

О процессуальной логике

В.И. Шалак

В центре внимания – обсуждение идей, высказанных А.В. Смирновым в статье «Процессуальная логика и ее обоснование». Предложенный формализм не позволяет адекватно отразить особенности рассуждений о взаимодействующих процессах. В первую очередь это вызвано сложностью предмета исследования – взаимосвязанными динамическими процессами. Если представить рассуждения о процессах в терминах теории отношений, то упускается их отличительная особенность – динамический характер. Из теории вычислимости известно, что статичное теоретико-множественное представление функций не совпадает с представлением функций как вычислительных процедур. Точно так же и с процессами, которые мы наблюдаем в окружающем мире. Параллельно протекающие и взаимодействующие процессы несводимы к последовательным. К такому выводу подталкивает ряд нерешенных задач теории вычислимости. Необходимо дополнительное изучение процессов и создание специальных формализмов для их представления, после чего может быть поставлена задача поиска соответствующих им правил рассуждений. В информатике активное изучение взаимодействующих процессов началось после появления многопроцессорных систем для параллельных вычислений. Их моделирование и изучение проводилось средствами многообъектной эпистемической логики и специальной алгебры процессов. Но эта задача все еще не получила окончательного решения. Как указывает автор обсуждаемой статьи, сохранившееся самобытность философское наследие арабо-мусульманской культуры является носителем процессуального, а не субстанциального взгляда на окружающий мир. С этой точки зрения в нем может содержаться много ценных идей, которые способны помочь в решении поставленной задачи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: процесс, параллельные процессы, теория отношений, алгебра процессов, эпистемическая логика, теория вычислимости.

ШАЛАК Владимир Иванович – Институт философии РАН, 109240, Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1.

Доктор философских наук, руководитель сектора логики.

shalack@mail.ru

<https://iphras.ru/shalack.htm>

Статья поступила в редакцию 8 ноября 2018 г.

Цитирование: *Шалак В.И.* О процессуальной логике // Вопросы философии. 2019. № 2. С. 35–40.

Обсуждение статьи «Процессуальная логика и ее обоснование» хочу начать с того, что мешает ее адекватному восприятию, а затем сказать несколько слов о перспективах дальнейших исследований и их связи с другими науками. Автор предлагает формальную систему записи для процессуальных рассуждений. Это означает, что согласно формальным правилам этой записи из посылок должно следовать заключение.

Попытка реконструкции

Рассмотрим две первые строчки *Силлогизма 1*.

- | | | |
|----|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. | | $A = (\Pi^1) \Rightarrow B$ |
| 2. | <i>потому, и только потому, что</i> | $B = (\Pi^2) \Rightarrow V$ |

Интуитивно мы связываем процессы с разворачивающейся во времени последовательностью явлений. Обозначение $A = (\Pi^1) \Rightarrow B$ можно интерпретировать как то, что в некотором процессе Π^1 явление А предшествует явлению В. Обозначение следующего процесса $B = (\Pi^2) \Rightarrow V$ аналогичным образом можно интерпретировать как то, что в процессе Π^2 явление В предшествует явлению В. Само собой напрашивается соединение двух процессов в одну цепочку $A = (\Pi^1) \Rightarrow B = (\Pi^2) \Rightarrow V$. Но тогда что имеется в виду под «*потому, и только потому, что*»? Изменение направления причинной связи?

Предложенное обозначение для процессов и комментарии к ним следует признать *неудачными, так как через несколько страниц в пояснениях к Рис. 1 автор пишет: «Эти два процесса, таким образом, запускаются “сразу”, один вместе с другим. Это очевидно – иначе просто не может быть»*. В этом случае использование стрелок вместе со средним термином В вводит в заблуждение.

Рассмотрим весь силлогизм.

- | | | |
|----|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. | | $A = (\Pi^1) \Rightarrow B$ |
| 2. | <i>потому, и только потому, что</i> | $B = (\Pi^2) \Rightarrow V$ |
| 3. | <i>также и</i> | $\Gamma = (\Pi^3) \Rightarrow V$ |
| 4. | <i>тогда</i> | $A = (\Pi^1) \Rightarrow \Gamma$ |

Если судить по системе записи, непонятно соотношение второй и третьей посылки, поскольку они обе относятся к процессу Π^2 . Как соотносятся В и Г? По заключению, к которому приходит автор, можно предположить, что процесс $\Gamma = (\Pi^2) \Rightarrow V$ является подчиненным по отношению к $B = (\Pi^2) \Rightarrow V$. То есть они находятся примерно в таком соотношении: $B = (\Pi^2) \Rightarrow \Gamma = (\Pi^2) \Rightarrow V$.

Но тогда весь силлогизм можно было бы записать следующим образом?

- | | | |
|----|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. | $A = (\Pi^1) \Rightarrow B$ | <i>посылка</i> |
| 2. | $B = (\Pi^2) \Rightarrow \Gamma$ | <i>посылка</i> |
| 3. | $\Gamma = (\Pi^3) \Rightarrow V$ | <i>посылка</i> |
| 4. | $B = (\Pi^{2-3}) \Rightarrow V$ | <i>заключение из 2, 3</i> |
| 5. | $A = (\Pi^{1-2}) \Rightarrow \Gamma$ | <i>заключение из 1, 2</i> |
| 6. | $A = (\Pi^{1-3}) \Rightarrow V$ | <i>заключение из 3, 5</i> |

Заменив в исходном силлогизме вторую посылку $B = (\Pi^2) \Rightarrow V$ на $B = (\Pi^2) \Rightarrow \Gamma$, мы несколько не нарушили понимания процессов как временной последовательности явлений. Зато в качестве заключений смогли получить не только заключение $A = (\Pi^{1-2}) \Rightarrow \Gamma$ исходного силлогизма, но и посылку $B = (\Pi^{2-3}) \Rightarrow V$, которую при реконструкции заменили на $B = (\Pi^2) \Rightarrow \Gamma$, а также дополнительное заключение $A = (\Pi^{1-3}) \Rightarrow V$.

Недостатки реконструкции

Предложенная реконструкция исходила из представления процессов как временной последовательности явлений. В этом случае процесс может быть разбит на подпроцессы и т.д. В результате каждый процесс/подпроцесс характеризуется всего лишь его началом и концом, а сама суть того, что мы понимаем под процессами, ускользает. В качестве иллюстрации можно сравнить представление функций в теории множеств и в теории вычислимости. В теории множеств функции – это просто наборы пар вида $\langle \text{аргумент}, \text{значение} \rangle$. Как происходит само вычисление функции, никого не интересует. Функция статична, все возможные сочетания ее аргументов и значений с самого начала сведены в одну таблицу.

В теории вычислимости имеют дело с алгоритмами, посредством которых вычисляют значения функций для их аргументов. Выполнение алгоритмов протекает во времени. Хорошо известно, что два этих представления функций не эквивалентны. Точно так же и с процессами, мы можем представить их как наборы уже известных начал процессов и их завершений, но динамическая природа будет упущена.

Из самого содержания статьи видно, что автора интересуют процессы и взаимосвязи между ними в первую очередь с точки зрения динамики, так как окружающий нас мир динамичен, а не статичен.

Как известно, в истории античной философии динамическую точку зрения на природу, когда в одну и ту же реку нельзя войти дважды, развивал Гераклит. Но среди его последователей не оказалось достаточно крупной фигуры, сравнимой с Аристотелем, чтобы построить работающую теорию процессуальных способов рассуждений. Попытки последующих диалектиков использовать для этого понятийный аппарат логики Аристотеля ни к чему хорошему не привели, так как этот аппарат с самого возникновения был неадекватен для представления процессов и их описания. Возможно, арабомусульманская культура в лице ее ученых представителей, не сразу подвергшись подавляющему греческому влиянию, имела больше времени для осмысления динамического взгляда на природу. Мы прекрасно понимаем, что окружающий мир не статичен, но до сих пор не выработали адекватной системы понятий для рассуждения о нем, редуцируя все к кинематографической последовательности картинок без видимой связи между ними. Как можно утверждать, что *я вчера* и *я сегодня* — это один и тот же человек, если за истекшие сутки я уже успел в чем-то измениться? Выход может быть найден в том, чтобы отказаться от субстанциального взгляда, заменив его на процессуальный. Я — это процесс, становящаяся траектория в пространстве и времени, а не срез набора мгновенных значений атрибутов.

С этой точки зрения нельзя согласиться с утверждением автора, что атрибутивные силлогизмы не сводимы к процессуальным. Коль скоро умозаключения по атрибутивному силлогизму — это мгновенные срезы процессуальной действительности, то они просто должны быть так или иначе сводимы к процессуальным. В чем смысл суждения *«Сократ смертен»* с точки зрения процессуального понимания человеческой жизни? Это означает всего лишь то, что процесс жизни Сократа имеет завершение. В чем смысл суждения *«Все люди смертны»*? В том, что процессуальное понимание человеческой жизни в одном из своих аспектов связано с конечностью этих процессов. В этом случае знаменитый силлогизм *«Все люди смертны. Сократ — человек. Следовательно, Сократ смертен»* с процессуальной точки зрения выглядит вполне естественно.

Перспективы исследований

Задача, которую поставил перед собой автор, важна с точки зрения решения, но сложна, поскольку непосредственно имеет дело с двумя фундаментально различными взглядами на окружающий мир. До сих пор точные науки пытались приспособить статичные понятия и способы оперирования ими для рассуждений об изменяющемся мире. Эти попытки в принципе не могли привести к решению проблемы.

Некоторый прорыв произошел после возникновения и последующего развития теории вычислимости. Когда появились первые многопроцессорные компьютеры, способные производить параллельные вычисления, была поставлена задача моделирования вычислений не как цепочки операций, а как набора взаимодействующих процессов. Для этого в качестве логического инструментария была, в частности, использована многообъектная эпистемическая логика [Belardinelli, Lomuscio 2009]. За каждый процесс отвечал один эпистемический субъект, который мог обмениваться информацией с другими субъектами и планировать свои будущие действия не только в зависимости от достигнутого им состояния, но и в зависимости от той информации, которой он обменялся с другими субъектами. Комментарий автора о связи между двумя первыми посылками силлогизма *«потому, и только потому, что»* в параллельных вычислениях трансформируется в информационную взаимозависимость одновременно реализуемых процессов.

Однако недостаток такого подхода к анализу параллельно развивающихся процессов заключается в том, что их все-таки редуцируют к дискретным последовательностям состояний. В настоящее время для анализа параллельных процессов активно развивается алгебра процессов [Baeten 2005]. При этом подходе не стоит задача внутреннего моделирования процессов, а анализируются и строятся формализмы, внешним образом описывающие взаимодействие процессов. Такой подход более перспективен, но не следует забывать, что названные исследователи в первую очередь нацелены на применение их методов в computer science.

Философская точка зрения на процессы имеет большую степень общности. Как сообщает автор статьи, арабские ученые имеют в этой области значительные работы, которые могут быть использованы в качестве эвристик при построении теории процессуальной логики. А для этого нужна более детально проработанная теория взаимодействующих процессов, учитывающая, что уже сделано в этом направлении в арабской философии.

Причинная связь является всего лишь одним из видов связей между явлениями. Говорить, что процессы связаны причинной связью, не совсем корректно, так как, во-первых, при обычном понимании причинности она имеет место между явлениями, а не процессами как последовательностью явлений, что не одно и то же. Во-вторых, процессы могут протекать параллельно, что нарушает условия, характеризующие причинную связь. Имеется в виду условие последовательности во времени причины и действия. В то же время функциональная связь между рядами явлений может быть как последовательной, так и параллельной, и даже иметь направление, противоположное течению времени. Функциональная связь не обязательно является жестко детерминированной, но может быть и вероятностной по природе, например, корреляцией между рядами событий.

В некоторых случаях функциональная связь может быть опосредована участием третьей внешней причинной зависимости. Например, между движением спутников Земли существует особая функциональная связь, возникновение которой вызвано не их прямым взаимодействием, а тем, что спутники находятся в общем гравитационном поле Земли. Некоторые примеры рассуждений по аналогии могут быть обоснованы именно путем выявления внешней причинной или информационной взаимозависимости.

В зависимости от типа связи между процессами и рассуждения об их протекании могут находиться в границах от строго детерминированных до правдоподобных. Далеко не случайно в обсуждаемой статье упоминается, что западные ученые отмечают сходство используемых способов рассуждений о процессах с рассуждениями по аналогии. Но это лишь один из аспектов.

В качестве гипотезы о характере и возникновении параллельных процессов можно предположить, что в каждом процессе можно выделить ряд параллельных процессов или мысленно разложить на такие процессы. Например, в жизни отдельного человека можно выделить следующие параллельно развивающиеся процессы: жизнь человека как физического тела, интеллектуальная жизнь, нравственное развитие, семейная жизнь, профессиональное совершенствование и пр. Все они в большей или меньшей степени взаимозависимы.

Согласно тезису Чёрча – Тьюринга, всякое вычисление может быть представлено как последовательность выполняемых команд. В то же время известно, что мы можем многие из вычислений представить в виде выполнения двух или более параллельных вычислений, связанных информационно. С точки зрения времени вычисления это дает значительную экономию. Если распространить принцип наименьшего действия на параллельные процессы, природа всегда выбирает самые короткие пути, и возникновение и протекание параллельных процессов – это закон природы. Ей так проще и экономнее. Она больше успевает сделать за единицу времени. Отсюда же следует принцип максимальной насыщенности параллельными процессами. Их должно быть ровно столько, сколько требуется для быстрого выполнения основного процесса. Не больше и не меньше.

Приведем пример, как одна и та же задача может быть решена посредством представления решения в виде последовательности дискретных шагов и посредством некоторого разветвленного процесса. Представим, что у нас в руках находится красивая хрустальная ваза. Требуется сделать вывод о ее целостности. Один из способов решения задачи — вооружиться подходящими оптическими приборами и начать осматривать каждый миллиметр ее поверхности на предмет обнаружения трещин. Но есть и другой гораздо более эффективный метод — просто слегка шелкнуть по ней пальцем и прислушаться к звуку, который она издаст. Если есть трещины, то мы узнаем о них. Щелчком мы запускаем не дискретный, а непрерывный процесс, который из точки щелчка распространяется в разные стороны (ветвится на множество параллельных процессов) и по результату которого мы приходим к требуемому заключению гораздо быстрее, нежели при осмотре всей поверхности.

В теории вычислимости сравнение эффективности последовательных и параллельных процессов находит отражение в различии детерминированных и недетерминированных вычислений. Вычислительный процесс, решая переборную задачу по нахождению объекта с требуемыми свойствами, на некоторых шагах имеет возможность выбора, какой следующий объект взять для тестирования. Если случайно будет выбран элемент, который обладает требуемыми свойствами, то задача будет решена за минимальное число шагов. А если требуемый элемент окажется последним в списке перебора, то на решение задачи будет затрачено непростительно много времени. Вместо последовательного перебора можно представить, что в ситуации выбора процесс распараллеливается по одному отдельному процессу на каждый исследуемый элемент. Тогда один из этих процессов сразу обнаружит требуемый элемент и сообщит об этом всем другим процессам, после чего вычисление завершится. Задача решена. Математически все просто, но как это реализовать на практике? В примере с вазой, осматривая каждый элемент поверхности, мы решали переборную задачу. Если бы сразу на каждый миллиметр поверхности было по оптическому прибору и наблюдателю, задача была бы решена сразу. Но Природа поступает проще. Запуская волновой процесс по всей поверхности вазы, она быстро решает эту задачу. Если трещина в вазе есть, то не важно, в каком она месте. Главное, что она существует, и потому ваза отправляется в корзину брака.

Возвращаясь к теории вычислимости, следует упомянуть, что одной из не решенных до сих пор задач является так называемая задача $P=NP$ [Гэри, Джонсон 1982]. На понятном всем языке это задача поиска ответа на вопрос, можно ли посредством последовательных алгоритмов решать задачи так же быстро, как это удается делать посредством недетерминированных (параллельных) алгоритмов? До сих пор ответ на этот вопрос не получен, и большинство ученых сходятся во мнении, что нельзя.

Заключение

Проблемы, затронутые в обсуждаемой статье, исключительно важны с философской точки зрения. Более того, практика уже сегодня вплотную подошла к необходимости их решения, поскольку от этого зависит дальнейшее развитие вычислительной техники. Безуспешность попыток решения $P=NP$ проблемы подталкивает к заключению, что параллельные процессы, как пишет и автор обсуждаемой статьи, несводимы к последовательным. В этом случае и процессуальная логика должна обладать характеристиками, которые отсутствуют в способах рассуждений, сертифицированных современной логикой. Другое дело, что пока что неясно, какими должны быть эти характеристики. Но в любом случае для их поиска потребуются значительные совместные усилия как философов, имеющих доступ к богатому историческому наследию человеческой мысли, так и представителей точных наук, обладающих навыками переводить и формулировать неясные интуиции в терминах строго заданных языков со строгой семантикой.

Гэри, Джонсон 1982 – Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982.

Voprosy Filosofii. 2019. Vol. 2. P. 35–40

The Logic of the Processes

Vladimir I. Shalack

We focus on the discussion of the ideas expressed by A.V. Smirnov in the article "Procedural logic and its justification". The proposed formalism does not adequately reflect the features of reasoning about interacting processes. First of all, it is caused by the complexity of the subject of research – interconnected dynamic processes. If we represent the reasoning about the processes in terms of the theory of relations, we miss their distinctive characteristic – the dynamic nature. It is known from the theory of computability that the static set-theoretic representation of functions does not coincide with the representation of functions as computational procedures. In the same way with the processes that we observe in the world around us. Parallel flowing and interacting processes are not reducible to sequential. This conclusion is prompted by a number of unsolved problems of the theory of computability. It is necessary to further study the processes and create special formalisms for their presentation, after which the task of finding the appropriate rules of reasoning can be set. In computer science, the active study of interacting processes began after the emergence of multiprocessor systems for parallel computing. Their modeling and study was carried out by means of multi-subject epistemic logic and special algebra of processes. But this task still has not received a final solution. As the author of the article points out, the philosophical heritage of the Arab-Muslim culture, which has preserved its identity, is the bearer of a procedural rather than a substantive view of the world around. From this point of view, it may contain a lot of valuable ideas that can help in solving the problem.

KEY WORDS: process, parallel processes, theory of relations, algebra of processes, epistemic logic, theory of computability.

SHALACK Vladimir I. – Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, 12/1 Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russian Federation.
DSc in Philosophy, Head of Department of Logic.

shalack@mail.ru
<https://eng.iph.ras.ru/shalack.htm>

Received on November 8, 2018.

Citation: Shalack, Vladimir I. (2019) “The logic of the processes”, *Voprosy Filosofii*, Vol. 2 (2019), pp. 35–40.

DOI: 10.31857/S004287440003872-4

References

Baeten, Jos C.M. (2005) “A Brief History of Process Algebra”, *Theoretical Computer Science*, Vol. 335, Issue 2–3, pp. 131–146.

Belardinelli, Francesco, Lomuscio, Alessio (2009) “Quantified epistemic logics for reasoning about knowledge in multi-agent systems”, *Artificial Intelligence*, Vol. 173, pp. 982–1013.

Garey, Michael, Johnson, David S. (1979) *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*, W. H. Freeman and Co, San Francisco (Russian Translation 1982).