

# Сжатие информации “Разумом” в процессе познания Вселенной

И. М. Гуревич

Институт проблем информатики, Москва

*Наиболее необъяснимое во Вселенной — это то, что она объяснима.*

*А. Эйнштейн*

В работе предложен метод оценки степени сжатия информации “Разумом” в процессе познания Вселенной, основанный на использовании законов информатики и теории сложности, и показано, что Вселенная эффективно познаваема.

**DATA COMPRESSION BY “INTELLIGENCE” IN THE PROCESS OF COGNITION OF THE UNIVERSE, by I.M.Gurevich.** The paper proposes a method to estimate an information compression rate by “intelligence” in the process of cognition of the Universe based on usage of laws of informatics and the complexity theory. It is shown that the Universe is effectively cognizable.

## 1. Введение

До сих пор обсуждение вопросов познаваемости такой сложной системы, как природа (вселенная, мир) **проводилось на качественном — философском уровне.** Законы информатики дают возможность при исследованиях проблем познаваемости сложных систем, в том числе вопросов познаваемости Вселенной (здесь и далее имеется в виду ее наблюдаемая часть), **использовать количественные оценки.** Как будет показано далее, при определенном соотношении разнообразия сложной системы (объекта) и наблюдателя (субъекта), а также сжатия информации наблюдателем, сложные системы с конечной информацией, в том числе Вселенная, познаваемы, более того, эффективно познаваемы.

## 2. Современные представления о познаваемости

“Научное познание понимается как “диалог” познающего субъекта с Миром (субъекта — не в смысле отдельной личности, а обобщенно). В Мире существуют объекты, характеризующиеся присущими им свойствами и законами, и мы (как Колумбы) открываем эти свойства и законы, вступая с изучаемыми объектами во взаимодействие — диалог, позволяющий нам уточнять и корректировать свое

знание. Эта диалогическая концепция в общем-то является стандартной моделью науки” (Илларионов, 2002).

Э. Шредингер (2001) проанализировал эволюцию взглядов на познаваемость природы. Впервые поиск ответа на этот вопрос начали древние греки. Они пришли к выводу, что природа познаваема. “Весь наш современный образ мышления основан на мышлении греков; поэтому это есть нечто особенное, нечто выросшее исторически на протяжении многих веков; не общий, а единственно возможный способ размышления о природе. Каковы своеобразные особые черты нашей научной картины мира? Относительно одной из этих основных особенностей не может возникнуть сомнений. Это гипотеза о том, что *проявление Природы может быть понято...*”

Великое открытие Дэвидом Юмом того, что зависимость между причиной и следствием не поддается непосредственному наблюдению и не образует ничего, кроме постоянной последовательности, является фундаментальным эпистемологическим открытием. Эта точка зрения, в более сложной форме философского позитивизма, была с энтузиазмом принята современными физиками. Все же даже с позитивистской точки зрения не следует, я полагаю, заявлять, что наука не выражает понимания. Ибо даже если бы оказалось верным (как

они утверждают) то, что в принципе, мы только наблюдаем и записываем факты, а также приводим их к удобной мнемонической систематизации, все же существуют реальные зависимости между нашими открытиями в различных, далеко отстоящих друг от друга областях знания, и, с другой стороны, между ними и большинством фундаментальных общих понятий; зависимости такие поразительные и интересные, что для нашего окончательного осознания и запоминания их термин “понимание” представляется очень подходящим...

Существует вторая особенность, которая проявляется намного менее ясно и открыто, но имеет такое же фундаментальное значение. Оно заключается в том, что наука в своей попытке описать и понять природу упрощает эту очень трудную задачу. Ученый подсознательно, почти неумышленно, упрощает свою задачу понимания Природы, исключая из рассмотрения, или вырезая из картины, которую следует построить, себя, свою собственную личность, субъект познания”.

А. Эйнштейн (1952) отмечает чудо существенной упорядоченности объективного мира: “Вы находите удивительным, что я говорю о познаваемости мира (в той мере, в какой мы имеем право говорить о таковой) как о чуде или о вечной загадке. Ну что же, априори, следует ожидать хаотического мира, который невозможно познать с помощью мышления. Можно (или должно) было бы лишь ожидать, что этот мир лишь в той мере подчинен закону, в какой мы можем упорядочить его своим разумом. Это было бы упорядочение, подобное алфавитному упорядочению слов какого-нибудь языка. Напротив, упорядочение, вносимое, например, ньютоновской теорией гравитации, носит совсем иной характер. Хотя аксиомы этой теории и созданы человеком, успех этого предприятия предполагает существенную упорядоченность объективного мира, ожидать которую априори у нас нет никаких оснований. В этом и состоит “чудо”, и чем дальше развиваются наши знания, тем волшебнее оно становится. Позитивисты и профессиональные атеисты видят в этом уязвимое место, ибо они чувствуют себя счастливыми от сознания, что им не только удалось с успехом изгнать бога из этого мира, но и “лишить этот мир чудес”. Любопытно, что мы должны довольствоваться признанием “чуда”, ибо законных путей, чтобы выйти из положения, у нас нет”.

Ж. Леметр: “Научный прогресс — это открытие все более всеобъемлющей простоты. ...Предыдущий успех дает нам уверенность в будущем науки: мы все более и более осознаем тот факт, что вселенная познаваема. ...Я надеюсь, что показал, что вселенная — не за пределами человеческих возможностей. ...Вселенная не слишком вели-

ка для человека; она не превосходит ни возможностей человека, ни способностей человеческого духа” (Ефремов, 1999; Godart, Heller, 1985).

Существующие формы и этапы познания обсуждает И.В. Прангишвили (2003): “. . .Могущество всеобщих законов и закономерностей природы действительно может создать впечатление присутствия творца. . . Человечество наблюдало три этапа изучения природы и состояния науки: *первый этап* — это древние и средние века, когда превалировало относительно *нерасчлененное* состояние науки; *второй этап* — это этап дифференциации науки, резко проявившийся в период от эпохи Возрождения до начала XIX в. и в определенной степени продолжающийся и сегодня; *третий этап* — это *интеграция науки*, которая наблюдается сейчас и будет продолжаться дальше.

В основе научных знаний, как известно, лежат исходные положения, *новые явления, законы и закономерности*. Под научной деятельностью понимается как деятельность по получению нового знания, так и по его применению.

*Законы и закономерности природы являются объективными, независимыми от нас именно потому, что они совершенно не зависят от желания, воли и сознания людей*. Их нельзя отменить, запретить, заменить. Все, что происходит в материальном мире, может осуществляться только материальным и никаким другим законом и закономерностью.

Сегодня выработано современное научное мировоззрение и различные точки зрения по проблеме сотворения мира, живой и неживой природы. Используются различные методологические подходы к осмыслению эволюции мира, например редуccionизм, эволюционизм, холизм и др.”.

Н.С. Кардашев считает, что нашими соседями могут быть сверхцивилизации 6–8-миллиардного возраста. В своей работе (Кардашев, 1997) он пишет: “Анализ имеющейся в настоящее время астрономической информации указывает на возможное существование среди внегалактических объектов сверхцивилизаций со временем технологического развития 6–8 млрд лет, значительно превышающего земной возраст. Возраст диска нашей Галактики превышает 9.5 млрд лет, судя по наблюдениям старейших белых карликов, и около 13–1.4 млрд лет, судя по изотопному составу частиц внутри некоторых метеоритов. Это значит, что в нашей Галактике могут существовать цивилизации, которые на 6–8 млрд лет старше земной. При такой большой разнице в возрасте кажется несомненным, что все звезды в нашей Галактике были изучены ими давным-давно и о нашем существовании в Солнечной системе им хорошо известно. Новая астрономическая информация придает особое зна-

чение фундаментальному вопросу, вкратце сформулированному еще в 1950 году Э. Ферми: “Где же они все?”. Это — величайшая загадка природы, и мы должны проводить исследования в разных направлениях, если желаем попытаться разгадать ее”.

В.М. Липунов (1995), не сомневаясь в познаваемости Вселенной, считая, что познание Вселенной земной цивилизацией почти завершено, также обсуждает вопрос — почему мы не наблюдаем космический сверхразум? “Молчание Вселенной можно объяснить, предположив, что технологические сверхцивилизации попросту не возникают. Почему? Возможны два ответа: из-за потери интереса к технологическому развитию или гибели. Шкловский выбирает, и, замечу, не без оснований (ведь пока не видно и конца технологического развитию), второй вариант. Но тогда разум — это всего лишь неудачное изобретение природы, тупиковая ветвь. Какова конкретная причина гибели? Атомная война, экологическая катастрофа? Вряд ли. Ясно, что при всем возможном многообразии “местных” условий и специфик, гибель разных цивилизаций должна происходить по одной универсальной причине. По какой? Универсальная причина гибели Разума во Вселенной может быть связана с потерей его основной функции — **функции познания...**

Погибнуть можно от атомной или биологической бомбы. Но все это — детские игрушки по сравнению с тем, что могла бы придумать цивилизация, опережающая нас лет на двести. Уже сейчас, в рамках открытых законов природы, можно представить столь мощное оружие, последствия применения которого носили бы галактические масштабы. Такая братоубийственная война вполне сошла бы за космическое чудо. А чудес нет!

Силы, препятствующие развитию разума, должны иметь совсем иную природу. И они, конечно же, должны носить универсальный, не зависящий от конкретных условий, характер”.

К.А. Валиев считает, что информационные ресурсы природы уже практически исчерпаны (Валиев, 2000). “Второе соображение, на которое я хочу обратить ваше внимание, связано со скоростью постижения мира, которую мы набрали в уходящем веке. Я прожил пятьдесят сознательных лет в науке. На мой взгляд, мы слишком торопимся взять от природы то, что она может нам дать. Вот сегодня мы близки к исчерпанию атома (Ленин насчет неисчерпаемости атома и электрона, я думаю, ошибался). Мы поняли, как он устроен, даже научились на нем считать. Я думаю, и мое мнение разделяют многие коллеги, что мы близки к исчерпанию информационного ресурса природы в целом. Вот недавно наш друг, известный ученый

Жорес Алферов, посетовал, что в следующем веке настоящих сенсаций от науки ждать не придется, так, деталями останется заниматься. А попробуйте помыслить тысячелетними масштабами, и вам станет ясно, что работы у наших потомков уже не будет”.

Один из разработчиков теории суперсимметрии — теории “всего” — Брайан Грин считает, что обнаружение пределов познания будет совершенно неожиданным. “Объяснение всего — даже в ограниченном смысле понимания всех сторон взаимодействий и элементарных составляющих Вселенной — есть одна из величайших задач, с которыми когда-либо сталкивалась наука... Удивление нашей способностью понимания Вселенной в целом легко улетучивается в век быстрого и впечатляющего прогресса. Возможно, однако, что существует предел познания... Однако столкновение с абсолютным пределом научных объяснений, а не с техническим препятствием или с текущими границами человеческого понимания, которые постепенно расширяются, будут шоком, к которому опыт прошлого не может нас подготовить” (Грин, 2004).

Таковы современные взгляды на познаваемость мира. В последующих разделах на основе законов информатики и теории сложности будут изложены идеи количественной оценки познаваемости сложных систем.

### 3. Свойство познаваемости сложной системы

Самыми общими, фундаментальными свойствами сложных систем являются свойства существования, развития и познаваемости (Гуревич, 2003; 2004).

Рассмотрение, изучение, анализ, систематизация сложных систем возможны только в том случае, если они существуют определенный период времени; конструирование, синтез, создание систем имеют смысл, когда предполагается или требуется их существование на определенном интервале времени. Свойство существования предшествует всем остальным свойствам систем, так как, не обладая свойством существования, система не может иметь никаких других свойств.

Самодвижение природы отражается в движении и изменении сложных систем, обуславливая наличие у них свойства развития, поскольку системы не являются неподвижными формированиями и не могут существовать в застывшем виде. Существование сложных систем невозможно в отрыве от их развития.

Свойство познаваемости сложной системы означает наличие следующих возможностей:

— описание, построение моделей, теоретические исследования сложной системы;

— измерение параметров, характеристик сложной системы;

— понимание и объяснение существования, строения, функционирования, развития сложной системы.

Свойство познаваемости сложной системы в широком смысле означает, наряду с вышеперечисленными, наличие следующих дополнительных возможностей:

— создание, конструирование сложной системы;

— управление сложной системой.

#### 4. Непознаваемость систем с бесконечной информацией

Здесь и далее объем информации, разнообразие, сложность систем измеряется либо длиной самого короткого описания (Колмогоров, 1965; Chaitin, 1970), либо информационной энтропией (Шеннон, 1963).

Можно привести логические и численные основания невозможности познания систем с бесконечной информацией. “Гедель показал, что если установить правила вывода и любое конечное число аксиом, то существуют имеющие смысл утверждения, которые нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Существуют истинные свойства целых чисел, которые невозможно вывести из аксиом. И если принять любое такое свойство в качестве новой аксиомы, то останутся другие недоказуемые свойства. Теперь нам известно, что набор всех свойств целых чисел (т.е. набор всех истинных утверждений о них) не имеет конечного базиса ... Множество целых чисел, иррациональное число, арифметика — примеры математических объектов, систем с бесконечной информацией. Из теоремы Геделя следует, что системы, содержащие бесконечное количество информации не могут быть познаны. Всегда останутся неизвестными их определенные свойства. Последних всегда будет больше, чем тех, которые мы знаем” (Рюэль, 2001). Более того, как показано в работе Г. Чайтина (1974), в системах с бесконечной информацией невозможно оценить саму сложность систем.

Не менее убедительны и простые количественные оценки. Прямой расчет свидетельствует о невозможности познания цивилизацией систем, содержащих бесконечную информацию. Конечный объем памяти, ограниченная пропускная способность каналов связи и ограниченная производительность субъектов познания — людей и компьютеров — свидетельствуют о невозможности познания

(запоминания, передачи, обработки) за произвольный конечный промежуток времени бесконечного объема информации. Закон необходимого разнообразия Эшби (Гуревич, 2003; 2004) требует, чтобы разнообразие наблюдателя было не меньше разнообразия познаваемой системы. В случае системы с бесконечной информацией и наблюдателя, располагающего конечной информацией, познание системы в полном объеме невозможно. Наблюдатель может познать часть системы, обладающую разнообразием, не превосходящим разнообразие наблюдателя.

Уже цитируемый В.М. Липунов считает, что феномен познания требует для объяснения существования Бога. “Ведь “сложность” — в первую очередь характеристика качественная, а не количественная. Бесконечно сложный объект должен состоять из бесконечно сложных, качественно различных частей и не обязательно совместимых. Мир, а точнее система знаний о мире — это не матрешка. Познав часть такого непростого объекта, мы не можем быть уверены в том, что наши знания впишутся в последующую систему знаний подобно тому, как маленькая матрешка входит в большую. Скорее всего, познание должно быть весьма нелинейным процессом. Экстремальным (но вовсе не частным) случаем могла бы быть столь сильная нелинейность, что познание какой-либо части вообще невозможно без знания полной картины. Другими словами, бесконечно сложный объект непознаваем в принципе. Разум не мог бы возникнуть в бесконечно сложной Вселенной!

Высказанный выше негативный тезис о несоответствии последовательно познаваемых частей находится в вопиющем противоречии со всем нашим опытом. Весь наш опыт кричит о том, что наш мир — матрешка. Например, механика Ньютона стала частью специальной теории относительности Эйнштейна, которая, в свою очередь, стала частью общей теории относительности. Это то, что называется “принципом соответствия Бора”.

Как же снять очевидное противоречие? Есть два выхода: либо мы неправильно представляем себе бесконечно сложный объект, либо **окружающий мир не бесконечно сложен**. Выбрать правильный ответ можно только опираясь на наблюдаемые факты... Вспомним: разум, лишенный пищи, погибает. Все становится на свои места. Экспериментально доказанное отсутствие сверхцивилизаций свидетельствует о том, что **наша Вселенная слишком проста для разума**. Быстро (за несколько тысяч лет) познав ее законы, разумная жизнь исчерпывает все возможности своих применений и исчезает. Парадоксально, но факт: разум возникает и погибает по одной и той же при-

чине — по причине простоты устройства нашего мира. Нельзя одновременно признать бесконечную сложность мира и успешную его познаваемость (т. е. фактически само существование разума в бесконечно сложном мире) и не признать при этом существование *Сверхразума* — *научно открываемого Бога*”. Что есть научно открываемый Бог, или Сверхразум, и что есть будущая наука о бесконечно сложном Мире? Может ли вообще человеческий разум создать хотя бы примитивную модель, теорию, концепцию бесконечно сложного, непознаваемого по частям объекта? В рамках современной науки — вряд ли. Ведь она вся изначально построена на атомарной, матрешечной логике, на признании линейного мира, которая только одна и может предполагать существование независимых, исчисляемых элементов. Сам математический аппарат, с которым имеет дело современная физика, основан изначально на цифровом пастушьем опыте чисел — стадо баранов может быть расчленено на отдельные особи и посчитано. (Приходится только опять удивиться, как при этом мелком багаже науке удалось проникнуть в глубинные тайны Вселенной и атомов?) В нем, классическом научном методе, изначально заложен прогрессистский подход от простого к сложному. В этом и состоит смысл современной науки — “объяснить”. Но в человеческом лексиконе есть еще два важных слова — “понять” и “поверить”. Одно из них принадлежит, скорее, искусству, и особенно литературе (она, как и наука, использует язык слов), а другое — религии. Но как совместить это все вместе, каким образом можно придать, например, формальным математическим высказываниям этическую окраску? И как наш научно открываемый Бог, к которому неизбежно пришла современная простая наука, соотносится с Богом религиозным?” (Липунов, 1995).

## 5. Познаваемость систем с конечной информацией

Системы с конечной информацией представляют собой класс систем, существенно отличающихся от систем с бесконечной информацией.

Возможны два варианта познания систем с конечной информацией:

наблюдатель находится вне системы (внешний субъект познания, наблюдатель);

наблюдатель находится внутри системы (внутренний субъект познания, внутренний наблюдатель).

В последнем случае можно говорить о самопознании системы.

### Определение 1.

Система познаваема внешним наблюдателем, если внешний наблюдатель в состоянии отобразить всю информацию, содержащуюся в системе.

### Определение 2.

Наблюдаемая часть системы познаваема внутренним наблюдателем, если наблюдатель в состоянии отобразить всю информацию, содержащуюся в наблюдаемой части системы.

### Определение 3.

Система познаваема внутренним наблюдателем, если наблюдатель в состоянии отобразить всю информацию, содержащуюся в системе, включая информацию о себе.

Определенная таким образом познаваемость сложных систем основывается прежде всего на возможности “копирования”, отображения, запоминания наблюдателем разнообразия системы. Наука познает природу гораздо эффективнее, отображая упорядоченное разнообразие природы в виде законов природы, существенно сжимающих информацию об объектах, взаимосвязях, явлениях и процессах.

Возможность познания систем с конечной информацией определяет закон необходимого разнообразия Эшби.

### Утверждение 1.

Познание системы с конечной информацией внешним наблюдателем возможно тогда и только тогда, когда разнообразие внешнего наблюдателя превосходит разнообразие наблюдаемой системы —  $R_s < R_{oo}$ , где  $R_s$  — разнообразие наблюдаемой системы;  $R_{oo}$  — разнообразие внешнего наблюдателя.

### Утверждение 2.

Познание наблюдаемой части системы с конечной информацией внутренним наблюдателем возможно тогда и только тогда, когда разнообразие внутреннего наблюдателя превосходит разнообразие наблюдаемой части системы, —  $R_{os} < R_{oi}$ , где  $R_{os}$  — разнообразие наблюдаемой части системы;  $R_{oi}$  — разнообразие внутреннего наблюдателя.

Поскольку внутренний наблюдатель также является частью системы, то разнообразие внутреннего наблюдателя плюс разнообразие наблюдаемой части системы не может быть больше разнообразия всей системы (предполагаем, что разнообразие аддитивно)  $R_{os} + R_{oi} \leq R_s$ .

Для дальнейшего исследования познаваемости сложных систем используем идею Р.Соломонова (1964) и Г.Чайтина (1974). “Ученый ищет теорию, которая согласуется со всеми его наблюдениями. Мы полагаем, что его наблюдения представлены двоичной последовательностью, а теория является программой, которая вычисляет эту последовательность. Если программа имеет то же самое число битов, что и наблюдения, то она бесполезна.

Если последовательность наблюдений описывается теорией, которая является программой, длина которой совпадает с последовательностью наблюдений, тогда наблюдения случайны, и их нельзя ни описать, ни предсказывать. Они — то, чем они являются, и это — все; ученый не может иметь теории в надлежащем смысле этого понятия; он может только показать кому-то еще, что он наблюдал и сказать, что “это было это”. Результат научной теории в том, что она позволяет сжать многие наблюдения в несколько теоретических гипотез. Теория возможна только тогда, когда последовательность наблюдений не случайна, то есть когда ее сложность — заметно меньше, чем ее длина в битах. В этом случае ученый может сообщить о своих наблюдениях коллеге способом, намного более экономичным, чем только передавая собственно наблюдения. Он делает это, посылая коллеге программу, которая является его теорией, и эта программа должна иметь много меньше битов, чем первоначальная последовательность наблюдений”.

#### Определение 4.

Система с конечной информацией эффективно познаваема, если информация, содержащаяся в ней, может быть представлена в существенно сжатом виде.

Введем понятие “непосредственного описания системы”. Разделим систему на микроскопические части (ячейки, клетки)  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Опишем состояние каждой части системы

$$x_i = (\alpha_i, \beta_i, \dots, \gamma_i) = (\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \dots, \alpha_{n_{\alpha}i}; \beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{n_{\beta}i}; \dots; \gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \dots, \gamma_{n_{\gamma}i}).$$

Здесь  $\alpha_i = (\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \dots, \alpha_{n_{\alpha}i})$  — вектор, описывающий состояния параметра  $\alpha$ , от которого зависит состояние части  $x_i$ ;

$\beta_i = (\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{n_{\beta}i})$  — вектор, описывающий состояния параметра  $\beta$ , от которого зависит состояние части  $x_i$ ;

.....  
 $\gamma_i = (\gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \dots, \gamma_{n_{\gamma}i})$  — вектор, описывающий состояния параметра  $\gamma$ , от которого зависит состояние части  $x_i$ ;

Тогда под непосредственным описанием системы будем понимать запись

$$\begin{aligned} (x_1, x_2, \dots, x_N) &= ((\alpha_1, \beta_1, \dots, \gamma_1), (\alpha_2, \beta_2, \dots, \gamma_2), \dots, (\alpha_N, \beta_N, \dots, \gamma_N)) = \\ &= (((\alpha_{11}, \alpha_{21}, \dots, \alpha_{n_{\alpha}1}), (\beta_{11}, \beta_{21}, \dots, \beta_{n_{\beta}1}), \dots, \\ &(\gamma_{11}, \gamma_{21}, \dots, \gamma_{n_{\gamma}1}); \\ &((\alpha_{12}, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\alpha}2}), (\beta_{12}, \beta_{22}, \dots, \beta_{n_{\beta}2}), \dots, \\ &(\gamma_{12}, \gamma_{22}, \dots, \gamma_{n_{\gamma}2}); \dots; \\ &((\alpha_{1N}, \alpha_{2N}, \dots, \alpha_{n_{\alpha}N}), (\beta_{1N}, \beta_{2N}, \dots, \beta_{n_{\beta}N}), \\ &\dots, (\gamma_{1N}, \gamma_{2N}, \dots, \gamma_{n_{\gamma}N}))). \end{aligned}$$

Без ограничения общности будем считать, что запись производится в двоичных единицах.

Длина непосредственного описания системы равна длине записи  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$  —  $L(x_1, x_2,$

$\dots, x_N)$ .

Сложность непосредственного описания системы по определению равна длине непосредственного описания — длине записи в двоичных единицах.

Ясно, что в ряде случаев систему можно описать короче. Нетрудно доказать (перебором) существование самого короткого описания системы с конечной информацией. Его длину обозначим  $L_{min}$ .

Введем обозначение для сравнения существенно (на много порядков) отличающихся величин —  $a \ll b$ , если  $a \approx 10^n b$  и  $n \gg 1$ .

Теперь можно уточнить формальное определение эффективно познаваемой системы.

#### Определение 5.

Система эффективно познаваема, если длина самого короткого описания существенно меньше ее непосредственного описания  $L_{min} \ll L$ .

В противном случае система может быть непознаваемой либо непознаваемой эффективно.

Пусть  $k$  — коэффициент сжатия разнообразия (информации) в процессе познания.

#### Утверждение 3.

Система с конечной информацией эффективно познаваема внутренним наблюдателем, если коэффициент сжатия разнообразия не меньше величины  $k = (R_{os} + R_{oi})/R_{oi}$ .

Докажем это утверждение.

Сжатое разнообразие системы с конечной информацией (сжатое разнообразие наблюдаемой части системы и сжатое разнообразие наблюдателя) должно сконцентрироваться (поместиться, отобразиться) в разнообразии наблюдателя  $(R_{os} + R_{oi})/k \leq R_{oi}$ .

Следовательно, коэффициент сжатия разнообразия (информации) при познании системы с конечной информацией должен удовлетворять соотношению  $k \geq (R_{os} + R_{oi})/R_{oi}$ .

## 6. Особенности субъекта познания

### 6.1. Субъект познания

Субъект познания (наблюдатель) — система, осуществляющая познание сложной системы (объекта познания). Субъект познания может быть как системой независимой, внешней по отношению к объекту познания, так и частью познаваемой системы (объекта познания).

Если объектом познания является Вселенная, то субъект познания, по сути, является частью объекта познания — частью Вселенной.

Субъект познания, в общем случае, это “Разум”, непосредственно осуществляющий познание,

и среда обитания “Разума”, обеспечивающая возникновение, существование и развитие “Разума”.

Субъект познания, в случае земной цивилизации, — это вся цивилизация вместе с природными ресурсами солнечной системы, обеспечивающими ее возникновение, существование и развитие.

## 6.2. Состав субъекта познания

К нему относятся:

### 1. “Разум”:

- Мыслящие существа — люди, составляющие естественный разум.

- Компьютеры, приборы, устройства, составляющие искусственный разум.

- Библиотеки, хранилища знаний, обеспечивающие хранение методов и результатов познания.

### 2. Среда обитания “Разума”:

- Солнечная система, по-видимому, необходимая и достаточная для возникновения, существования и развития субъекта познания.

- Земля — место возникновения, первоначального существования и первоначального развития “Разума”.

- Экономика, промышленность, обеспечивающие существование и развитие “Разума”.

- Система образования, наука, культура, в целом обеспечивающие существование и развитие “Разума”.

### 3. Технологические функции “Разума”:

- Поиск, выделение, фиксация информации.
- Сравнение, различение, отождествление информации.

- Группирование, обобщение информации.

- Сжатие информации.

## 6.3. Свойства субъекта познания

Субъект познания должен обеспечивать получение, сжатие информации о познаваемом объекте, хранение сжатого разнообразия познаваемого объекта определенное время.

Субъект познания должен обеспечивать синхронизацию знаний.

Субъект познания должен быть компактным.

Части субъекта познания не должны двигаться с большой скоростью относительно друг друга.

Субъект познания должен быть классическим (не квантовым) объектом, т.е. обладать значительной массой и очевидными свойствами — детерминированностью, воспроизводимостью, возможностью копирования и получения хранимой информации для обработки.

Субъект познания не должен обладать чрезмерной массой, которая может превратить его в нейтронную звезду или черную дыру.

Субъект познания должен обладать “врожденной” классической логикой и соответствующим классической логике классическим (Колмогоровским) исчислением вероятностей.

Субъект познания должен обладать способностью открывать математические истины и сжимать информацию.

Субъект познания должен обладать памятью и быть в состоянии выполнять вычисления.

Разнообразие субъекта познания должно превосходить сжатое разнообразие познаваемого объекта.

## 6.4. Математика — неотъемлемая часть “Разума”

Обсуждение роли математики в процессе познания основано на вопросах-идеях А.Д.Панова. Математические объекты, операции над ними, утверждения об отношениях между математическими объектами, по-видимому, существовали до их открытия кем-либо. По-видимому, математическая истина существует всегда.

Вся математика, включая ее неоткрытые части, является сложной системой. Причем системой неразвивающейся, содержащей в любой момент времени одну и ту же совокупность сведений. В отличие от развивающейся Вселенной.

Математика является частью Вселенной — постоянной частью, неизменной частью. Математика является обязательным инструментом субъекта познания, неотъемлемой частью “Разума”. Возможности субъекта познания по познанию Вселенной расширяются по мере открытия им новых математических истин.

По-видимому, овладение математикой является необходимым условием существования субъекта познания, его свойством, особенностью. Математика — это инструмент эффективного познания.

Критерием для отнесения некоторого субъекта к “Разуму” можно считать овладение им математическими истинами и умением их использовать.

## 6.5. Диаметр субъекта познания

Свойство синхронизации знаний накладывает ограничение на диаметр субъекта познания  $d$ , который не должен превышать величины  $d^* = c\tau$ , где  $c$  — скорость света;  $\tau = 1/\lambda$  — среднее время между внесениями изменений (научных открытий) в систему знаний субъекта познания (синхронизация изменений);  $\lambda$  — интенсивность внесения

изменений в систему знаний субъекта познания. В настоящее время  $\lambda \gg 10$  в год и  $\tau \ll 1$  месяц.

В общем случае диаметр субъекта познания не может превышать светового года. Поскольку расстояние от Земли до ближайшей звезды  $\alpha$  Cen 4.3 световых года, то диаметр субъекта познания — современной цивилизации — ограничен диаметром солнечной системы (около 10 световых часов).

### 6.6. Классичность субъекта познания

Классичность субъекта познания (при возможности использования им квантовых вычислений) представляется основным условием возможности и эффективности познания.

Дело в том, что *классические объекты и системы самодостаточны* — они могут описывать, моделировать себя, себе подобных, управлять собою, “жить” в своем мире. При этом они могут использовать и другие возможности, в частности, квантовые компьютеры.

Квантовые объекты для описания, моделирования, измерения, управления, “жизни” требуют классических объектов — классической логики, классической информации.

## 7. О познаваемости Вселенной

### 7.1. Почему Вселенная познаваема?

Как в свое время сказал А. Эйнштейн: “Наиболее необъяснимое во Вселенной — это то, что она объяснима” (Hoffman, Dukas, 1972).

Как уже отмечалось, В.М. Липунов для объяснения познаваемости Вселенной считает необходимым привлечение Бога. Он использует следующую схему рассуждений:

1. Вселенная бесконечно сложна.
2. Вселенная познаваема.
3. В бесконечно сложной системе не мог возникнуть Разум.
4. Следовательно, для объяснения познаваемости Вселенной необходим Бог.

Вместе с тем, он отметил возможность того, что Вселенная не бесконечно сложна, но не стал это обсуждать. Ю.Н.Ефремов высказал мнение, что “Выход из положения может быть в признании того, в чем так был уверен Ж. Леметр (а ранее Спиноза) — наша Вселенная действительно достаточно проста для нас и наш мыслительный аппарат соразмерен нашей Вселенной по самой природе вещей...” (Ефремов, 1999).

**Итак, почему сложные системы с конечной информацией познаваемы? Почему Вселенная познаваема?**

Познаваемость сложных систем с конечной информацией (конечной сложностью, конечным разнообразием), в том числе Вселенной, объясняется сочетанием следующих факторов:

1. Конечной сложностью объекта познания.
2. Рациональным, адекватным устройством субъекта познания — современной цивилизации, “Разума” — наличием средств измерений, хранения, обработки информации.
3. Способностью субъекта познания **существенно (на много порядков) сжимать информацию**.

Механизм сжатия информации может быть различным — иерархическое, модульное построение модели, использование статистических свойств, свойств симметрии, аксиоматическое построение теорий, введение законов, правил и т.п.

В качестве примеров существенного сжатия информации можно привести правила игры — “Правила игр имеют очень небольшую длину в битах, но они несут в себе гигантскую информацию о всех партиях, которые могут быть разыграны” (Шварцман, 1986), а также аксиомы теории групп, которые кодируют информацию, содержащуюся в многочисленных леммах, теоремах, разнообразных свойствах математических объектов (указано автору Г. Плесневичем).

### 7.2. Объем информации, содержащейся во Вселенной

Объем информации, содержащейся во Вселенной, конечен. Оценка объема информации во Вселенной (по Шеннону (1965)) впервые приведена в 1989 году в работе автора (Гуревич, 1989). В 2001 году конечность объема информации во Вселенной была подтверждена С. Ллойдом (Ллойд, 2001).

Информация, в общем случае, — это устойчивая определенное время неоднородность. Информация во Вселенной формируется при ее расширении в силу закона сохранения неопределенности. Закон сохранения неопределенности (информационная форма) дает возможность оценить объем информации такой замкнутой системы, как Вселенная, и тем самым максимально возможную сложность естественных и искусственных систем. Отметим, что наиболее подходящими для формирования информации структурными единицами материи являются фермионы. Они подчиняются принципу запрета Паули, поэтому число состояний в системе из  $n$  фермионов растет с увеличением их количества не медленнее, чем  $2^n$ . Соответствующим образом растет и объем информации в системе — не медленнее, чем  $n$ . Бозоны накапливаются в одном состоянии, потому их роль в формировании информации во Вселенной суще-



Размер ячейки	Количество ячеек	Оценка объема информации, описывающей каждую ячейку	Оценка длины непосредственного описания (L)
Планковская длина $l_p = 10^{-33}$ см	$10^{180}$	10	$10^{181}$
Размер протона $0.8 \cdot 10^{-13}$ см	$10^{124}$	100	$10^{126}$
Классический радиус электрона $r_e = 2.82 \cdot 10^{-13}$ см	$10^{124}$	100	$10^{126}$
Радиус орбиты электрона (размер атома водорода) $a_0 = 0.529 \cdot 10^{-8}$ см	$10^{108}$	1000	$10^{111}$

ственно ниже — пропорциональна  $\ln n$ . Вместе с тем бозоны могут эффективно переносить информацию. В частности, фотоны идеальны для переноса информации. Именно фермионы, точнее говоря, нерелятивистские фермионы — барионы, электроны, нейтрино — формируют информацию во Вселенной. Информация (устойчивые неоднородности) формируется нерелятивистскими фермионами при расширении радиационной Вселенной, и нейтрино — при расширении Вселенной с преобладанием вещества. Оценки показывают, что количество информации во Вселенной конечно. Объем информации во Вселенной в настоящее время составляет  $\sim 10^{90}$  бит. Тем самым, сложность физически реализуемых систем ограничена. Она не может превышать в настоящее время  $\sim 10^{90}$  бит. Оценка значения текущего объема информации во Вселенной, полученная С.Ллойдом, также равна  $\sim 10^{90}$  бит.

Н.С. Кардашев обратил внимание автора на то, что можно создать сколь угодно много низкоэнергетических фотонов и тем самым породить во Вселенной неограниченное количество информации. По этому поводу можно отметить следующее:

1. Во Вселенной имеется конечное число фотонов —  $10^9$  на один барион (всего  $\sim 10^{89}$ ) (Долгов, Зельдович, 1980).

2. Поляризованный фотон с заданным направлением движения содержит до 1 бита информации, фотон с неопределенным направлением движения — несколько десятков бит. Все фотоны, как и фермионы содержат  $\sim 10^{90}$  бит.

3. На создание бесконечного числа низкоэнергетических фотонов (при произвольном ограничении энергии фотонов снизу) требуется бесконечная энергия.

4. Если считать, что ограничения энергии фотонов снизу нет, а масса Вселенной конечна, то для любого сколь угодно малого уровня энергии должно быть создано бесконечно много фотонов.

### 7.3. Оценка длины непосредственного описания Вселенной

Оценим количество ячеек  $N$  размера  $l$  во Вселенной

$$N = \frac{V}{l^3} = \frac{((t_{bc} \cdot c)^3)}{l^3},$$

где  $V$  — объем Вселенной;  $l$  — размер ячейки;  $t_{bc}$  — возраст Вселенной;  $c$  — скорость света.

Каждая ячейка описывается набором таких параметров как типы, количество, характеристики частиц в данной ячейке, типы, количество, характеристики полей в данной ячейке. Будем считать, что объем информации, описывающей каждую ячейку, зависит от размера ячейки и равен 10–1000 бит. Это даст нижнюю оценку длины непосредственного описания Вселенной. Если объем информации, описывающей каждую ячейку, больше, то длина непосредственного описания только увеличится. Результаты оценок для разных размеров ячеек (планковская длина, классический радиус электрона, размер протона, размер атома водорода) приведены в таблице.

Тем самым, непосредственное описание Вселенной требует  $10^{111} - 10^{184}$  бит, т.е. его длина существенно (на много порядков) больше информации, содержащейся во Вселенной ( $10^{90}$  бит.).

### 7.4. Связь между единицами измерения информации, энтропии и энергии

В настоящем разделе, основываясь на результатах, приведенных в работах Бриллюэна (1960), Валиева, Кокина (2001), проанализируем связь между единицами измерения информации, энтропии и энергии. Объем информации  $I$  измеряется в битах (двоичных единицах). Если система имеет  $n$  равновероятных состояний, то объем информации, получаемой при реализации одной из альтернатив (содержащейся в системе), равен логарифму числа состояний, в которых может находиться система:

$$I = \log_2 n.$$

1 бит — объем информации получаемой при реализации одной из двух равновероятных альтернатив:

$$I = 1 \text{ бит} = \log_2 2 = 1.$$

Объем информации измеряется в безразмерных величинах.

Физическая энтропия измеряется логарифмом числа микросостояний, в которых может находиться система

$$S = k \ln P,$$

где  $S$  — энтропия системы;  $k$  — постоянная Больцмана;  $P$  — статистический вес (число элементарных комплексов, микросостояний).

Размерность энтропии — эрг/градус (размерность энергии, деленная на размерность температуры).

Если система имеет два состояния, то энтропия системы равна

$$S = k \ln 2 = 1.38 \cdot 10^{-16} \ln 2 \text{ эрг/градус} = 1.38 \cdot 10^{-23} \ln 2 \text{ джс/К}.$$

То есть, единицей измерения энтропии является постоянная Больцмана, умноженная на натуральный логарифм двух.

Можно сказать, что объем информации в системе из двух равновероятных состояний в информационных единицах равен одному биту, а в единицах энтропии равен постоянной Больцмана, умноженной на  $\ln 2$ . В этом смысле 1 бит эквивалентен постоянной Больцмана.

При измерении состояния системы, находящейся в резервуаре с температурой  $T$ , с помощью кванта энергии  $h\nu$  необходимо, чтобы эта энергия была выше уровня излучения черного тела  $kT$ .

$$E = h\nu \geq kT \ln 2.$$

Такое же количество энергии необходимо для записи информации, т.е. для записи 1 бита необходима энергия не меньшая, чем

$$E = kT \ln 2 \approx 10^{-16} \text{ эрг}, \approx 10^{-23} \text{ джс}.$$

Для записи 1 бита необходима масса не меньшая, чем

$$M_{\text{bit}} = E_{\text{bit}}/c^2 \approx 10^{-23} \text{ джс}/(9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2) = 10^{-40} \text{ кг}.$$

### 7.5. Оценка массы, необходимой для записи информации, содержащейся во Вселенной

Как показано в предыдущем разделе, энергия, требуемая для передачи, чтения, записи одного бита,

не может быть меньше величины

$$E_{\text{min}} = kT \ln 2.$$

Температура Вселенной в настоящее время  $T_H \approx 3 \text{ К}$ , поэтому энергия, требуемая для передачи или записи одного бита, в настоящее время равна

$$E_{\text{min}} = k3 \ln 2.$$

Следовательно, энергия, требуемая для передачи, записи одного бита, в настоящее время не может быть меньше величины  $E_{\text{min}} \approx 3 \cdot 10^{-23} \text{ джс/бит}$ .

Пусть  $I_H$  — объем информации, сформированный в настоящее время в нашей Вселенной. Согласно Гуревичу (1989), Seth (2001),  $I_H \approx 10^{90} \text{ бит}$ .

Значит, энергия, требуемая для передачи, записи всей информации во Вселенной, в настоящее время равна  $E_H \approx 10^{90} \text{ бит} \cdot 3 \cdot 10^{-23} \text{ джс/бит} = 3 \cdot 10^{67} \text{ джс}$ .

Масса, требуемая для передачи, записи всей информации во Вселенной, в настоящее время составляет  $m_H = E/c^2 \approx 3 \cdot 10^{67} \text{ джс}/(9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2) \approx 3 \cdot 10^{50} \text{ кг}$ .

### 7.6. Современные оценки плотности Вселенной

Современные оценки плотности Вселенной показывают, что она близка к критической (Павлюченко, 2002). Критическая плотность Вселенной равна  $10^{-29} \text{ г/см}^3$  (при этом доля барионов составляет несколько процентов). Размер Вселенной (хаббловское расстояние  $c/H$ ) равен  $10^{28} \text{ см}$ . Объем Вселенной равен  $10^{84} \text{ см}^3$ .

Следовательно, масса Вселенной  $M \approx 10^{52} \text{ кг}$ .

Т.е. масса, требуемая для передачи, записи всей информации во Вселенной, примерно в сто раз меньше массы Вселенной и примерно равна массе барионов,  $m_b/M \approx 10^{-2}$ .

Таким образом, наблюдатель с разнообразием, в сто раз меньшим разнообразия Вселенной, способен отобразить в себя всю информацию, содержащуюся во Вселенной — Вселенная познаваема. Но такой наблюдатель не может быть компактным объектом. Следовательно, в процессе познания Вселенной должно осуществляться существенное сжатие информации — познание должно быть эффективным.

### 7.7. Вселенная эффективно познаваема

Доказательство.

1. Опыт свидетельствует, что Вселенная познаваема земной цивилизацией.

2. Масса, требуемая для записи всей информации Вселенной в настоящее время, оценивается величиной  $m_H \approx 3 \cdot 10^{50}$  кг.

3. Поскольку можно считать, что масса современной цивилизации — субъекта познания Вселенной — не превосходит массы солнечной системы,  $M_c \approx 2.0 \cdot 10^{30}$  кг, то процесс познания сжимает разнообразие Вселенной более, чем в  $10^{20}$  раз. Коэффициент сжатия разнообразия (информации) в процессе познания Вселенной не менее  $k = 10^{20}$ . Это в соответствии с определением 4 и означает, что Вселенная эффективно познаваема.

4. Предположим, что вся информация о Вселенной содержится в “Разуме”. Масса “Разума” равна массе мыслящих существ и приборов —  $M_{\text{мсп}} \approx 10^{10}$  кг. Тогда процесс познания сжимает разнообразие Вселенной более, чем в  $10^{40}$  раз. Коэффициент сжатия разнообразия (информации) в процессе познания Вселенной не менее  $k = 10^{40}$ .

5. Предположим, что вся информация о Вселенной содержится в “Теории всего”. Масса “Теории всего” равна массе физической энциклопедии —  $M_{\text{ТВ}} \approx 10^2$  кг. Тогда процесс познания сжимает разнообразие Вселенной более, чем в  $10^{48}$  раз. Коэффициент сжатия разнообразия (информации) в процессе познания Вселенной не менее  $k = 10^{48}$ .

Как отмечалось в разделе 3, познаваемость в широком смысле включает в себя также возможность создания, конструирования и управления сложными системами.

## 7.8. О создании Вселенных

Вопрос создания Вселенных уже обсуждается. Ю. Н. Ефремов, А. Д. Чернин (2003) обсуждают идею Э. Харрисона о создании Вселенных. “Видный американский космолог Э. Харрисон (1985) предложил идею создания и естественного отбора вселенных, содержащих разумную жизнь. Теоретические пути соиздания вселенных уже известны, для этого надо всего лишь научиться создавать черные дыры из элементарных частиц с энергией порядка  $10^{15}$  Гэв — всего лишь на 13 порядков больше, чем в наших мощнейших ускорителях... Расширяясь в другое пространство, эти дыры превращаются во вселенные... Разумная жизнь в исходной вселенной создает новые вселенные — Харрисон полагает, что физические условия в сотворенной новой вселенной будут такими же, как и в исходной, и пригодными для появления жизни такого же типа, что и исходная. И этот процесс продолжается вечно. Вселенные, наиболее благоприятные для разумной жизни, отбираются как способные к репродукции... Заметим, что эта гипотеза объясняет и постижимость нашей Вселенной для нас. Она создана существами, чьи мыслительные про-

цессы и понятия принципиально подобны нашим, поскольку мы, в некотором смысле, их далекие потомки. Харрисон заключает, что остается вопрос, кто создал первую вселенную, пригодную для существования подобных нам существ. Можно апеллировать либо к теистическому принципу — внеприродной первопричине, либо к концепции существования ансамбля множества вселенных с самыми разными физическими законами, в том числе и такими, которые соответствуют возможности зарождения разумной жизни, творящей затем вселенные, подобные исходной. На наш взгляд, в первой гипотезе нет необходимости. Во всяком случае, большинство космологов уверено, что вселенные способны рождаться и сами собой, и их началом являются квантовые флуктуации извечного первичного вакуума”. Недавно стало известно (Известия науки, 2005), что американские ученые создали в лабораторных условиях черную дыру. В земных условиях черная дыра просуществовала миллиардную часть наносекунды. Исследователи использовали специальный прибор (релятивистский ускоритель ионов) в Брокхавенской лаборатории Нью-Йорка. В результате столкновения двух ионов золота в ускорителе их ядра распались на кварки и глюоны. В свою очередь, частицы сформировали шар кварк-глюонной плазмы, которая неожиданно для всех стала поглощать частицы, образовавшиеся в результате столкновения ядер. Образовалась черная дыра. Ее температура в 300 млн. раз превысила температуру Солнца.<sup>1</sup>

## 7.9. Об управлении Вселенной

Высшей формой познания систем является управление ими (указано автору В.А. Жожикашвили). Необходимо отметить, что В. А. Лефевр, по видимому, первый, предложил один из способов управления распределением вещества во Вселенной (Гиндилис, 2004; Справочник по теории автоматического управления, 1987). “Представим себе, что для того, чтобы избежать гравитационного коллапса, субъекты начинают выбрасывать материю из облаков галактик с целью уменьшить их плотность. Конкретная стратегия коррекции может быть такой: каждый субъект выбрасывает из центральной части своей галактики вещество, “упакованное” в виде черных дыр, причем со скоростью, достаточной, чтобы оно покинуло облако галактик. В результате таких совместных усилий субъекты изменяют характер распределения веще-

<sup>1</sup> Разумеется, здесь идет речь о метафоре. Образовавшаяся конфигурация не является “настоящей” черной дырой — сколлапсировавшим телом, окруженным горизонтом событий.

ства во Вселенной, продлевая время своего существования. Если оставить в стороне проблему координации совместных усилий, то не видно каких бы то ни было ограничений со стороны физических законов, препятствующих осуществлению такого проекта”.

Необходимо научиться ставить и решать задачи управления вселенными методами теории управления (Прангишвили, 2003; Справочник по теории автоматического управления, 1987). Для примера рассмотрим случай однородной Вселенной. Однородная Вселенная описывается уравнением Эйнштейна (Мак-Витти, 1961).

$$\frac{dR}{dt} = R \left( \frac{\chi c^2 \rho}{3} - \frac{kc^2}{R^2} + \frac{\Lambda}{3} \right)^{1/2},$$

$\Lambda$  — космологическая постоянная;  $\chi = \frac{8\pi G}{c^2}$ , где  $G$  — гравитационная постоянная;  $\rho$  — плотность Вселенной;  $k = +1, -1, 0$ ;  $c$  — скорость света;  $R$  — текущий радиус Вселенной. Использование динамической модели Вселенной для описания объекта управления дает возможность сформулировать классические постановки задач управления. В частности:

1. Нелинейные уравнения Эйнштейна задают динамику Вселенной.

2. В качестве критериев оптимальности можно рассматривать время расширения Вселенной от радиуса  $R_0$  до радиуса  $R$ , массу Вселенной.

3. В качестве ограничений можно рассматривать ограничения на количество разных типов частиц во Вселенной, продолжительность этапов развития Вселенной.

4. В качестве управляемых переменных можно рассматривать космологическую постоянную  $\Lambda$ , плотность Вселенной, распределение масс во Вселенной (в последнем случае динамика Вселенной должна описываться тензорными уравнениями Эйнштейна).

Решение задач оптимального управления Вселенной, в частности, даст возможность оценить ход развития Вселенной, возможность “Разума” влиять на развитие Вселенной.

## 8. Заключение

Изложенное позволяет сделать следующие основные выводы.

1. В настоящее время большинство ученых убеждено в том, что природа познаваема — возможно описание, измерение, понимание и объяснение физических объектов, взаимосвязей, явлений и процессов, Вселенной в целом.

2. Законы информатики позволяют ввести точные определения познаваемости, познаваемости

в широком смысле, эффективной познаваемости, использовать при исследованиях познаваемости сложных систем количественные методы.

3. В связи с ограниченностью разнообразия наблюдателя бесконечно сложные системы не могут быть познаны в полной мере.

4. Системы с конечной информацией познаваемы как внешним, так и внутренним наблюдателем, обладающим достаточным разнообразием при определенном коэффициенте сжатия разнообразия системы.

5. Субъект познания должен быть компактным классическим объектом, владеющим математикой и классической логикой.

6. Вселенная как система с конечной информацией познаваема, причем познаваема эффективно.

**7. В ходе познания Вселенной “Разумом” осуществляется существенное (на десятки порядков) сжатие информации.**

8. Познаваемость Вселенной можно объяснить без привлечения помощи Бога.

9. Познаваемость Вселенной в широком смысле находится в стадии исследований. Только что создана черная дыра, началось обсуждение задач управления Вселенными, их развитием.

Автор благодарит Н.С. Кардашева, В.М. Липунова, А.Д. Панова, Л.В. Гиндилиса, Г.М. Бескина за интерес к обсуждаемым идеям, замечания и рекомендации, размещение первоначального варианта статьи на сайте <http://www.pereplet.ru> и предоставленную возможность выступить на семинаре по космической философии НКЦ SETI совместно с секцией “Поиски внеземных цивилизаций” ИСА РАН и конференции “Горизонты астрономии и SETI”.

## Список литературы

- Бриллюэн Л., 1960, Наука и теория информации. Гос. изд. физ.-мат. литературы. Москва
- Валиев К.А., 2000, Интервью журналу “Эксперт”, 17 (228) от 8 мая
- Валиев К.А., Кокин А.А., 2001, Квантовые компьютеры: Надежда и реальность. Научно-изд. центр “Регулярная и хаотическая динамика”. Москва-Ижевск
- Грин Брайан, 2004, Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. УРСС, Москва
- Гуревич И.М., 1989, Законы информатики — основа исследований и проектирования сложных систем связи и управления. Методическое пособие. ЦООН-ТИ “Экос”, Москва
- Гуревич И.М., 2003, Законы информатики — основа строения и познания сложных систем. РИФ “Антиква”, Москва

- Гуревич И.М., 2004, Наука и культура <http://www.pereplet.ru/text/gurevich/gurevich.html>
- Гиндилис Л. М., 2004, SETI: Поиск Внеземного Разума. Физматлит, Москва
- Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., 1980, УФН, **130**, вып. 4, 559 <http://www.astronet.ru/db/msg/1186391>
- Ефремов Ю.Н., 1999, Космический интеллект и Высший разум, <http://veinik.ru/science/604/2/201.html>
- Ефремов Ю.Н., Чернин А.Д., 2003, “О месте и роли человека в Мироздании”, <http://doktora.nm.ru/25.06.03.htm>
- Известия науки, 2005, “Черную дыру” удалось создать на Земле. <http://www.inauka.ru/news/article52994.html>
- Илларионов С.В., 2002, Общие проблемы теории познания. Структура науки. <http://artema.fopf.mipt.ru/lib/phil/ill.html>
- Кардашев Н. С., 1997, Astrophysics and Space Science, **252**, 25
- Колмогоров А.Н., 1965, Три подхода к понятию количества информации. Проблемы передачи информации, Вып. 1, **1**, 3
- Лефевр В., 2005, Космический субъект. Когито-Центр. Москва, с.165
- Липунов В.М., 1995, Земля и Вселенная, No 1, 37 <http://www.pereplet.ru/nauka/avt.shtml>
- Лоойд (Lloyd Seth), 2001, Computational capacity of the universe. arXiv:quant-ph/0110141 **1**, 24 Oct 2001
- Мак-Витти Г., 1961, Общая теория относительности и космология. ИЛ, Москва
- Прангишвили И.В., 2003, Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами, М.: Наука, 428 с.
- Павлюченко С.А., 2002, Определение космологических параметров, <http://www.astronet.ru/db/msg/1180062>
- Рюэль Д., 2001, Случайность и хаос. Ижевск: НИЦ “регулярная и хаотическая динамика”
- Справочник по теории автоматического управления, 1987, под ред.Красовского А.А., М.:Наука
- Чайтин (Chaitin G. J.), 1970, “On the difficulty of computations, IEEE Trans. Inform. Theory, **IT-16**, 5
- Чайтин (Chaitin G. J.), 1974, Information-Theoretic Computational Complexity. IEEE Transactions on Information Theory **IT-20**, p.10
- Харрисон (Harrison Edward), 1985, Masks of the Universe, New York: Collier Books: Macmillan
- Шварцман В.Ф., 1986, Поиск внеземных цивилизаций — проблема астрофизики или культуры в целом? Проблема поиска жизни во Вселенной, Москва
- Шеннон К., 1963, Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетики. Изд. иностранной литературы, Москва, с. 243
- Шредингер Э., 2001, Природа и греки. Научно-издательский центр “Регулярная и хаотическая динамика”, Москва-Ижевск
- Эйнштейн А. Из письма М.Соловину от 30 марта 1952 г.
- Godart O. and Heller M., 1985, Cosmology of Lemaitre, Pachart Publ House, Tucson
- Hoffman Banesh and Dukas Helen, 1972, Albert Einstein. Creator and Rebel. New York: Vicing, p. 1315-16
- Solomonoff R. J., 1964, A formal theory of inductive inference, Inform. Contr., **7**, 1, 224