
Вычисления в природе и природа вычислений

© 2020 г. А.В. Родин

*Институт философии РАН, 109240,
Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1.*

*E-mail: rodin@iph.ras.ru
<https://iph.ras.ru/rodin.htm>*

Поступила 02.03.2020

Тезис Черча – Тьюринга дает определенный ответ на вопрос о том, что такое вычисление, только в рамках привычных математических абстракций и идеализаций, но не позволяет сказать, какие физические процессы следует считать вычислениями, а какие нет. Автор защищает точку зрения, согласно которой символический характер вычислений является существенной чертой этого понятия. Натурализация понятия вычисления не может сводиться к выделению класса естественных процессов, которые можно в некотором смысле считать моделями вычислений, но должна также включать в себя натурализацию понятий об эпистемической агентности и символической репрезентации. Поскольку репрезентация – это фундаментальная когнитивная функция, а символическая и лингвистическая репрезентация играет фундаментальную роль в человеческих сообществах, натурализация вычислительных подходов в науке не должна обходить стороной когнитивные и социальные науки. Одна из функций философии по отношению к точным наукам состоит в том, что философия дает этим наукам новые идеи, которые в ряде случаев получают научное подтверждение и дальнейшее развитие. Однако, по крайней мере начиная с Канта, философия играет по отношению к науке также и критическую роль. Экспансия цифровых вычислительных технологий во все сферы человеческой жизни, которая происходит в последние годы, привела к тому, что метафоры «искусственного интеллекта» и «мира как компьютера» стали казаться само собой разумеющимися. На этом этапе философская критика вычислительного подхода в науке приобретает особенно важное значение.

Ключевые слова: физическое вычисление, тезис Черча – Тьюринга, символическая репрезентация.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–11-129-132

Цитирование: *Родин А.В.* Вычисления в природе и природа вычислений // Вопросы философии. 2020. № 11. С. 129–132.

Computations in Nature and the Nature of Computations

© 2020 Andrei V. Rodin

*Institute of Philosophy Russian Academy of Sciences,
12/1, Goncharnaya str., Moscow, 109240, Russian Federation.*

*E-mail: rodin@iph.ras.ru
https://iph.ras.ru/rodin.htm*

Received 02.03.2020

The Church-Turing thesis gives us a definite answer to the question *What is computation?* only as far as convenient mathematical abstractions and idealisations are assumed; generally, it does not allow one to say whether a given physical process qualifies as computation or not. The author defends a view according to which the symbolic character of computation is an essential feature of this concept. A concept of naturalised computation cannot reduce to a distinguished class of natural processes, which qualify as models of computation in some sense, but should also include some notions of epistemic agency and symbolic representation. Since representation is a basic cognitive function, and since symbolic and linguistic representations play a major role in human societies, a naturalised account of computation should not bypass cognitive and social sciences. An important role of philosophy with respect to exact sciences is to provide these sciences with new ideas, some of which may later receive a scientific justification and bring about important scientific developments. However, at least since Kant philosophy also plays a critical role with respect to the sciences. The ongoing expansion of digital computational technologies into all areas of human life leads us to the situation where the metaphors of “artificial intelligence” and “world as computer” become to appear self-evident. At this point, a philosophical critic of computational approaches in science becomes particularly pertinent.

Keywords: physical computation, Church-Turing thesis, symbolic representation.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–11-129-132

Citation: Andrei Rodin (2020) “Computations in Nature and the Nature of Computations”, *Voprosy filosofii*, Vol. 11, pp. 129–132.

Введение. Исторически понятие вычисления связано с арифметическими операциями, то есть операциями с числами. Развитие символической алгебры начиная со второй половины XVII в., появление символических логических исчислений начиная со второй половины XIX в. и, наконец, создание в XX в. и повсеместное внедрение электронных вычислительных устройств привели к тому, что понятие вычисления стали понимать в более широком смысле, включая в объем этого понятия любые воспроизводимые процедуры над символическими выражениями и конструкциями независимо от их семантики. Говоря о вычислениях, мы будем иметь в виду вычисления в широком смысле этого слова.

Математические модели вычислений и их физические реализации. Еще до того как были созданы первые электронные вычислительные устройства современного типа, понятия вычисления и вычислимости стало предметом систематического математико-логического анализа в работах К. Геделя, А.Н. Колмогорова, А.А. Маркова, П.С. Новикова, Э. Поста, А. Тьюринга, А. Черча и других исследователей, которые в 1930–1940-х гг. создали теоретическую базу современной компьютерной науки. В частности, Черчем

и Тьюрингом были предложены разные варианты точного математического определения понятия вычисления, которые оказались экстенционально эквивалентными: *лямбда-исчисление* [Church 1936] и *машина Тьюринга* [Turing 1936]. Утверждение о том, что математические модели вычислений, предложенные Тьюрингом и Черчем, адекватно уточняют общепринятое неформальное понятие о вычислении, называют тезисом Черча – Тьюринга (ТЧТ).

Математическая теория вычислимости, и в частности ТЧТ, с самого своего возникновения привлекала внимание философов и в свою очередь была в значительной мере мотивирована различными философскими идеями и соображениями. Мы ограничимся рассмотрением специального эпистемологического вопроса, который касается взаимоотношений между абстрактными логико-математическими понятиями о вычислениях и вычислимости, с одной стороны, и конкретными вычислениями, производимыми с помощью технических вычислительных устройств или других физических систем, с другой стороны.

Абстрактная машина Тьюринга – это теоретический прототип вычислительного устройства, который не учитывает физических ограничений реальных устройств, таких как ограниченный объем памяти и ограниченная скорость вычислений. На первый взгляд мы имеем здесь дело с привычной ситуацией, которая была описана и философски истолкована уже Платоном, при которой идеальный прототип технического изделия реализуется в виде материального артефакта с той или иной степенью приближения к этому идеальному прототипу. Однако, как я постараюсь сейчас показать, случай машины Тьюринга заслуживает отдельного рассмотрения.

Физические вычисления и их символическая репрезентация. В современной философской литературе представлены различные позиции и аргументы по вопросу о том, какие физические процессы можно считать вычислениями [Piccinini web]. Из дискуссии по этому вопросу можно сделать общий негативный вывод, который не зависит от той или иной философской позиции. Этот вывод состоит в том, что ТЧТ достаточно убедительно и определенно отвечает на вопрос о том, что такое вычисление, лишь постольку, поскольку этот вопрос ставится в рамках привычных математических абстракций и идеализаций. При попытке использовать ТЧТ в физических контекстах эта определенность теряется, и вопрос о понятии вычисления вновь оказывается открытым и допускает широкий спектр разных возможных ответов. Ниже мы приводим свой ответ на этот вопрос, предполагая след за Тьюрингом и Черчем, что всякое вычисление имеет *символический* характер.

Говоря о символах в физическом контексте, необходимо различать символы-типы и символы-токены, которые представляют собой материальные объекты или события, которые можно отнести к соответствующему типу. Физический процесс, который является Тьюринговым вычислением, должен поддерживать подобную двухуровневую структуру. Нужно также иметь в виду, что символы и символические конструкции в обычном смысле слова выполняют функцию *репрезентации*, то есть используются человеком в качестве средства для указания на какие-то *другие* вещи или процессы. Операции со счетными камушками или подобными примитивными вычислительными инструментами можно назвать вычислениями только в том случае, когда производящий эти операции агент представляет с помощью этих камушков какие-то другие материальные предметы или теоретические объекты. Поэтому физический процесс можно считать вычислением только в том случае, если в этот процесс вовлечен когнитивный агент, обладающий способностью к символической репрезентации. Если вынести проблему вычисляющего агента и символической репрезентации за скобки и считать вычислением вообще любой физический процесс, который в каком-то подходящем смысле является моделью (реализацией) машины Тьюринга как абстрактной математической структуры [Zuse 1967; Wheeler 1982; Шалак 2020], то можно легко прийти к бессодержательному выводу о том, что вообще всякий физический процесс является тьюринговым.

Вычислительная парадигма в когнитивных и социальных науках. В отличие от физики и других естественных наук когнитивная наука использует вычислительный

подход в качестве базового. Игорь Михайлов предпринимает интересную попытку распространить этот подход также и на социологию [Михайлов 2020]. Поскольку репрезентация является когнитивной функцией, а символическая (в частности, лингвистическая) репрезентация играет фундаментальную роль в человеческих сообществах, вычислительный подход представляется в этих случаях более уместным. Тем не менее и в этих случаях вычислительные математические модели когнитивной деятельности сами по себе не дают никакого ответа на вопрос о природе символической репрезентации. Экспансия цифровых вычислительных технологий во все сферы человеческой жизни, которая происходит в последние годы, привела к тому, что метафоры «искусственного интеллекта» и «мира как компьютера» стали казаться само собой разумеющимися. На этом этапе философская критика оснований вычислительного подхода в науке приобретает, на наш взгляд, особенно важное значение.

Источники – Primary Sources

Church, Alonzo (1936) “An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory”, *American Journal of Mathematics*, Vol. 58, 2, pp. 345–363.

Turing, Alan M. (1936) “On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem”, *Proceedings of the London Mathematical Society*, Vol. 42, pp. 230–265.

Wheeler, John A. (1982) “The Computer and the Universe”, *International Journal of Theoretical Physics*, Vol. 21, 6–7, pp. 557–572.

Zuse, Konrad (1967) “Rechnender Raum”, *Elektronische Datenverarbeitung*, Band 8, S. 336–344.

Ссылки – References in Russian

Михайлов 2020 – Михайлов И.Ф. Когнитивные вычисления и социальная организация // Вопросы философии. 2020. № 11. С. 125–128 (в печати).

Шалак 2020 – Шалак В.И. Алгоритмические явления в природе: модель объяснения // Вопросы философии. 2020. № 11. С. 120–124.

References

Mikhailov, Igor F. (2020) “Cognitive Computations and Social Organization”, *Voprosy filosofii*, Vol. 11 (2020), pp. 125–128.

Piccinini, Gualtiero (2017) web “Computation in Physical Systems”, Zalta, Edward N. (ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), URL: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/computation-physicalsystems/>

Shalack, Vladimir I. (2020) “Algorithmic Phenomena in Nature: an Explanation Model”, *Voprosy filosofii*, Vol. 11 (2020), pp. 120–124.

Сведения об авторе

РОДИН Андрей Вячеславович – кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии РАН.

Author’s Information

RODIN Andrei V. – CSc in Philosophy, senior researcher in the Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences.