
ВЫЧИСЛЕНИЯ В НАУКАХ О МОЗГЕ И СОЗНАНИИ: АТАВИЗМ, МЕТАФОРА ИЛИ ЭВРИСТИКА?

От редакции. 19 декабря 2019 г. в Институте философии РАН в рамках регулярного семинара «Междисциплинарные проблемы когнитивных наук» состоялся круглый стол «Вычисления в науках о мозге и сознании: атавизм, метафора или эвристика?». Ниже публикуются материалы, представленные тремя участниками дискуссии.

Алгоритмические явления в природе: модель объяснения

© 2020 г. В.И. Шалак

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

E-mail: shalack@mail.ru

Поступила 04.02.2020

В настоящее время набирает силу тенденция алгоритмического моделирования явлений окружающего мира. Выдвинута и активно развивается идея вычислительной Вселенной, все процессы которой имеют алгоритмический характер. При попытке анализа алгоритмически порожденных последовательностей явлений физической природы мы сталкиваемся с необходимостью различать управляющие действия и порождаемые ими физические процессы. В этой связи представляет интерес сравнительный анализ физических процессов, описываемых в привычных терминах законов природы, и физических процессов, имеющих выраженный алгоритмический характер. Отличительной чертой физических алгоритмов, которая и составляет их основную ценность, является то, что физические алгоритмы реализуют логически возможные, но физически невозможные переходы между явлениями природы. На ряде примеров выявлены следующие отличительные признаки физических алгоритмов: 1) ничтожно малая вероятность встретиться в природе; 2) деление на шаги; 3) последовательность шагов требуют наличия управляющей (кибернетической) структуры, субъекта действия; 4) функционирование субъекта действия может быть описано антропоморфно, как следование правилам вида “Если A , сделай d , чтобы запустить физический процесс f ”; 5) “поломка” управляющей структуры приводит к нарушению выполнения алгоритма, но не нарушению законов природы. Алгоритм в физической природе – это последовательность физических процессов, которые инициируются управляющей структурой, выступающей в роли субъекта действия. Такое определение физического алгоритма охватывает как живую, так и неживую природу. В мире людей алгоритмы проявляются в навыках осмысленно оперировать предметами и создании артефактов, наделенных алгоритмическими характеристиками.

Ключевые слова: алгоритм, закон природы, объяснение, управление, физический алгоритм.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–11-120-124

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

Algorithmic Phenomena in Nature: an Explanation Model

© 2020 Vladimir I. Shalack

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

E-mail: shalack@mail.ru

Received 04.02.2020

The trend of algorithmic modeling of the phenomena of the surrounding world is gaining strength at the present time. The idea of a computational Universe has been put forward and is actively developing. All its processes are algorithmic in nature. In this regard, it is of interest to analyze the relationship between physical processes described in the usual terms of the laws of nature and physical processes of an algorithmic nature. Algorithmic processes are analyzed using a number of examples. Distinctive features are: 1) a negligible probability of accidentally meeting them in nature; 2) the division into steps; 3) a sequence of steps require the presence of a control (cybernetic) structure, a subject of action; 4) the functioning of the subject of action can be described anthropomorphically, as following the rules of the form “If A , perform d to start the physical process f ”; 5) “breakdown” of the control structure leads to a violation of the algorithm, but not to a violation of the laws of nature. An algorithm in physical nature is a sequence of physical processes that are initiated by a control structure that acts as the subject of an action. Such understanding of a physical algorithm covers both living and non-living nature. In the human world, we find algorithms in various skills to operate intelligently with objects and create artifacts with algorithmic characteristics.

Keywords: algorithm, law of nature, explanation, control, physical computation.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–11-120-124

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

В древности объяснение явлений окружающего мира заключалось в приписывании их воле богов. Разбушевалось море – Нептун сердится, сверкнула молния и прогремел гром – это Илья Пророк в небесах на колеснице проехал. Обилие языческих богов позволяло давать объяснения любым явлениям и адресно обращаться к ним с конкретными просьбами, чтобы повлиять на ход событий. Боги выступали в роли субъектов действий, приводящих к тем или иным изменениям в окружающей среде.

Возникновение понятия закона природы положило начало формированию научного мировоззрения, которое стало последовательно теснить богов в объяснении явлений природы. Наблюдаемые изменения перестали быть результатом чьих-то действий, а происходили в соответствии с объективными законами. Этот тренд значительно усилился после Галилея, положившего начало математизации науки. Сегодня многие люди вообще не видят необходимости в гипотезе бога и объясняют все одними лишь законами природы.

С появлением теории вычислимости и развитием компьютерных технологий возродилась идея объяснения мира в терминах результатов действий. На экране монитора мы можем очень убедительно моделировать и полет камня, и вращение планет, и эволюцию живых существ. Почему бы не предположить, что весь мир – это большой компьютер? Так возникла глобальная теория вычислительной Вселенной [Fredkin 2003;

Ostroy 2002; Schmidhuber 1997]. Бит информации занял место демокритовского атома, став элементарным кирпичиком мироздания, управляемого алгоритмами.

Несмотря на крайности, возрождающаяся в новом качестве тенденция объяснять изменения природы в терминах алгоритмических действий, а не в терминах следования законам природы, интересна и заслуживает внимания. Особенно это касается явлений живой природы. В статье Михайлова [Михайлов 2020] справедливо отмечено, что *“попытки построить номотетическую теорию самоорганизующихся систем пока не принесли сколько-нибудь интересных результатов”*. Законы физики позволяют с высокой точностью описать параболическую траекторию полета камня, но бессильны объяснить, каким образом головастики превращаются в лягушку. На помощь приходят понятия ДНК, как хранилища информации, и алгоритма, который эту информацию воплощает в живом существе.

1. Постановка задачи

A priori мы не знаем, насколько тесно понятие природы связано с понятием алгоритма [Родин 2020]. То, что некоторые явления адекватно описываются именно в алгоритмических терминах, не подлежит сомнению. Достаточно указать на часы на стене или любой работающий компьютер. Поэтому нас будет интересовать ответ на следующие вопросы. Каковы внешние наблюдаемые признаки, по которым можно идентифицировать алгоритмически порождаемые явления природы? Какова модель объяснения алгоритмических процессов окружающего мира?

При всех достоинствах математических моделей алгоритмов [Turing 1936; Шалак web] необходимо отметить, что в них оперируют символами, а не физическими объектами. Различие между теоретическим понятием алгоритма и физически реализованным в природе близко к различию между понятием прямой в геометрии и прямой, начерченной с помощью карандаша и линейки на листе бумаги.

2. Примеры физических алгоритмов

Мы видим Золушку, которая перебирает зернышки. В ее действиях понятно все, кроме того, почему она это делает? После непродолжительного наблюдения мы приходим к выводу, что ее действия можно объяснить выполнением простых правил:

1. Если рука пуста, взять зернышко из большой кучки и оценить его.
2. Если зернышко хорошее, отложить в левую кучку.
3. Если зернышко плохое, отложить в правую кучку.
4. Если зернышек не осталось, остановиться.

Правила строго описывают то, что делает Золушка, но мы понимаем, что в любой момент она может прервать скучный процесс, и это не будет нарушением каких-либо законов, кроме поручения мачехи. Этот говорит о том, что процесс не является причинно-обусловленным, а многое зависит от самой Золушки как субъекта действий. Если сравнить с полетом камня, то его траектория с высокой точностью описывается законами физики и он не может просто взять и остановиться, что стало бы нарушением этих законов.

Море. Дует ветер. Предметы, плавающие на поверхности, сносит по направлению ветра, но парусное судно, меняя галсы, плывет против него. Зная площадь парусов, куда направлен нос судна, скорость и направление ветра, это нетрудно объяснить с помощью известных законов физики. Единственная проблема – как объяснить саму смену галсов? Приказы об этом отдает капитан, который управляет судном, но в любой момент он может отправиться спать в каюту, и тогда судно начнет дрейфовать по ветру, как и другие предметы на поверхности воды.

Движение судна можно объяснить как результат следования правилам:

1. *Старт* → *Стать правым галсом с углом судна в 45° к направлению ветра и включить счетчик N.*

2. Если счетчик $N < k$, продолжать движение судна в выбранном направлении.
3. Если счетчик $N \geq k$, развернуть судно, поменяв глас на противоположный, обнулив счетчик и заново включив его.

На заре появления паровых машин их работа требовала участия человека, который, дергая рычаги, поочередно открывал и закрывал клапаны рабочего цилиндра. Ввиду простоты эта работа иногда поручалась детям. Согласно легенде, однажды смышленому мальчику надоело дергать рычаги, и он ремнями соединил их и рабочие механизмы таким образом, что рычаги стали двигаться сами, открывая и закрывая клапаны. То, что ранее определялось инструкциями, было замещено новыми структурными связями частей паровой машины, которые взяли на себя роль управления основным физическим процессом.

Примеры можно продолжить. Каждый из них – это последовательность естественных физических процессов, которая сама по себе в природе не встречается, а формируется и запускается промежуточными действиями некоторой управляющей структуры, играющей роль субъекта управления. В одних случаях носителями этой структуры являются люди, в других – особые механизмы, которые могут быть физически реализованы по-разному, но на теоретическом уровне их функционирование описывается одним и тем же набором правил.

3. Модель объяснения алгоритмических процессов в природе

Рассмотренные примеры позволяют выделить их общие черты.

1. В каждом случае мы имеем дело с некоторой временной последовательностью явлений $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots$. Вероятность случайно встретить в природе такую последовательность практически равна нулю, но вопреки этому мы ее регулярно встречаем.
2. Очередность явлений не может быть объяснена в терминах дедуктивно-номологической модели [Гемпель 1998]. Зная законы науки K мы не можем заключить, что за C_i последует C_{i+1} .
3. Каждый переход от явления C_i к следующему C_{i+1} опосредован некоторым промежуточным (управляющим) действием d_i по отношению к C_i , результатом чего является $d_i(C_i)$.
4. Переход от C_i к C_{i+1} состоит из двух шагов: $C_i \rightarrow_1 d(C_i) \rightarrow_2 C_{i+1}$, где первый шаг – это управляющее действие, а второй – причинная связь явлений. Явление C_i не является причиной явления C_{i+1} , и назначение управляющего действия d заключается в том, чтобы из C_i породить причину $d(C_i)$ явления C_{i+1} , описываемую моделью Гемпеля: $K, d(C_i) \vdash C_{i+1}$.

4. Заключение

Алгоритмы в природе – это контейнеры выполняемых в определенном порядке естественных физических процессов. Этот порядок не может быть объяснен простой случайностью и требует существования управляющей (кибернетической) структуры, играющей роль субъекта управления. Ее роль заключается в том, чтобы совершить некоторое действие, результат которого послужит причиной начала другого естественного процесса. Конкретная физическая реализация управляющей структуры не зависит напрямую от выполняемого ею алгоритма.

Источники и переводы – Primary Sources and Translations

Гемпель 1998 – Гемпель К.Г. Логика объяснения / Пер. О.А. Назарова. М.: Дом интеллектуальной книги; Русское феноменологическое общество, 1998 (Hempel, Carl G., *The Logic of Explanation*, Russian Translation).

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

Ссылки – References in Russian

- Михайлов 2020 – Михайлов И.Ф. Когнитивные вычисления и социальная организация // Вопросы философии. 2020. № 11. С. 125–128 (в печати).
- Родин 2020 – Родин А. Вычисления в природе и природа вычислений // Вопросы философии. 2020. № 11. С. 129–132 (в печати).
- Шалак web – Шалак В.И. Машина Тьюринга // Электронная философская энциклопедия. 2019. Т. 3 // <https://www.elenph.org/library/collection/elphilenc/document/HASH01da89fe605d5da81ba2d0f9>

References

- Fredkin, Edward (2003) “An Introduction to Digital Philosophy”, *International Journal of Theoretical Physics*, Vol. 42, pp. 189–247.
- Mikhailov, Igor F. (2020) “Cognitive Computations and Social Organization”, *Voprosy filosofii*, Vol. 11, pp. 125–128.
- Ostroy, Alex (2002) *God Is the Machine* // <http://www.wired.com/2002/12/holytech/>
- Rodin, Andrei V. (2020) “Computations in Nature and the Nature of Computations”, *Voprosy filosofii*, Vol. 11, pp. 129–132.
- Schmidhuber, Jürgen (1997) “A Computer Scientist’s View of Life, the Universe, and Everything”, *Foundations of Computer Science. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1337, pp. 201–208.
- Shalack, Vladimir I. (2019) web *Turing machine*, *Elektronnaya filosofskaya entsiklopediya*, Vol. 3 // <https://www.elenph.org/library/collection/elphilenc/document/HASH01da89fe605d5da81ba2d0f9>

Сведения об авторе

ШАЛАК Владимир Иванович –
доктор философских наук, ведущий научный
сотрудник Института философии РАН.

Author’s Information

SHALACK Vladimir I. –
DSc in Philosophy, Leading Research Fellow,
Institute of Philosophy,
Russian Academy of Sciences.