

## **Проблема обоснования в компьютерном представлении знаний.**

### Аннотация:

Понятия знания, которым пользуется компьютерная наука, не включает в себя стандартное для философской эпистемологии требование, согласно которому всякое знание должно включать в себя явно предъявляемое обоснование. Вместе с тем, требование обоснованности знания важно не только с теоретической, но и с практической точки зрения. Вероятная причина такого положения вещей - это общее пренебрежение проблемой обоснования, которое было характерно для философской и математической логики 20го века. Логика обоснования, теоретико-доказательная семантика и некоторые другие новые логические теории создают теоретические предпосылки для решения этой проблемы. Существующие на сегодняшний день компьютерные технологии защиты и верификации данных, включая технологию блокчейна также могут быть использованы в компьютерных системах представления знаний.

Ключевые слова: представление знаний, логика обоснования, блокчейн

### Abstract:

The concept of knowledge used in today's Computer Science does not involve the requirement according to which knowledge needs justification, which is standard in the philosophical epistemology. This requirement is important not only theoretically but also practically. A possible reason for it is the neglect of justification problem in the mainstream 20th century logic. Justification Logic, Proof-Theoretic Semantics and some other new logical theories provide a theoretical background for solving this problem. The existing technologies of data protection and data verification, including blockchain, can be also useful in the computer-based Knowledge Representation.

Keywords: Knowledge Representation, Justification Logic, blockchain

Понятия знания, которым пользуется компьютерная наука, не включает в себя стандартное для философской эпистемологии требование, согласно которому всякое знание должно включать в себя явно предъявляемое обоснование [1,2]. Вместе с тем, требование обоснованности знания важно не только с теоретической, но и с практической точки зрения, поскольку отсутствие пользовательского доступа к верификационным и другим обосновательным процедурам в существующих компьютерных системах представления знаний существенно увеличивает риск получения ложной информации в результате технической ошибки или обмана со стороны злонамеренных агентов.

Одна из вероятных причин такого положения вещей - это общее пренебрежение проблемой обоснования, которое было характерно для философской и математической логики 20го века [3]. В стандартной теории доказательств, начало которой было положено Гильбертом и Бернайсом [4], доказательством принято называть любой корректный синтаксический вывод формулы  $B$  из формул  $A_1, \dots, A_n$ , где все эти формулы интерпретируются как высказывания, формулы  $A_1, \dots, A_n$  интерпретируются как истинные высказывания, а используемая синтаксическая процедура интерпретируется как логический вывод, сохраняющий истинность интерпретируемых таким образом формул (то есть высказываний). Это позволяет смотреть на синтаксический вывод формулы  $B$  из формул  $A_1, \dots, A_n$  как на “доказательство” формулы (высказывания)  $B$ : если предпосылки  $A_1, \dots, A_n$  истинны, то заключение  $B$  тоже будет истинным.

Как отмечал Даг Правиц еще в 1970-е годы, такое понимание доказательства полностью игнорирует эпистемологический аспект этого понятия, что нелепо, поскольку понятие доказательства в привычном смысле является эпистемологическим по существу. Чтобы считать цепочку формальных выводов доказательством в привычном смысле, необходимо, чтобы свойство сохранения истинности не только имело место, но и было *очевидным* каждому рациональному эпистемическому агенту. То же самое касается истинности предпосылок  $A_1, \dots, A_n$ , которые при этих условиях должны быть не только истинными, но и каким-то образом *известными* эпистемическим агентам [5].

В конце 20го века подобные соображения мотивировали развитие ряда новых направлений в логике, включая эпистемическую логику, теоретико-доказательную логическую семантику [6] и логику обоснования [7]. Значительная часть этих исследований ориентирована на перспективные приложения в компьютерных науках и технологиях. В этой связи можно указать на конструктивную теорию типов Мартина-Лефа и открытую в середине 2000х годов гомотопическую интерпретацию этой теории (гомотопическая теория типов), которая использует логическую семантику теоретико-доказательного характера и допускает вычислительную реализацию [8,9]. В конце 2020го года Артемов с соавторами опубликовали “Манифест логики обоснования”, в котором они называют логику обоснования “логикой 21-го века” и указывают на ее перспективные приложения в Искусственном Интеллекте [10].

На раннем этапе истории разработки и создания систем Искусственного Интеллекта (включая Представление Знаний и Рассуждений) именно логические подходы играли ведущую роль: символический вывод и его стандартная семантика служили базовой моделью того, как “машина может мыслить” [11]. Поэтому можно предположить, что пренебрежение проблемой обоснования, которая была характерна для формальных логических подходов вплоть до последнего десятилетия 20го века, по крайней мере частично ответственно за то, что в стандартных учебниках компьютерного Представления Знания проблема обоснования даже не упоминается.

Вместе с тем в компьютерной науке и компьютерной технологии уже сегодня накоплен большой массив работ и подходов в области защиты и верификации данных, который может быть использован для решения проблемы обоснования знаний. В частности, это касается технологии блокчейна, которая стала особенно популярной в последние годы в связи с бумом криптовалют. Имело бы смысл, на мой взгляд, использовать публичный блокчейн для защиты от изменений (ненамеренных или злонамеренных) экспериментальных и наблюдательных данных дорогостоящих научных исследований таких как, например, эксперименты на Большом Андронном Коллайдере или наблюдения с помощью орбитальных телескопов. Это могло бы позволить каждому члену научного сообщества и вообще всякому заинтересованному пользователю независимо проверять те или иные научные гипотезы, выводы и теории с помощью исходных эмпирических данных, сводя к необходимому минимуму опору на авторитет в этих вопросах.

Вслед за Сергеем Артемовым я думаю, что новые исследования в логике помогут в ближайшем будущем спроектировать и построить системы Представления Знаний нового поколения, которые смогут не только эффективно доставлять пользователям требуемую информацию, но и позволят эффективно проверять эту информацию. Только при выполнении последнего условия такую информацию можно будет назвать “знанием” в сильном эпистемологическом смысле слова. Любой релевантный опыт, накопленный на сегодняшний день в компьютерной науке и технологии также должен быть использован для решения этой важной задачи.

Список литературы:

1. G. Jakus et al., *Concepts, Ontologies and Knowledge Representation*, Springer 2013
2. G. Lakemeyer, B. Nebel (Eds.) , *Foundations of Knowledge Representation and Reasoning*, Springer 1994
3. G. Sundholm, *The Neglect of Epistemic Considerations in Logic: the Case of Epistemic Assumptions*, *Topoi*, v. 38 (2019), p. 551-559
4. Д. Гильберт, П. Бернайс, *Основания математики*, т. 2 Теория доказательств, М. Наука 1979
5. D. Prawitz, *On the Idea of the General Proof Theory*, *Synthese*, 27 (1974), n. 1-2, p. 63-77
6. Th. Piesha and P. Schroeder-Heister (Eds.), *Advances in Proof-Theoretic Semantics*, Springer 2015
7. S. Artemov, M. Fitting, *Justification Logic: Reasoning with Reasons*, Cambridge University Press, 2019

8. P. Martin-Lof, Intuitionistic Type Theory, BIBLIOPOLIS, 1984

9. Univalent Foundations Program: Homotopy Type Theory, IAS Princeton, 2013

10. S. Artemov et al. Justification Logic Manifesto,  
<https://sartemov.ws.gc.cuny.edu/files/2020/12/ManifestoJL.pdf>

11. J. McCarthy, Programms with Common Sense, in Proceedings of Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes (1958),  
<http://jmc.stanford.edu/articles/mcc59/mcc59.pdf>