возникает не из пассивного восприятия, а из активного взаимодействия с окружающей средой. Познание понимается как процесс проб и ошибок, в котором субъект создает и корректирует свои когнитивные структуры на основе опыта успешных и неуспешных действий. Эта идея находит свое отражение в современных концепциях машинного обучения, особенно в подходах, основанных на обучении с подкреплением [10].

Особую значимость приобретает междисциплинарный характер концептуализации методологических подходов в технологии машинного обучения. Принцип организации знания в данном случае характеризуют термином трансдисциплинарность. В отличие от меж- и мультидисциплинарности, трансдисциплинарность предполагает не просто объединение методов, а конвергентное взаимодействие дисциплин, приводящее к рождению принципиально новых общих понятий и практических подходов. Это порождает особый тип научного производства, синтезирующий ориентацию на фундаментальное познание и прикладную целесообразность. Трансдисциплинарность преодолевает дихотомию истины и пользы, выступая формой организации знания, которая изначально нацелена на решение комплексных проблем, лежащих на стыке различных дисциплин и социальных практик [11].

Трансдисциплинарность перестает быть абстрактной категорией и становится рабочим инструментом, когда, к примеру, разработка алгоритма компьютерного зрения требует создания общей онтологии для специалиста по обработке сигналов, нейрофизиолога и инженера-робототехника. В таких проектах исчезает сама возможность провести четкую границу между фундаментальным вкладом (уточнение математической теории сверточных сетей) и прикладным результатом (создание системы автономного вождения). Таким образом, машинное обучение служит наглядным примером того, как трансдисциплинарность в организации знания определяет его содержание, порождая гибридные концепты и методы, не сводимые к сумме вкладов отдельных дисциплин.

Сравнительный анализ реалистической и конструктивистской установок в технологии машинного обучения. Говоря о сравнительном анализе рассматриваемых подходов, прежде всего следует отметить, что среди исследователей бытует однозначное понимание, которое сводится к существованию разрыва между реалистической и радикально-конструктивистской установками в машинном обучении [12]. Так, утверждается, что реалистическая установка, доминирующая в традиционном основании методологии машинного обучения, исходит из предпосылки о существовании объективной, независимой от наблюдателя реальности, которую можно смоделировать сбором репрезентативных данных. Формируемая же модель обучения воспринимается как приближенное, но статичное отражение этой реальности, а ее качество зависит от полноты и неизменности начального набора данных.

Отметим, что современные подходы машинного обучения, основанные на реалистической установке, характеризуются тремя фундаментальными ограничениями. Первое ограничение заключается в недостаточном учете природы исходных данных, включая их зависимость от выбора сенсоров, методов предварительной обработки и культурных контекстов, в рамках которых происходил сбор. Второе ограничение проявляется в неспособности моделей адаптироваться к изменениям в поступающих данных с течением времени без необходимости полного переобучения. Третье существенное ограничение связано с техническими требованиями к производительности вычислений и масштабируемости алгоритмов, которые зачастую приводят к созданию сложных систем с низкой объяснимостью внутренних процессов, что затрудняет содержательную интерпретацию их решений человеком-экспертом [13].

Особенно важно отметить, что связь между «непрозрачностью» моделей и реалистической установкой является не прямой, а опосредованной. Критика направлена на нерелевантные формы, которые, игнорируя теоретическую нагруженность и культурную обуслов-

енность данных, могут способствовать некритическому восприятию датасетов. В этом контексте конструктивистский подход позволяет сместить акцент с поиска идеального отражения реальности на оценку практической эффективности моделей и анализ того, как они конструируют знание для решения конкретных задач. Конструктивистский подход предлагает принципиально иную перспективу, используя машинное обучение в процессе построения функциональных репрезентаций – внутренних моделей данных, которые не являются зеркальным отражением реальности, но эффективны для решения конкретных задач (классификация, кластеризация, прогнозирование). Ценность создаваемой модели определяется не соответствием ее гипотетической объективной реальности, а способностью обеспечивать целесообразное поведение в конкретных условиях. Такой подход в конструировании модели интеллектуального поведения предполагает переосмысление природы данных, критериев успешности моделей и роли предварительного знания в процессе обучения. Для радикального конструктивизма знание – не отражение реальности, а результат операционной активности агента по выявлению закономерностей в получаемых с разных сенсоров данных.

Ключевым следствием для методологии машинного обучения является переход от пассивного обучения на заранее собранном наборе данных к непрерывному обучению, где модель постоянно обновляется на основе обратной связи от пользователя (внешнего агента), которая может служить источником пертурбаций данных, заставляющих систему пересматривать и адаптировать свои когнитивные схемы [14].

Некоторые исследователи указывают, что наиболее последовательным воплощением конструктивистских принципов в области искусственного интеллекта можно считать интерактивное машинное обучение, где реализуется циклический процесс взаимодействия системы и окружения. В отличие от классических подходов, этот метод предполагает постоянную корректировку моделей на основе новых данных и обратной связи, что ближе к пониманию познания как непрерывного процесса адаптации.

Однако, как показывает анализ интерактивных систем [15], многие современные реализации интерактивного обучения наследуют ограничения реалистического подхода, трактуя обратную связь от пользователя как объективный и однозначный «сигнал», а не как социально и контекстуально обусловленный акт коммуникации. Это приводит к тому, что алгоритмы недостаточно учитывают, что критерии адекватности модели (например, метки в данных) формируются в конкретной социальной среде и зависят от интерпретирующих схем пользователя.

Введение принципов радикального конструктивизма в методологию машинного обучения и в целом искусственного интеллекта открывает новые возможности для создания более адаптивных и интерпретируемых систем, чья «прозрачность» заключается не в иллюзии объективного отражения реальности, а в доступности понимания исследователем их внутренних рабочих гипотез и путей конструирования знания.

Особый интерес представляют разработка методов, учитывающих когнитивные искажения в данных, реализация механизмов динамической адаптации к изменяющимся условиям, а также проектирование архитектур, имитирующих поэтапное развитие когнитивных способностей. В практическом плане принципы радикального конструктивизма позволяют сместить фокус с задачи построения точной модели «реальности» на задачу обеспечения

непрерывной со-адаптации человека и машины в процессе когнитивного взаимодействия. Эти направления исследований могут существенно обогатить как практику искусственного интеллекта, так и философское осмысление его возможностей и ограничений.

Эвристический потенциал методологических установок радикального конструктивизма для проектирования архитектуры ИИ. Традиционные подходы к ИИ и машинному обучению часто основываются на предпосылке, что данные отражают объективные закономерности реального мира, а задача алгоритма – выявить эти закономерности.

Предложенный взгляд открывает новые перспективы для осмысления ключевых проблем машинного обучения. Проблема интерпретируемости моделей (черного ящика) предстает не просто технической сложностью, но следствием реалистического допущения о возможности прямого доступа к объективной реальности.

Конструктивистский подход к машинному обучению и развитию ИИ таким образом предполагает установление ряда фундаментальных принципов. Центральным является признание данных не в качестве объективных фактов, а как результата целенаправленного конструктивного процесса. Следствием этого становится необходимость смещения акцента с абстрактных формальных метрик точности на оценку функциональной адекватности моделей в конкретных прикладных контекстах. Неотъемлемым компонентом данного подхода выступает также разработка механизмов непрерывного обучения, обеспечивающих адаптацию моделей в процессе их эксплуатации. Такая адаптация происходит как в архитектуре (например, путем добавления новых нейронов или модулей), так и в параметрах (путем тонкой настройки весов), что позволяет системе ассимилировать новый опыт без утраты ранее усвоенных знаний.

Конструктивистский подход заостряет внимание на важном ограничении: ИИ не может начать обучение с чистого листа. Существует объективная необходимость в наделении системы валидированными человеком когнитивными схемами. Эти схемы, являясь продуктом культурного опыта, задают первичный концептуальный каркас, который определяет саму возможность для алгоритма распознавать структуры в данных. Валидация в этом контексте – это придание схемам статуса интересубъективно разделяемой и операционально эффективной основы для дальнейшего обучения [16].

Радикальный конструктивизм позволяет переосмыслить начальные настройки модели машинного обучения не как исключительно технический аспект, а как основополагающее внедрение исходной когнитивной схемы. Эта схема, закладываемая человеком-разработчиком, выполняет роль эпистемологического каркаса: она структурирует воспринимаемый данные, формирует познавательные ожидания системы и определяет траекторию ее дальнейшего обучения и адаптации.

Принципы радикального конструктивизма применительно к проектированию ИИ позволяют говорить об исключительной важности дизайна самого процесса человеко-машинного взаимодействия как неотъемлемой части архитектуры ИИ-системы. Это включает в себя разработку интерфейсов, которые учитывают ограниченность возможностей внимания и скорость обработки информации человеком, но повышают эффективность диалога между живым пользователем и ИИ, а также, семиотическое конструирование смыслов и ролей, и учет субъективного опыта пользователя.

Интеграция принципов радикального конструктивизма в методологию машинного обучения формирует несколько перспективных исследовательских векторов. Так, актуальной задачей становится создание адаптивных архитектур, способных к непрерывному обучению и ревизии собственных когнитивных структур при взаимодействии с другими моделями и, что критически важно, с человеком. Важным направлением развития является оценка моделей по принципу функциональной адекватности, т. е. по их способности решать конкретные задачи в условиях реального мира, т. е. в целевой среде. В данном контексте «целевая среда» – это конкретная область применения (например, медицинская диагностика или автономное вождение) со свойственными ей искажениями, неполнотой данных и необходимостью взаимодействия с человеком-экспертом. Соответственно, функциональная адекватность – это адекватность именно этим комплексным требованиям, а не абстрактным метрикам на идеализированном наборе данных.

Синтез идей фон Глазерсфельда с нейроконструктивизмом, предложенный Токухама-Эспиной в концепции «радикального нейроконструктивизма» [17], задает перспективное направление развитию современного искусственного интеллекта. Этот подход предлагает комплексную основу для объяснения механизмов обучения, объединяя динамический итеративный процесс взаимодействия индивида со средой и моделью постоянного конструирования нейросетевых архитектур, отражающих естественную иерархию концептуального знания. Этот синтез находит свое практическое воплощение в таких направлениях, как интерактивное обучение и обучение с подкреплением, которые естественным образом операционализируют ключевой тезис фон Глазерсфельда о познании как активном процессе построения и постоянного пересмотра когнитивных структур. Эвристическая ценность этих идей подтверждается, в частности, исследованиями в области онтогенеза математического мышления [18], которые демонстрируют, как базовые нейронные паттерны, соответствующие операциям сложения, становятся основой для построения более сложных операций, что служит яркой иллюстрацией конструктивистского принципа поэтапного построения когнитивных структур.

Заключение. Выполненное исследование показывает возрастающую роль и практическую значимость философского анализа процессов конструирования знания в системах искусственного интеллекта на основе машинного обучения. Выделенные принципы радикального конструктивизма – активное построение когнитивных структур, интерактивный характер познания и прагматический критерий жизнеспособности – позволяют переосмыслить традиционные подходы к разработке и оценке поведения искусственных обучающихся систем.

Эвристический потенциал радикального конструктивизма заключается в переходе от проектирования моделей машинного обучения и систем ИИ как изолированных вычислительных модулей в фиксированной, статической базе знаний к проектированию целостной интерактивной системы, встроенной в цикл совместного конструирования знания с человеком-пользователем.

Анализ установок конструктивистского подхода в развитии методологии машинного обучения открывает новые перспективы для решения актуальных проблем, таких как интерпретируемость моделей, адаптивность к изменяющимся условиям и учет контекстуальной обусловленности данных. Принцип конструирования знаний в системах ИИ, ориентирующий на непрерывный пересмотр и обновление данных, и их содержание на основе опыта взаимодей-

ствия с окружением, наиболее полно воплощается в разработке интерактивных систем обучения. Перспективным направлением дальнейших исследований представляется синтез философских идей радикального конструктивизма с современными технологическими подходами, включая нейроконструктивизм, методы обучения с подкреплением, создания интеллектуальных адаптивных систем. Такой междисциплинарный синтез требует тесного сотрудничества специалистов в области искусственного интеллекта, когнитивных наук и философии, что позволит создать более совершенные системы машинного обучения, воплощающие всю сложность и многогранность современной системы познания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев С. Ф. Постнеклассическая наука: рекурсия смысла в сетевых языковых моделях // Третьи Степинские чтения. Перспективы философии науки в современную эпоху: сб. материалов Междунар. конф., Москва, 20–21 июня 2023 г. / Институт философии РАН, 2023. С. 390–396.
2. Семенов А. Л. Симор Паперт и мы. Конструкционизм – образовательная философия XXI века // Вопросы образования. 2017. № 1. С. 269–294. DOI: 10.17323/1814-9545-2017-1-269-294
3. Weintrop D., Wilensky U. Between a block and a typeface: Designing and evaluating hybrid programming environments // IDC '17: Proc. of the 2017 Conf. on Interaction Design and Children. 2017. P. 183–192. DOI: 10.1145/3078072.3079715
4. Von Glasersfeld E. An introduction to radical constructivism // The invented reality: how do we know what we believe we know? Contributions to constructivism / ed. by P. Watzlawick. NY: W. W. Norton & Co., 1984. P. 17–40.
5. Баксанский О. Е. Радикальный конструктивизм и знание // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2022. № 5-1. С. 1000–1002.
6. Касавин И. Т. Конструктивизм: заявленные программы и нерешенные проблемы // Эпистемология и философия науки. 2008. Т. XV, № 1. С. 5–14.
7. Von Glasersfeld E. Cognition, construction of knowledge, and teaching // Synthese. 1989. Vol. 80, № 1. P. 121–140.
8. Янченко А. А. Методологический потенциал эпистемологического конструктивизма для разработки теории искусственного интеллекта // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2014. № 1 (39): в 2 ч. Ч. II. С. 210–215.
9. Johnston J. W. The Construction of Reality in an AI: A Review: arXiv:2302.05448 // Arxiv.org. 2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2302.05448> (дата обращения: 17.08.2025). DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.05448>
10. Bishop C. M. Pattern recognition and machine learning. NY: Springer, 2006.
11. Черникова И. В., Черникова Д. В. Методологические и структурные трансформации в развитии современной науки // Вестн. ТГУ. Философия. Социология. Политология. 2019. № 49. С. 60–68. DOI: 10.17223/1998863X/49/7
12. Nowak M., Castellini C., Massironi C. Applying radical constructivism to machine learning: a pilot study in assistive robotics // Constructivist Foundations. 2018. Vol. 13, № 2. P. 250–262.
13. Li X., Huan J. Constructivism learning: A learning paradigm for transparent predictive analytics // Proc. of the 23rd ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining, Halifax, Canada, 13–17 Aug. 2017. P. 285–294. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/3097983.3097994>
14. Mathewson K. W., Pilarski P. M. Reinforcement learning based embodied agents modelling human users through interaction and multi-sensory perception // AAAI spring symposium on interactive multi-sensory object perception for embodied agents, Stanford, 27–29 March 2017 / Stanford Univ. Stanford, 2017. P. 477–481. DOI: 10.48550/arXiv.1701.02369

15. Sarkar A. Constructivist design for interactive machine learning // CHI EA '16: Proc. of the 2016 CHI Conf. Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, San Jose, 07–12 May 2016. P. 1467–1475. DOI: <https://doi.org/10.1145/2851581.2892547>

16. Fails J. A., Olsen D. R. Interactive machine learning // IUI '03: Proc. of the 8th Int. Conf. on Intelligent user Interfaces, Miami, 12–15 Jan. 2003 / Association for Computing Machinery. NY, 2003. P. 39–45. DOI: 10.1145/604050.604056

17. Tokuhama-Espinosa T., Borja C. Radical neuroconstructivism: a framework to combine the how and what of teaching and learning? // *Frontiers in Education*. 2023. Vol. 8: 1215510. DOI: 10.3389/educ.2023.1215510

18. Exposing Piaget's scheme: Empirical evidence for the ontogenesis of coordination in learning a mathematical concept / D. Abrahamson, S. Shayan, A. Bakker et al. // ICLS 2016: Proc. of the 12th Int. Conf. of the Learning Sciences, Singapore, 20–24 June 2016. P. 466–473.

Информация об авторе

Бакин Сергей Анатольевич – аспирант Высшей школы общественных наук Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия. Автор пяти научных публикаций. Сфера научных интересов: философские проблемы науки и техники, философские основания искусственного интеллекта, междисциплинарные вопросы постнеклассической рациональности и техннауки.

*О конфликте интересов, связанном с данной публикацией, не сообщалось.
Поступила 17.09.2025; принята после рецензирования 13.11.2025; опубликована онлайн 23.06.2026.*

REFERENCES

1. Sergeev, S.F. (2023), "Postclassical Science: Recursion of Meaning in Network Language Models", *Tret'i Stepinskiye chteniya. Perspektivy filosofii nauki v sovremennuyu epokhu* [The Third Stepinsky Readings. Prospects for the Philosophy of Science in the Modern Era], *Int. Conf.*, Moscow, RUS, 20–21 June 2023, pp. 390–396.

2. Semenov, A. (2017), "Seymour Papert and Us. Constructionism as the Educational Philosophy of the 21st Century", *Educational Studies. Moscow*, no. 1, pp. 269–294. DOI: 10.17323/1814-9545-2017-1-269-294

3. Weintrop, D. and Wilensky, U. (2017), "Between a block and a typeface: Designing and evaluating hybrid programming environments", *IDC '17: Proc. of the 2017 Conf. on Interaction Design and Children*, pp. 183–192. DOI: 10.1145/3078072.3079715

4. Von Glasersfeld, E. (1984), "An introduction to radical constructivism", *The invented reality: how do we know what we believe we know? Contributions to constructivism*, in Watzlawick, P. (ed.), W. W. Norton & Co., NY, USA, pp. 17–40.

5. Baksanskii, O.E. (2022), "Radical constructivism and knowledge", *Bol'shaya Evraziya: razvitie, bezopasnost', sotrudnichestvo* [Greater Eurasia: Development, Security, Cooperation], no. 5-1, pp. 1000–1002.

6. Kasavin, I.T. (2008), "Constructivism: declared programs and unsolved problems", *Epistemology & Philosophy of Science*, vol. XV, pp. 5–14.

7. Von Glasersfeld, E. (1989), "Cognition, construction of knowledge, and teaching", *Synthese*, vol. 80, no. 1, pp. 121–140.

8. Yanchenko, A.A. (2014), "Methodological potential of epistemological constructivism for the development of artificial intelligence theory", *Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki* [Historical, Philosophical, Political and Law Sciences, Culturology and Study of Art. Issues of Theory and Practice], no. 1 (39), part 2, pp. 210–215.

9. Johnston, J.W. (2023), "The Construction of Reality in an AI: A Review", *Arxiv.org*, available at: <https://arxiv.org/pdf/2302.05448> (accessed 17.08.2025). DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.05448>

10. Bishop, C.M. (2006), *Pattern recognition and machine learning*, Springer, NY, USA.
11. Chernikova, I.V. and Chernikova, D.V. (2019), "Methodological and structural transformations of the contemporary science", *Tomsk State Univ. J. of Philosophy, Sociology and Political Science*, no. 49, pp. 60–68. DOI: 10.17223/1998863X/49/7
12. Nowak, M., Castellini, C. and Massironi, C. (2018), "Applying radical constructivism to machine learning: a pilot study in assistive robotics", *Constructivist Foundations*, vol. 13, no. 2, pp. 250–262.
13. Li, X. and Huan, J. (2017), "Constructivism learning: A learning paradigm for transparent predictive analytics", *Proc. of the 23rd ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining, Halifax, Canada*, 13–17 Aug. 2017, pp. 285–294. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/3097983.3097994>
14. Mathewson, K.W. and Pilarski, P.M. (2017), "Reinforcement learning based embodied agents modelling human users through interaction and multi-sensory perception", *AAAI spring symposium on interactive multi-sensory object perception for embodied agents*, Stanford, USA, 27–29 March 2017, pp. 477–481. DOI: 10.48550/arXiv.1701.02369
15. Sarkar, A. (2016), "Constructivist design for interactive machine learning", *CHI EA '16: Proc. of the 2016 CHI Conf. Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, San Jose, USA, 07–12 May 2016, pp. 1467–1475. DOI: <https://doi.org/10.1145/2851581.2892547>
16. Fails, J.A. and Olsen, D.R. (2003), "Interactive machine learning", *IUI '03: Proc. of the 8th Int. Conf. on Intelligent user Interfaces*, Miami, USA, 12–15 Jan. 2003, pp. 39–45. DOI: 10.1145/604050.604056
17. Tokuhama-Espinosa, T. and Borja, C. (2023), "Radical neuroconstructivism: a framework to combine the how and what of teaching and learning?", *Frontiers in Education*, vol. 8: 1215510. DOI: 10.3389/educ.2023.1215510
18. Abrahamson, D., Shayan, A., Bakker, S. et al. (2016), "Exposing Piaget's scheme: Empirical evidence for the ontogenesis of coordination in learning a mathematical concept", *ICLS 2016: Proc. of the 12th Int. Conf. of the Learning Sciences*, Singapore, SGP, 20–24 June 2016, pp. 466–473.

Information about the author

Sergey A. Bakin – Postgraduate Student at the Higher School of Social Sciences, Peter the Great St Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnic str., St Petersburg 195251, Russia. The author of five scientific publications. Area of expertise: philosophical problems of science and technology, philosophical foundations of artificial intelligence, interdisciplinary issues of post-non-classical rationality and technoscience.

No conflicts of interest related to this publication were reported.

Received 17.09.2025; adopted after review 13.11.2025; published online 23.06.2026.