

УДК 1.16

DOI: 10.17223/1998863X/59/5

А.А. Танишина

КОМПЮТАЦИОНАЛИЗМ, ИНФОРМАЦИЯ И СОЗНАНИЕ: НА ПУТИ К РЕШЕНИЮ «ТРУДНОЙ ПРОБЛЕМЫ»

В статье рассматриваются основные теоретические положения компютационализма как подхода к решению проблемы сознания. Представлен краткий обзор истории возникновения и развития информационно-вычислительных идей в рамках когнитивных наук и философии сознания, а также отмечены основные концептуальные трудности, с которыми сталкиваются основанные на них теории; обсуждается критика компьютерной метафоры сознания Х. Патнэма, Д. Сёрла, Д. Чалмерса. Делается вывод о перспективности вычислительного подхода и необходимости дополнения его положений последними достижениями в области естественных наук и философии.

Ключевые слова: вычисление, обработка информации, «Китайская комната», «трудная проблема» сознания, двухаспектный принцип информации.

Понятия «вычисление» (англ. «computation») и «обработка информации» появились в когнитивистике в середине прошлого века в результате ее тесного взаимодействия с другими научными дисциплинами. Понятие вычисления, обозначающее некий процесс, позволяющий эффективно преобразовывать входные данные с помощью определенной алгоритмической процедуры, пришло в когнитивные науки из математики и логики: в 1930-е гг. его активно использовали в своих работах такие ученые, как А. Тьюринг, А. Чёрч и К. Гёдель, а уже в 1943 г. нейробиологи У. Маккалок и У. Питтс стали применять этот термин для характеристики различных аспектов мозговой деятельности. Понятие информации пришло в когнитивистику из инженерных наук, чему способствовали, в частности, труды мексиканского физиолога А. Розенблюта, американского математика Н. Винера и, конечно, инженера К. Шеннона, автора работы «Математическая теория коммуникации», в которой описывались основные принципы передачи информации по каналам связи и совокупность методов, позволяющих осуществлять вероятностные измерения ее количества¹. С тех пор термины «вычисление» и «обработка информации», ставшие практически взаимозаменяемыми в контексте рассуждений о мозге и сознании², являются центральными для многих когни-

¹ Некоторые историки науки утверждают, что понятие «информация» применительно к описанию нейробиологических процессов начал использовать еще британский физиолог Э.Д. Эдриан в своей работе 1928 г. «The basis of sensation» (см. [1. Р. 925]). Однако свою формальную трактовку это понятие получило лишь в 1950-х гг.

² Безусловно, синонимичность данных терминов ставится некоторыми исследователями под сомнение. Так, один из современных сторонников компютационализма американский философ Г. Пичинини полагает, что обработка информации не обязательно подразумевает вычисление. Комбинация этих понятий в рамках единой концепции, считает Пичинини, не только делает ее концептуальный аппарат слишком неопределенным и расплывчатым, но и затрудняет ее сопоставление с другими смежными теориями. Проблема, считает исследователь, заключается как в непроясненности терминов «вычисление» и «обработка», так и в отсутствии четких границ между видами самой информации (см. [2, 3]).

тивных теорий, исследований по компьютерному моделированию интеллектуальных функций, а также аналитической философии сознания. Человеческий разум стал все чаще сравниваться с вычислительной машиной, чья функция заключается в получении информации из окружающей среды, ее обработке и использовании в целях управления. Но, несмотря на свою широкую распространенность, значение и употребление представленных понятий остаются не до конца проясненными: на сегодняшний день не существует единого мнения о том, какие именно физические состояния лежат в основе вычислительных процессов, являются ли данные процессы достаточным условием для появления мышления и возможно ли описать природу феноменального сознательного опыта в вычислительных терминах. Безусловно, на эти и другие вопросы пытались дать ответы многие ученые и философы, однако их теоретические построения нередко вступают в конфликт друг с другом, вследствие чего компьютеризационистская установка теряет свое концептуальное единство.

Действительно, вычислительные теории сознания представляют собой группу достаточно разрозненных подходов, которые весьма сложно объединить рядом общих положений. Принято считать, что классический компьютеризационизм уподобляет наши когнитивные процессы вычислительной системе, а основные умственные способности, такие как рассуждение, принятие решений и т.п., – вычислениям, выполняемым абстрактной машиной Тьюринга¹. Иногда также отмечается, что идеи классического компьютеризационизма полностью основаны на так называемой «компьютерной метафоре», уподобляющей человеческий разум компьютеру; однако современные исследователи находят это утверждение ошибочным².

Одним из первых философов, применивших компьютеризационно-функциональный подход к решению проблемы мышления и разума, был американский логик Хилари Патнэм, автор идеи множественной реализуемости сознания, ставшей ключевой для всех последующих функционалистских концепций. В начале 1960-х гг. Патнэм начал разрабатывать теорию, призванную решить психофизическую проблему, чья основная трудность заклю-

¹ Отметим, что в данном случае сравнение с машиной Тьюринга необходимо принимать с оговорками. Во-первых, необходимо учитывать, что машина Тьюринга имеет бесконечный объем дискретной памяти, в то время как обычные биологические системы имеют ограниченный объем. Во-вторых, машина Тьюринга имеет центральный процессор, который работает последовательно, выполняя по одной инструкции за раз, и может получить доступ к той или иной ячейке лишь путем последовательного доступа к промежуточным ячейкам; по этой причине многие философы – сторонники компьютеризационизма полагают, что в случае мозговой деятельности возможно говорить о работе нескольких «процессоров». Наконец, происходящие в машине Тьюринга вычисления являются детерминированными, так как общее вычислительное состояние определяет последующее вычислительное состояние, в то время как для человеческого разума, скорее всего, характерны стохастические вычисления, в рамках которых существует лишь определенная вероятность того, что система перейдет из одного состояния в другое.

Таким образом, в рамках классического компьютеризационизма утверждается, что наша умственная деятельность представляет собой вычислительную систему лишь наподобие машины Тьюринга, что позволяет данному подходу отклоняться от некоторых ее ключевых формализмов.

² Как отмечает австралийский философ Д. Чалмерс, описание системы как «компьютера» непременно подразумевает программируемость данной системы. Однако у компьютеризационистов нет необходимости утверждать, что разум является программируемым только потому, что мы рассматриваем его как вычислительную систему в стиле Тьюринга (большинство машин Тьюринга не программируются). Таким образом, выражение «компьютерная метафора» подразумевает теоретические обязательства, которые не являются обязательными для компьютеризационизма [4].

чалась, по мнению философа, исключительно в лингвистическом и логическом характере составляющих ее вопросов. К подобным вопросам он относил, в частности, вопрос о приватности нашего субъективного опыта и вопрос об отождествлении ментальных и физических событий. Патнэм приходит к убеждению, что любой вывод, касающийся психофизической проблемы, можно получить и в отношении машин Тьюринга; даже если мы будем говорить о различии физических и ментальных состояний (структурных и логических состояний в случае машины), то этот вывод будет представлять исключительно словесное открытие (*verbal discovery*) [5. С. 36]. Однако вскоре философ признал данное утверждение неверным: Патнэм отмечает не только ряд технических трудностей, присущих подобному подходу, среди которых проблема недостаточной продуктивности машины Тьюринга, но и ряд концептуальных вопросов, касающихся применимости подобных машинных аналогий в философии. С одной стороны, как утверждает Патнэм, машины дали нам представление об исключительной важности идеи функциональной организации, с другой стороны, компютационалистские идеи чреваты радикальным редуccionизмом.

Американский философ и психоллингвист Джерри Фодор продолжил развитие идей классического компютационализма, сформулированных его учителем Х. Патнэмом. Фодор критиковал некоторые положения теории машинного функционализма, которая, по его мнению, не могла предоставить объяснение системного характера человеческой психики. Чтобы дополнить классический компютационализм, философ развил репрезентативную теорию сознания, согласно которой умственная деятельность представляет собой вычисления в стиле машины Тьюринга, производимые над языком мышления. Язык мышления (или Ментализ), в свою очередь, представляет собой, по Фодору, систему, состоящую из простых и сложных ментальных репрезентаций. Безусловно, для того чтобы репрезентативный компютационализм работал, философу было необходимо объяснить возникновение интенциональных и семантических качеств у данных ментальных репрезентаций. В своей книге «Психосемантика» Фодор отмечает, что интенциональность возникает там, где существуют репрезентации, каузально связанные с репрезентируемыми ими объектами из окружающей среды; семантическая интерпретация символов, как полагает философ, появляется в результате их каузальной связи с внешним миром [6]. Как нетрудно догадаться, интенциональность, понятая таким образом, может быть присуща не только живым организмам: философ отмечает, что компьютеры или роботы, снабженные сенсорными системами или аналогами органов чувств, будут также способны к каузальному взаимодействию с окружающими объектами и, следовательно, к их семантической репрезентации¹.

Одну из наиболее известных информационных теорий сознания с конца 1960-х гг. разрабатывает российский философ Д.И. Дубровский. Его концеп-

¹ Проблема семантизации информации поднимается и в работах американского философа Ф. Дретске, одним из первых построившим теорию натурализованной семантической информации, согласно которой информация и ее смысловое содержание существуют независимо от воспринимающего ее субъекта. Семантический натурализм Дретске основывается на четырех положениях: это, во-первых, положение о наличии каузальных отношений между объектом и его репрезентацией; во-вторых, наличие у организма информационных функций, отвечающих за репрезентацию; в-третьих, историческое развитие данных функций; в-четвертых, возможность их дальнейшего изменения [7].

ция основывается на двух исходных посылах: во-первых, всякая информация необходимо воплощена в каком-либо физическом носителе, выступающем в качестве ее кода, а само понятие информации трактуется как «содержание сообщения»; во-вторых, одна и та же информация может иметь различные кодовые воплощения (так называемый «принцип инвариантности», аналогичный принципу множественной реализации Х. Патнэма). Основываясь на данных положениях, философ принимает допущение, что явления субъективной реальности могут интерпретироваться как информация [8. С. 93], однако в качестве ментальных переживаний выступает лишь та информация, которая была подвергнута соответствующей обработке: «Для того чтобы информация приобрела форму субъективной реальности, необходимо, по крайней мере, двойное, или, лучше сказать, двухступенчатое кодовое преобразование: первое из них представляет информацию как таковую (которая пребывает пока „в темноте“), второе преобразование „открывает“ и тем самым актуализует ее для „самости“, делает доступной для оперирования и использования в целях управления» [9].

Главной альтернативой классического компьютеризма в 1980-х гг. стал компьютеризм коннекционистского типа, апеллирующий к нейронным сетям для объяснения мыслительной деятельности. Первые коннекционистские модели во многом опирались на разработки уже упомянутых У. Маккалока и У. Питтса, показавших, что искусственные нейронные сети способны решать задачи первопорядковой логики [10]; однако более подробно основные положения новой концепции были сформулированы лишь в 1986 г. членами Исследовательской группы по изучению параллельной распределенной обработки информации (PDP Research Group). Коннекционизм представлялся многим исследователям более биологически-правдоподобной моделью, не постулирующей дискретных вычислений над отдельными конфигурациями символов; по данной причине ученые предложили отказаться от метафоры машины Тьюринга, полностью заменив ее концептуальным аппаратом нейросетевой теории.

Итак, компьютеризм как подход к объяснению разума и сознания стал весьма популярным не только в аналитической философии, но и в рамках многих естественных наук. Однако некоторые исследователи полагают, что вычислительная метафора сильно упрощает наши представления о работе мозга: так, по мнению ряда ученых, вычислительные способности человека превосходят возможности любой машины Тьюринга¹. Другим аргументом против компьютеризма является отсылка к объяснительной тривиальности вычислительного подхода: данный довод связан с предположением, что любая физическая система осуществляет тот или иной вид вычислений и, следовательно, способна производить некоторые мыслительные операции. Подобное рассуждение приводит в качестве примера еще Х. Патнэм [12], а позже оно встретится во многих работах Д. Сёрла, утверждающего, что даже краску, в которую окрашены наши стены, можно интерпретировать как вы-

¹ Эту идею отстаивает, в частности, известный британский физик Р. Пенроуз, который в своей нашумевшей книге «Новый ум короля» утверждает, что некоторые низкоуровневые физические процессы, от которых зависит работа сознания, не могут быть описаны алгоритмически, и для понимания природы ментальности необходимо разработать новую теорию, основанную на достижениях квантовой физики [11].

числительную систему [13] и, чтобы избежать подобных следствий из компютационалистской установки, философам необходимо выработать некоторые общие теоретические положения, описывающие условия, при которых физическая система выполняет те или иные вычисления¹. Другой известный аргумент Д. Сёрла против компьютерной метафоры сознания представлен в знаменитом мысленном эксперименте «Китайская комната» [15], целью которого было показать, что реализуемые компьютерами программы сводятся к формальным синтаксическим операциям, не зависящим от смыслового наполнения используемых в данных операциях символов, в то время как человеческий разум всегда имеет дело с семантически-обусловленным ментальным содержанием². Сёрл также утверждает, что вычисление является процессом, чей ход полностью зависит от наблюдателя, а потому не может происходить сам по себе [16]. Схожий довод философ также использует в своей статье 2013 г. «Может ли информация объяснить сознание?», в которой он попытался опровергнуть теории, использующие информационный подход для объяснения феноменальных ментальных качеств [17]. Сёрл считает информацию явлением, зависящим от наблюдателя, т.е. изначально предполагающим существование ментальности, и, чтобы избежать замкнутого круга, полноценная философская теория сознания не должна апеллировать к информационным терминам.

Дополнительным доводом против компютационализма как функционалистской теории сознания³ является линия аргументации, изложенная австралийским философом Д. Чалмерсом: в своей нашумевшей работе «Сознающий ум. В поисках фундаментальной теории» автор термина «трудная проблема сознания» выдвинул пять знаменитых аргументов против логической супервентности ментального на физическом, опровергая таким образом все редукционистские теории сознания. Отрицая возможность объяснения феноменального аспекта сознательного опыта в структурно-функциональных терминах, философ ставит под сомнение все теоретические подходы, так или иначе основанные на классической компютационалистской установке.

Чалмерс, однако, отстаивает позицию, которую сам называет «минимальным компютационализмом»: данный подход базируется на утверждении, что в вычислительных терминах возможно описание основных паттернов

¹ Подобную задачу поставил перед собой Д. Чалмерс, предложивший считать, что физическая система выполняет вычисление, если формальная структура данного вычисления отражает каузальную структуру системы [14]. Данный подход, безусловно, требует дальнейшей доработки, однако многие ученые считают, что каузально-структурная трактовка компютационализма является весьма перспективной для когнитивных наук.

² Стоит отметить, что сам Сёрл понимал семантику в интерналистском ключе: утверждая, что человеческий разум имеет ментальное содержание, философ подразумевает независимость данного содержания от каузальных связей с окружающей средой. Очевидно, что упомянутые выше каузальные теории ментальных содержаний Д. Фодора и Ф. Дретске, использующие более широкое, экстерналистское понимание семантики, не могут претендовать на решение сформулированной Серлом проблемы.

³ Вопрос о том, являются ли все компютационалистские теории функционалистскими, остается сегодня открытым. Тем не менее большинство современных сторонников подобных теорий отстаивают функциональный подход к вычислительным системам. Например, американский философ Г. Пичинини полагает, что компютационализм должен основываться на следующих двух положениях: 1) вычислительные состояния определяются исключительно с точки зрения своих функциональных особенностей (а не семантических, к примеру); 2) вычислительные механизмы должны изучаться с помощью методов функционального анализа [18].

каузальной организации физической системы, а ментальность является организационным инвариантом, основанным на данных паттернах [4]. Чтобы примирить «минимальный компьютеризм» с доводами против логической супервентности феноменальных явлений на физических и избежать онтологического провала в объяснении, угрожающего классическому компьютеризму, Чалмерс развил так называемый двухаспектный принцип информации. Согласно данному принципу, информация в мире представлена как физически, т.е. объективно и независимо от наблюдателя, так и феноменально, т.е. субъективно. Последующее развитие двухаспектного принципа может, по мнению философа, идти по двум альтернативным маршрутам: первый заключается в признании повсеместности как информации, так и связанного с ней опыта, что приводит к панпсихизму; второй путь сводится к ограничению информации, с которым может быть связан феноменальный опыт¹. Ограниченная версия представляется более близкой идеям современного естествознания и может быть подкреплена догадками о роли интеграции информации для формирования феноменального опыта итальянского нейробиолога Д. Тонони [20], теорией скоординированных циркулярных сообщений биолога М. Черулло [21] и идеями некоторых других современных ученых. По этой причине дальнейшее развитие двухаспектной теории представляется весьма перспективным: аналитическая философия уже давно занимается поиском надежной метафизической базы для будущей теории сознания, и весьма вероятно, что подобной базой рано или поздно окажется какая-либо версия современного двухаспектизма².

Безусловно, даже при совмещении с двухаспектным принципом информации компьютеризм не решит все присущие ему концептуальные трудности: по-прежнему остаются открытыми вопросы о том, как связаны между собой процессы вычисления и обработки информации, каковы необходимые условия, при которых физическая система выполняет те или иные вычисления, какого рода информация может быть связана с ментальным опытом и т.д. Весьма вероятно, что ответы на данные вопросы будут в скором времени найдены в рамках естественных наук, среди которых компьютеризмские идеи остаются весьма популярными. Разумеется, в процессе взаимодействия этих наук с философией сознания необходимо избегать спекулятивных крайностей, столь присущих философским теориям, использующим информационно-вычислительный подход: так, информация вовсе не обязательно должна рассматриваться как фундаментальная онтологическая характеристика физического мира подобно массе или заряду, но она вполне может служить удобным эпистемологическим инструментом, позволяющим соотнести данные эмпирических наук с некоторыми метафизическими построениями. Ведь, вероятно, именно невозможность сопоставить научные достижения, объясня-

¹ Философ указывает на несколько возможных стратегий: это могло бы быть ограничение по способу обработки информации в системе, по способу усиления информации или посредством ограничения по типу причинности, реализованной в системе [19. P. 301].

² Конечно, для доработки ограниченного двухаспектного принципа информации в полноценную философскую теорию необходимо разобраться с проблемой, связанной с его онтологией. Подходящими метафизическими основаниями могут быть как дуализм свойств с законосообразной связью между этими свойствами, так и информационный реализм, трактующий информационные пространства как онтологически фундаментальные. Однако данный вопрос требует особого рассмотрения в рамках отдельного исследования.

ющие функционирование когнитивной системы, с запросами современной философии и порождает проблему сознание–тело.

Литература

1. *Garson J.* The introduction of information into neurobiology // *Philosophy of Science*. 2003. № 70. P. 926–936.
2. *Piccinini G., Scarantino A.* Computation vs. Information processing: Why their Difference Matters to Cognitive Science // *Studies in History and Philosophy of Science*. 2010. № 41. P. 237–246.
3. *Piccinini G., Scarantino A.* Information processing, computation and cognition // *Journal of Biological Physics*. 2011. № 37 (1). P. 1–38.
4. *Chalmers D.* A Computational Foundation for the Study of Cognition // *The Journal of Cognitive Science*. 2011. № 12. P. 323–357.
5. *Патнэм Х.* Сознание и машины / пер. Л.Б. Макеевой // *Философия сознания*. М.: Дом интеллектуальной книги, 1999. С. 23–53.
6. *Fodor J.* *Psychosemantics: The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*. Cambridge, MA: MIT/Bradford, 1987. 173 p.
7. *Dretske F.* *Knowledge and the Flow of Information*. MA: Massachusetts Institute of Technology, 1981. 350 p.
8. *Дубровский Д.И.* Зачем субъективная реальность, или «Почему информационные процессы не идут в темноте?» (Ответ Д. Чалмерсу) // *Сознание, мозг, искусственный интеллект: сб. статей*. М., 2007. С. 139–164.
9. *Дубровский Д.И.* Сознание и мозг: информационный подход к проблеме // *Знание. Понимание. Умение*. 2013. № 4. С. 92–98.
10. *McCulloch W., Pitts W.* A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943. № 5. P. 115–133.
11. *Penrose R.* *The Emperor’s New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press, 1989. 480 p.
12. *Putnam H.* *Representation and Reality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988. 136 p.
13. *Searle J.* Is the Brain a Digital Computer? // *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*. 1990. № 64. P. 21–37.
14. *Chalmers D.* Computational Foundation for the Study of Cognition // *Journal of Cognitive Science*. 2011. № 12 (4). P. 323–357.
15. *Searle J.* Minds, Brains, and Programs // *Behavioral and Brain Sciences*. 1980. № 3. P. 417–457.
16. *Searle J.* *The Problem of Consciousness* // *Consciousness and Language*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. P. 7–17.
17. *Searle J.R.* Can Information Theory Explain Consciousness? [Электронный ресурс] // *Hhimwich*. 2013. URL: <https://www.hhimwich.com/files/can-information-theory-explain-consciousness.docx> (дата обращения: 28.03.2019).
18. *Piccinini G.* Functionalism, Computationalism, and Mental States // *Studies in History and Philosophy of Science*. 2004. № 35. P. 811–833.
19. *Chalmers D.* *The Consciousness Mind: In Search of a Fundamental Theory*. New York: Oxford University Press, 1996. 432 p.
20. *Tononi G.* Integrated information theory of consciousness: An updated account. // *Archives Italiennes de Biologie*. 2012. № 150. P. 293–329.
21. *Cerullo M.* Integrated Information theory: A promising but ultimately incomplete theory of consciousness // *Journal of Consciousness Studies*. 2011. № 18. P. 45–58.

Alexandra A. Tanyushina, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation).

E-mail: a.tanyushina@gmail.com

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science. 2021. 59. pp. 42–50.

DOI: 10.17223/1998863X/59/5

COMPUTATIONALISM, INFORMATION AND CONSCIOUSNESS: ON THE WAY TO SOLVING A “HARD PROBLEM”

Keywords: computation; information processing; Chinese room argument; “hard problem” of consciousness; double aspect principle of information.

Since the middle of the past century, the terms “computation” and “information processing” have been central to many cognitive theories, research on computer modeling of intellectual functions, and the analytic philosophy of mind. The human mind has become more and more like a computer that receives information from the environment and uses it for management purposes, and basic mental abilities such as reasoning, decision-making, etc. like computations performed by an abstract Turing machine. The computational approach was developed by such philosophers as Hilary Putnam, Jerry Fodor, and Fred Dretske; today it plays a significant role in the works of Gualtiero Piccinini, Daniel Dennett, David Chalmers, and others. However, there is still no consensus on what physical states are the basis of computational processes, whether these processes are sufficient for the emergence of thinking, and whether it is possible to describe the nature of phenomenal conscious experiences in computational terms; accordingly, some researchers criticize this approach. The main arguments against computationalism include the triviality argument, the Goedel incompleteness argument, the Chinese room argument, and others. As a functionalist theory, computationalism is also threatened by the so-called “ontological gap” in explanation, which stands in the way of solving the “hard problem” of consciousness formulated by Chalmers. To avoid this, the Australian philosopher introduced the double aspect principle of information, according to which information in the world is represented both physically, that is, objectively and independently of the observer, and phenomenally. Of course, even when combined with the two-dimensional principle of information, computationalism will not solve all its inherent conceptual difficulties. It is likely that the answers to the above questions will soon be found in the natural sciences, among which computational ideas remain very popular.

References

1. Garson, J. (2003) The introduction of information into neurobiology. *Philosophy of Science*. 70. pp. 926–936. DOI: 10.1086/377378
2. Piccinini, G. & Scarantino, A. (2010) Computation vs. Information processing: Why their Difference Matters to Cognitive Science. *Studies in History and Philosophy of Science*. 41. pp. 237–246. DOI: 10.2139/ssrn.1596330
3. Piccinini, G. & Scarantino, A. (2011) Information processing, computation and cognition. *Journal of Biological Physics*. 37(1). pp. 1–38. DOI: 10.1007/s10867-010-9195-3
4. Chalmers, D. (2011) A Computational Foundation for the Study of Cognition. *The Journal of Cognitive Science*. 12. pp. 323–357. DOI: 10.17791/jcs.2011.12.4.325
5. Putnam, H. (1999) *Filosofiya soznaniya* [Philosophy of Consciousness]. Translated from English by L.B. Makeeva. Moscow: Dom intellektual'noy knigi. pp. 23–53.
6. Fodor, J. (1987) *Psychosemantics: The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*. Cambridge, MA: MIT/Bradford.
7. Dretske, F. (1981) *Knowledge and the Flow of Information*. MA: Massachusetts Institute of Technology.
8. Dubrovsky, D.I. (2007) *Soznanie, mozg, iskusstvennyy intellect* [Consciousness, Brain, Artificial Intelligence]. Moscow: Strategiya-Tsentr. pp. 139–164.
9. Dubrovsky, D.I. (2013) The Mind-Brain Problem: The Informational Approach. *Znanie. Po-nimanie. Umenie – Knowledge. Understanding. Skill*. 4. pp. 92–98. (In Russian).
10. McCulloch, W. & Pitts, W. (1943) A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 5. pp. 115–133.
11. Penrose, R. (1989) *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press.
12. Putnam, H. (1988) *Representation and Reality*. Cambridge, MA: MIT Press.
13. Searle, J. (1990) Is the Brain a Digital Computer? *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*. 64. pp. 21–37.
14. Chalmers, D. (2011) Computational Foundation for the Study of Cognition. *Journal of Cognitive Science*. 12(4). pp. 323–357. DOI: 10.17791/jcs.2011.12.4.325
15. Searle, J. (1980) Minds, Brains, and Programs. *Behavioral and Brain Sciences*. 3. pp. 417–457.
16. Searle, J. (2002) *Consciousness and Language*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 7–17.
17. Searle, J.R. (2013) *Can Information Theory Explain Consciousness?* [Online] Available from: <https://www.hhimwich.com/files/can-information-theory-explain-consciousness.docx> (Accessed: 28th March 2019).
18. Piccinini, G. (2004) Functionalism, Computationalism, and Mental States. *Studies in History and Philosophy of Science*. 35. pp. 811–833. DOI: 10.1080/00455091.2004.10716572

19. Chalmers, D. (1996) *The Consciousness Mind: In Search of a Fundamental Theory*. New York: Oxford University Press.

20. Tononi, G. (2012) Integrated information theory of consciousness: An updated account. *Archives Italiennes de Biologie*. 150. pp. 293–329.

21. Cerullo, M. (2011) Integrated Information theory: A promising but ultimately incomplete theory of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*. 18. pp. 45–58.