

Владимир Викторович Саночкин,
кандидат физико-математических наук,
зам. главного редактора журнала «Эволюция»,
vvvano@yandex.ru

О ВОЗМОЖНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ИНФОРМАЦИИ

Доклад на 5-м заседании семинара
«Методологические проблемы наук об информации»
(Москва, ИНИОН РАН, 1 марта 2012 г.)

Платформой объединения различных наук об информации должна быть, прежде всего, сама информация, которую все эти науки изучают. Похоже, что многие из упомянутых наук занимаются лишь частными разновидностями и проявлениями информации, однако претендуют на то, что их понимание информации самое верное или главное (это отмечено в работах К.К. Колина, Э.Р. Сукиасяна, Ю.Ю. Черного и др. (1, 2, 3)). Доказать свою правоту пока никому не удастся, но все признают, что междисциплинарное обсуждение постоянно упирается в отсутствие ясного и общепринятого понимания сущности информации. Поэтому главным вопросом на пути объединения является вопрос о сущности информации, который и будет рассмотрен в первой части доклада. В результате анализа разных подходов будет выявлен наиболее общий и адекватный подход, который, на наш взгляд, дает искомую универсальную формулировку сущности информации. Затем будет показано, как различные представления об информации могут быть согласованы на этой основе.

Важным компонентом объединяющей платформы являются работы К. Шеннона, которые признаются и используются представителями всех наук об информации. Главным критерием информации примем широко

признанное и многократно проверенное утверждение К. Шеннона о том, что информация есть то, что снижает неопределенность (и повышает определенность). Этот критерий универсален и применим к живым и интеллектуальным системам. Скажем, наличие генетической информации проявляется в повышении определенности структуры и свойств живых систем, наличие знаний проявляется в повышении определенности мышления и поведения интеллектуальной системы – система действует не случайно, а на основе имеющихся знаний.

Согласно Шеннону, чтобы определить сущность информации, надо на самом общем уровне ясно выразить, что должно появиться в системе или должен получить наблюдатель для уменьшения неопределенности.

Подходы к определению сущности информации обычно разделяют на «функциональные» и «атрибутивные». Однако эти термины неудачны, так как не отражают действительных различий. При обоих подходах информация является атрибутом системы, что, как отмечено А.Д. Урсолом (4), свидетельствует в пользу универсальности атрибутивного подхода. С другой стороны, информация не является функцией системы. Для функции есть другой термин – «информирование». Функциональный подход основан на представлениях о независимости функций от материальной основы, от «физического описания», что легко опровергается примерами. Так, полное воспроизведение структуры системы воспроизводит и все ее возможные функции, то есть, функции определяются структурой системы, в том числе, и физической. Например, нейрон не может выполнять свои функции, когда его структура на молекулярном и атомном уровне нарушается попавшим в него вредным веществом. Действительное различие подходов состоит в том, что «функционалисты» связывают информацию исключительно с живыми системами или даже только с человеком, а «атрибутивисты» – с универсальными свойствами материи. Поэтому, подчеркивая действительные различия в подходах, будем называть их «виталистическими» и «фундаментальными».

Рассмотрим сначала виталистические подходы, имеющие глубокие корни в истории. Со времен Древнеримской империи и до середины прошлого века информация понималась исключительно как сведения, передаваемые между людьми. Отсюда и традиционные взгляды, связывающие существование информации только с человеком и его интеллектом. В наше время эти взгляды однозначно опровергаются фактом наличия генетической информации, которая возникла задолго до появления человека и интеллекта. Генетическая информация несомненно связана с жизнью, однако она существует и обрабатывается на молекулярном уровне и возникла естественным путем из неживого. Слабость позиции здесь, во-первых, в том, что молекулы трудно назвать живыми, а во-вторых, в том, что не удастся найти, что именно в живых организмах и в их молекулах служит снижению их неопределенности и отсутствует в прочих телах и молекулах, и как оно появилось. Более того, поскольку для различения живого и неживого ясного критерия нет, то указанные вопросы просто не могут иметь ответов в контексте современной науки.

Виталистический подход страдает и еще одной серьезной проблемой. Передача информации между живыми системами происходит через неживую среду. Значит, информация при передаче должна существовать в ней и, следовательно, не связана исключительно с живыми системами. То есть, практика противоречит исходной посылке. Было бы странно, если бы информация существовала только в наших головах и отсутствовала в канале передачи. Скажем, понятно, когда автор имеющуюся у него информацию вкладывает в книгу, а читатель ее воспринимает. Если же принять, что в книге информации нет, то, как она попала от автора к читателю, неясно. Даже, если смягчить позицию и принять, что информация может существовать и в неживых системах, но создается только живыми, то остается нерешенной проблема, упомянутая выше.

Главный аргумент «виталистов»: «Информация должна обладать тремя параметрами: синтаксическим, семантическим и прагматическим. Но если

она присуща физическим процессам, то, как можно приписывать им семантические и прагматические свойства» (Д.И. Дубровский (4)).

На это можно возразить тем, что прагматический аспект (цель, воля) должен быть отнесен не к информации, а к использующему ее субъекту, иначе, его следует отнести и к энергии, используемой субъектом.

По поводу семантического аспекта многое проясняется, если вспомнить, что информация бывает понятая и непонятая. Информацию можно получить, но не понять. Если на сетчатке глаза изображение появилось, то глаз воспринял информацию. Если по нервам изображение попало в мозг, то информация мозгом получена. Однако изображение может быть незнакомо, и мозг не понимает, что с ним делать, то есть информация оказалась принятой, но не понятой, ее семантика не проявилась. Настаивая на необходимости проявления семантики, «виталисты» называют информацией только понятую информацию, сужая объем понятия. Однако, это примерно также субъективно, как называть энергией только использованную энергию. Понимание действительно является процессом субъективным и зависит от многих факторов, например: от развития, от специализации, от знания языка. Читатель может не понять, что написано в книге, и для него информация, вложенная в книгу автором, субъективно не существует. Но объективное существование от этого зависеть не должно. Если, допустим, животное не знает, что такое батарейка, и не может воспользоваться запасенной в ней энергией, то это же не значит, что в батарейке нет энергии. Так же и с информацией: объективное наличие или отсутствие информации не должно зависеть от свойств и состояния конкретного субъекта. Если хоть кто-то может информацию принять, а тем более понять, значит, она есть.

В приведенных примерах хорошо видно, что действия с информацией бывают разного уровня сложности. Принять и хранить информацию может и простая система (глина, бумага, магнитная лента), а понять только достаточно сложная. Если рассматривать процессы, характерные только для сложных систем, то, неудивительно, если информация покажется связанной

только с ними. Однако такая избирательность мешает понять объективную сущность информации, выделяя лишь некоторые специфические ее стороны. Для полного понимания надо рассматривать все процессы, в которых участвует информация, причем начинать надо, как всегда, с простого. Также ясно видна потенциальность действия информации относительно конкретного субъекта и, в частности, потенциальность проявления ее семантического аспекта. Необходимо выполнить целый ряд условий, чтобы информация появилась и проявилась в субъекте. Надо, чтобы субъект мог чувствовать носитель информации, например: звук, свет. Надо, чтобы он был достаточно развит, образован, проявил внимание и так далее. Ставя существование информации в зависимость от выполнения всех этих условий, «виталисты» трактуют ее как субъективный феномен и, поэтому, в принципе, не могут выявить объективную сущность информации, которая обеспечивает и объединяет все ее субъективные проявления.

Разновидностью виталистического подхода являются попытки определить сущность информации на основе знаковых или символьных систем (Г.Н.Зверев (5) и др.). При этом знаки считаются некой данностью, неотъемлемо связанной с живыми системами, и вопрос об их возникновении не рассматривается. Однако знак или символ – это всегда договоренность или соглашение субъектов, использующих информацию. Только в результате договора и только для его участников некий выбранный или созданный ими объект становится знаком. До этого момента и для других субъектов он может никакого отношения не иметь к сопоставленному ему договором содержанию информации. Причем само это содержание должно быть известно всем договаривающимся заранее, до назначения знака, иначе обозначать нечего. Знак не имеет постоянной связи с содержанием информации и может быть произвольно заменен или отменен, то есть, носит условный, субъективный характер. Пытаться определять информацию через столь субъективный, нестабильный и не всегда привязанный к ней атрибут, как минимум, странно. Кроме того, при таком подходе игнорируется

существование аналоговой информации, которая выражается воспроизведением свойств по аналогии с оригиналом, без использования знаков. Именно аналоговая информация используется и воспроизводится детьми и животными в процессе подражания, когда поза или движение воспроизводится по аналогии. Именно аналоговая информация фиксируется фотопленкой, когда в результате взаимодействия со светом распределение атомов серебра по ее площади становится аналогично распределению энергии по сечению светового потока. На принципах использования и преобразования аналоговой информации работают аналоговые компьютеры и аналоговые средства связи, аналоговые запоминающие, моделирующие, управляющие и измерительные устройства. Как видим, знаковый подход является субъективным и частным, а для объединительной функции нужен общий подход. Неадекватность знакового подхода для этих целей подтверждается тем, что, несмотря на весьма длительное существование наук о знаковых системах, они так и не дали удовлетворительного ответа на вопрос о природе информации.

Итак, виталистические подходы обладают целым рядом недостатков:

- они являются частными, игнорируя некоторые проявления информации, (уже только это делает их непригодными для объединительной функции);

- они субъективны и не учитывают потенциальность действия информации;

- они оставляют без ответа ряд важных вопросов, в частности, о происхождении информации и о критериях выделения ее создателей и носителей среди всех материальных объектов.

Решение этих проблем, например: признание существования информации на неживых носителях, признание объективного, то есть, независимого от конкретных субъектов, существования информации, – по сути является смещением в сторону фундаментальных подходов, которые мы теперь и рассмотрим.

Фундаментальные подходы принципиально снимают часть упомянутых недостатков. Прежде всего, снимается проблема происхождения: информация представляется неотъемлемой частью природы, а не продуктом некоторого этапа ее развития. Нет и проблемы выделения подходящих носителей и создателей информации среди многообразия материальных объектов.

Главные проблемы фундаментального подхода:

- через какие общие свойства материи и как выразить сущность информации;
- какие процессы генерируют информацию.

Одним из первых и последовательных сторонников фундаментальности информации был создатель кибернетики Н. Винер, который писал, что «Информация – это информация, а не материя и не энергия». Теоретическим основанием для фундаментального подхода стали работы К. Шеннона, в которых количество информации определялось безотносительно к видам систем. Однако продуктивному использованию этого инструмента долгое время мешала неявная подмена понятий. При изложении этой теории слово «количество» для удобства часто опускается, и обсуждается просто «информация». Из-за этого нередко начинают думать, что сущность информации вытекает из формул Шеннона и сводится *исключительно* к ее количеству. Даже весьма уважаемые ученые не избежали этого заблуждения и пытались определить информацию как меру, в частности, меру разнообразия (У.Р. Эшби (6)) или неоднородности (В.М. Глушков (7)). Но количество – только одно из многих свойств информации и не определяет ее сущность, также как, высота не определяет сущность дома.

Поправляя заблуждение В.М. Глушкова, его последователи принимают за информацию не меру неоднородности, а саму неоднородность (И.М. Гуревич (8), К.К. Колин (1)). Некоторые другие авторы выдвигают на эту роль такие свойства материи, как изменения, форму. Форма сама является трудно определимым понятием, а неоднородность и изменения не

могут быть критерием информации, поскольку и противоположные им качества: однородность и неизменность, – тоже могут быть информацией. Скажем, неизменное положение стрелок на часах является информацией о поломке часов или исчерпании энергии, а однородная чернота ночного неба – о том, что оно покрыто облаками.

Достаточно широкое признание имеет утверждение, что информация – это результат выбора (Д.С. Чернавский (9)). Основанием для него явился вывод о появлении генетической информации в результате естественного отбора (Г. Кастлер (10)). Однако, во-первых, это утверждение не определяет сущность информации, то есть, не называет прямо, что же должно появиться в системе для снижения ее неопределенности, а лишь указывает на процесс, якобы, производящий информацию. Во-вторых, семантический анализ самого утверждения, анализ его оснований, а также многочисленные примеры показывают, что этот процесс назван неверно. Тем не менее, эта гипотеза является существенным шагом на пути к определению сущности информации, ибо тот же анализ показывает, что выбор является косвенной причиной появления информации. Остается немного – назвать прямую причину.

Эту причину подсказывает нам народная мудрость: «Все познается в сравнении». Удастся показать, что сравнение может производиться не только высокоразвитыми системами, а является частью любого взаимодействия. В результате сравнения определяются соотношения свойств объектов. Поэтому было предложено определение информации через соотношение свойств (В.В. Саночкин (11)). Это определение не противоречит здравому смыслу и теории К. Шеннона. Действительно, сравнение уменьшает неопределенность соотношений свойств и, тем самым, увеличивает количество информации. Определение соответствует указанному выше критерию, прямо называя, что в общем случае надо получить наблюдателю, чтобы у него уменьшилась неопределенность, – это ранее неизвестные ему соотношения свойств любых объектов. Удалось доказать, что любая информация может быть получена

путем сравнения и является соотношением свойств. На основании определений доказано также, что понятие «информация» эквивалентно понятию «структура», что дало повод назвать данный подход концепцией «Информация-структура» (12). Эту эквивалентность подтверждает, в частности, то, что присутствие структуры повышает определенность системы, по сравнению со случаем отсутствия структуры, и, значит, структура – это информация. Раньше не было повода заметить эквивалентность данных понятий из-за того, что они не были четко определены и употреблялись в разных контекстах. Благодаря этой эквивалентности появилась возможность представлять информацию, как часть структуры одной системы, воспроизведенную в другой системе, что делает обсуждение информационных процессов более наглядным и упрощает их понимание. Например, камень отпечатался в глине. Если мы забудем про камень, то его отпечаток – это часть структуры поверхности глины, а если вспомним, то это аналоговая информация о форме камня. Как видите, одно и то же мы называем то структурой, то информацией, и появилась эта информация в результате переноса части структуры с одного объекта на другой при их естественном взаимодействии.

Таким образом, мы получили ответы на два первых вопроса Л. Флориди (13): «*Что такое информация?*», и «*Какова динамика информации?*» или «*Как возможно чему-то переносить информацию о чем-то другом? Это возможно посредством передачи соотношений свойств или структуры, которыми и является информация.*»

Итак, фундаментальные подходы, в отличие от виталистических, демонстрируют явное продвижение к пониманию сущности информации. Последний из описанных подходов – концепция «Информация-структура» – полностью удовлетворяет критерию К. Шеннона и решает проблему определения информации. Убедимся, что на этой основе возможен общий подход к описанию различных свойств и проявлений информации, а также решение проблем, в том числе, не находящих решения при других подходах.

Понимание информации как структуры делает наглядным и несомненным ее существование на любых материальных носителях и объясняет ее передачу между носителями в процессе их взаимодействия, что иллюстрируется, в частности, упомянутым примером с отпечатком камня. Таким образом, основания фундаментального подхода получают наглядное подтверждение.

Предлагаемая концепция позволяет согласовать все упомянутые фундаментальные подходы между собой. Она показывает, что выбор является косвенной причиной появления информации, ибо прежде, чем сравнивать, надо выбрать объекты и время сравнения. Результат сравнения зависит от этого выбора. Именно поэтому представления об информации, как о результате выбора, бывают пригодными для решения некоторых задач, а если еще учесть опосредованность этого результата, то такой подход станет пригоден для любого случая. Подтверждается также, что неоднородность, как в прочем и однородность являются информацией, поскольку и та, и другая являются совокупностью соотношений свойств. Как видим, подходы, казавшиеся альтернативными, в принципе, не противоречат друг другу, и становится ясно, как надо поправить их для полной совместимости.

Основные трудности фундаментальных подходов связаны с описанием семантики информации, с описанием сложных информационных процессов, в частности, понимания и мышления. Покажем, что концепция «Информация-структура» в некотором приближении позволяет описывать эти процессы в структурных терминах без привлечения представлений о знаках.

Сначала опишем, как в первом приближении окружающий мир представлен в нашем мозге. Кстати, до появления данной концепции наука не имела на этот вопрос ясного ответа. Так вот, существующие вокруг нас структуры – соотношения свойств различных объектов, через влияние на соотношения свойств элементов передающих сред или систем воспринимаются нашими органами чувств, передаются в мозг и существуют

в нем в виде соотношений свойств нейронов или их систем, то есть, структур обусловленных внешними влияниями. Другими словами, на первом этапе структура внешнего мира представлена в мозгу информацией (структурой), полученной по причинно-следственным связям. Затем информация перерабатывается, но на всех этапах она существует в мозгу в виде соотношений свойств нейронных систем, в виде структуры.

Результатом мышления являются мозговые структуры, которые служат затем руководством к действиям субъекта и воплощаются в измененных структурах его окружения. Происходит как бы обратный процесс – реализация переработанной информации. При этом созданные мозгом структуры автоматически проверяются на адекватность объективной реальности, так как структуры, противоречащие ей, реализовать невозможно. Кроме того, реализация этих структур ведет к улучшению или ухудшению условий существования субъекта, и может приводить даже к его гибели. В результате включается естественный и искусственный отбор реализуемых структур (результатов мышления) – неудачные структуры либо гибнут вместе с субъектом, либо он вынужден отказываться от их применения, чтобы не ухудшать условий своего существования.

В процессе мышления важную роль играет понимание или установление смысла информации. Информация обретает смысл, когда она ассоциирована с некоторой системой. Эта ассоциация может быть объективной или субъективной. Ассоциация информации со своим носителем всегда объективна, так как соотношение свойств объективно в нем существует. В процессе создания и передачи, информация существует на разных носителях, обретая различные объективные смыслы в контексте каждого из них. Передаваемые соотношения свойств объективно связаны между собой причинно-следственными связями и, поэтому, являются информацией друг о друге, то есть, каждое обо всех связанных в цепочку носителях. Таким образом, из-за объективной ассоциации со всеми своими носителями, информация всегда многозначна. Например, объективными смыслами любой

информации, попавшей в мозг, являются соотношения свойств, как нейронных систем мозга, так и всех систем, передававших и создававших эту информацию. Наблюдателю приходится субъективно выбирать из всех объективных смыслов тот, который наиболее актуален в контексте его существования и, в частности, его текущей деятельности. Для этого ему нужно реконструировать цепь причинно-следственных связей и найти актуальный контекст информации. Это составляет часть процесса понимания, который устанавливает и классифицирует внешнюю причину (ситуацию), повлекшую изменения в мозге, и, главное, определяет реакцию на нее.

Распознавание ситуации в первом приближении можно представить, как сравнение принятой структуры, с уже имеющимися в памяти.

- Если соответствующая структура не находится, то это значит, что субъект попал в незнакомую ситуацию. Принятая информация при этом запоминается и становится новой структурой, которая будет использоваться для сравнения в будущем. Действия в незнакомой ситуации выбираются случайно из возможного репертуара и тоже запоминаются, образуя структуру действий в данной ситуации.

- Если совпадение нашлось, то действия выбираются из структуры ассоциированных с данной причиной действий или из незадействованного ранее возможного репертуара.

Структуры для распознавания ситуаций и выбора действий изначально наследуются, потом пополняются при обучении и в ходе самостоятельных действий. По каждому действию накапливается статистика его применения – улучшило оно положение субъекта или ухудшило. Так образуются структуры действий с положительным и отрицательным рейтингом их успешности в данной ситуации. Весь этот процесс можно описать, как положительную обратную связь по количеству информации. Грубо говоря, чем больше информации субъект понял, тем больше информации он может понять в дальнейшем. Эта обратная связь замыкается через действия субъекта, в ходе

которых проверяется верность понимания, в результате чего отбирается и накапливается проверенная информация, то есть знания. Некоторые детали этих процессов в терминах структуры мозга описаны Г.С. Воронковым (14). Поскольку структура – это информация, то описанные здесь процессы являются информационными. Вообще, информационные процессы составляют основу развития, и, в частности, понимание составляет основу развития личности.

Подробности механизмов понимания и мышления пока неясны ни в одном из подходов – это тема будущих исследований. Однако перспективы прояснения этих механизмов разными подходами различны и, на мой взгляд, могут быть спрогнозированы уже сейчас. К указанным выше недостаткам виталистических подходов теперь можно подойти на новой основе. Поскольку информация – это структура, то она определяет возможные функции. Например, невозможно выполнять функцию учителя, не обладая информацией о предмете обучения. То есть, функции надстраиваются над информацией, а не наоборот, как утверждают «функционалисты». Может ли быть перспективным подход, который с самого начала путает причину и следствие?

Предлагаемый подход позволяет более обоснованно устанавливать связи между информационными терминами, например, выявляя искусственность цепочек превращений типа: сигнал – образ – информация – знания (В.И. Бодякин (4)). В подобных цепочках часто фигурирует также слово «данные». По критерию Шеннона и данные, и сигнал, и образ, и знания являются информацией. Термин «информация» объединяет все эти разновидности информации и не может стоять с ними в одном ряду. Как связаны эти разновидности? Сигнал – это информация о критичных изменениях, требующая запуска некоего процесса реакции. Образ – это часть структуры системы-прообраза, существующая в другой системе. Знания – это информация, проверенная действиями; их применение дает известный

результат. Данные – это информация, данная на некоторый момент. Данными могут быть и сигнал, и образ, и знания.

Наличие разных наук об информации обусловлено спецификой ее существования и использования в различных видах систем, например: в компьютере, в клетке (геном), в мозге, в социуме. Также имеется специфика фундаментального и прикладного аспектов рассмотрения информации, специфика различных этапов ее обработки: передачи, хранения, понимания, проверки. Однако в (11, 12) даны доказательства, что во всех случаях информация является соотношениями свойств (структурой). Это создает основу для объединения наук. В частности, науки о знаковых системах вполне совместимы с фундаментальным подходом, если, согласно изложенному, принять, что аналоговая информация существует и распространяется в природе объективно и лишь на некотором этапе переводится в субъективную символьную форму. Эта форма появилась в ходе эволюции, потому что обладает рядом преимуществ, в частности, лучшей защищенностью. В этой форме информация может обрабатываться, храниться и, если надо, опять переводиться в аналоговую форму. Главное, что суть информации от формы представления не зависит – символами обозначают все те же структуры или соотношения свойств некоторых объектов.

Предлагаемый подход позволяет объединить на общей основе не только науки об информации, но и все другие науки и практики, поскольку все они используют и/или добывают, и/или создают, и/или изучают информацию. Информация играет важнейшую роль в развитии природы и ее подсистем, включая неживые, биологические, социальные и искусственные. На основе данного подхода уже начато изучение общих свойств и закономерностей развития (12, 15, 16). Полученные знания могут стать основанием для нарождающейся общей теории развития, которая в будущем может стать важной частью философии.

Выводы

Показано, что в основании виталистических подходов к пониманию сущности информации лежат искусственные и неясные ограничения, которые затрудняют развитие этих подходов и объединение наук на их основе. Устранение недостатков этих подходов является движением в сторону фундаментальных подходов, которые при некоторой их коррекции согласуются между собой. Поэтому предпочтительнее выглядят фундаментальные подходы, а среди них – концепция «Информация-структура», позволяющая объединить на общей основе, как сами эти подходы, так и здравые идеи, возникшие вне их, в частности, науки о знаковых системах. Найденное в рамках этой концепции определение информации позволяет с единых позиций обсуждать процессы обработки информации в живых и неживых системах, включая понимание, мышление и их связь с реальностью.

Литература

1. Колин К.К. Философские проблемы информатики. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 264 с.
2. Сукиасян Э. Р. Информатика в Библиотечно-библиографической классификации. Доклад на 4-м заседании семинара «Методологические проблемы наук об информации». 3 ноября 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.old.inion.ru/news/podrob.php?151.txt>
3. Черный Ю. Ю. Многоликая информатика. Доклад на методологическом семинаре «Проблемы информации, информатики и искусственного интеллекта», Новосибирск, 25 февраля 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iis.nsk.su/news/events/20110225_seminar
4. Информационный подход в междисциплинарной перспективе. Материалы «круглого стола» в журнале «Вопросы философии» 04.03.2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=103

5. Зверев Г.Н. О термине «информация» и месте теоретической информатики в структуре современной науки // Открытое образование. – 2010. – № 2, (79). – С. 48-62.

6. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. Пер. с англ. – М.: Иностранная литература, 1959. – 432 с.

7. Глушков В.М. О кибернетике как науке // Кибернетика, мышление, жизнь. – М., 1964. – С. 53.

8. Гуревич И. М. Законы информатики – основа строения и познания сложных систем. – М.: РИФ «Антиква», 2003. – 176 с.

9. Чернавский Д.С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // УФН. – 2000, т. 170 (№ 2). – С. 157-183; Он же. Синергетика и информация (динамическая теория информации). Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

10. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. – М.: Мир, 1967.

11. Саночкин В.В. Что такое информация // Философские исследования/ - 2001. – №3. – С. 129-141; Он же. Что такое информация. Ч. 1 // Эволюция. – 2005. – №2. – С. 110-113; Он же. Что такое информация. Ч. 21 // Эволюция. – 2006. - № 3. – С. 125-129; Он же. Информация – фундаментальная категория (концепция «Информация-структура») // WCP2008.

12. Саночкин В. В. Природа информации и развития. – М., 2004. – 76 с.

13. Хлебников Г.В. Философия информации (Н. Винер, Л. Флориди, Т. Байнам). Аналитический обзор // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 3, Философия: РЖ / РАН. ИНИОН. Центр. гуманит. науч.-информ. исслед. Отд. философии. – М., 2011. – № 2. – С. 5-48.

14. Воронков Г.С. Мозг и информация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://neurobiology.ru/old/voronkov_doclad.html

15. Саночкин В.В. Универсальная причина развития // Философские исследования. – 2001. – № 3. – С. 198-203; Он же. Почему и как развивается

природа // Эволюция. – 2008. – № 4. – С. 7-12; Он же. Структурная неустойчивость природы // Эволюция. – 2009. – № 6. – С. 4-8.

16. Ганжа А.Г., Саночкин В.В. Учение Дарвина – основа общей теории развития // Эволюция. – 2008. – № 4. – С. 12-14.