

Материалы международной научно-практической конференции «Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании «ИНФОТЕХ – 2009». Севастополь. 7-12 сентября 2009 г. Стр. 106-109.

УДК 004.03; +530.1

И.М. Гуревич, канд. техн. наук;

Институт проблем информатики РАН, ООО «ГЕТНЕТ Консалтинг»
г. Москва, Россия
iggurevich@gmail.com

ОСНОВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

1. Объем информации в нашей Вселенной

При расширении Вселенной: изменяется фазовое состояние (симметрия) Вселенной; изменяется кривизна пространства; формируются различные типы неоднородностей массы и энергии, в частности, возникают фундаментальные и элементарные частицы, галактические, звездные, планетные системы; возникает классическая информация, в том числе, аминокислоты, азотистые основания, белки, ДНК, организмы, цивилизации. Наиболее подходящими для формирования и хранения информации структурными единицами материи являются фермионы. Наиболее подходящими для передачи информации структурными элементами материи являются бозоны.

При нарушении симметрии между слабым и электромагнитным взаимодействиями во Вселенной формируется 10^{90} бит информации. Информационный механизм формирования частиц в инфляционной Вселенной порождает количество частиц, сравнимое с общепринятой оценкой числа частиц во Вселенной, – порядка $10^{80} - 10^{90}$ [1].

Степенное расширение порождает неоднородности в объеме $\approx 10^{99} - 10^{107}$ бит, из них в обычном веществе содержится $\approx 10^{90}$ бит.

В звездах содержится всего около 10^{80} бит информации. В ядрах почти всех галактик находятся сверхмассивные черные дыры массой $\approx 10^6 - 10^{10}$ солнечных масс. Минимально возможный объем информации во Вселенной с преобладанием вещества $\approx 10^{79}$, во Вселенной с преобладанием излучения $\approx 10^{91}$ бит. Максимально возможный объем информации во Вселенной $\approx 10^{120}$ бит. Рост объема информации при степенном расширении Вселенной $\propto \log_2 t$. Уменьшение плотности информации при степенном расширении

Вселенной $\propto \log_2 t/t^2$. Рост объема информации при экспоненциальном расширении Вселенной $\propto \alpha t$. Уменьшение плотности информации при экспоненциальном расширении Вселенной $\propto t/e^{3\alpha t}$.

2. Объем информации в некоторых фундаментальных, элементарных частицах и атомах

Фундаментальные частицы являются самыми простыми физическими системами (элементарными системами по Цайлингеру [2]).

- В лептоне содержится 1 бит.
- В кварке содержится 1 бит.
- В фотоне – продукте электрослабого взаимодействия – содержится 0,78 бит.
- В фотоне с круговой поляризацией содержится 1 бит.
- В Z^0 -бозоне – продукте электрослабого взаимодействия – содержится 0,78 бит.

Элементарные частицы представляют физические системы второго уровня сложности.

- В протоне, нейтроне содержится 9,422 бита (с учетом структуры протона, нейтрона, информации в кварках, цветов кварков, различной возможной ориентации спина протона, нейтрона).

Атомы представляют физические системы третьего уровня сложности.

- В атоме водорода (1-ый элемент) – 11,422 бита (с учетом структуры атома, информации в протонах, нейтронах).
- В атоме гелия (2-ой элемент) – 39,688 бит.
- В атоме углерода (6-ой элемент) – 109,642 бита.
- В атоме кислорода (8-ой элемент) – 149,33 бита.
- В атоме железа (26-ой элемент) – 544,21 бита.
- В атоме свинца (82-ой элемент) – 2032,354 бита.
- В атоме урана (92-ой элемент) – 2334,436 бита.
- В атоме мейтнерия (109-ый элемент) – 2615,252 бита.

В среднем в атомах на 1 бит информации используется $\approx 1,69 \cdot 10^{-28}$ кг массы вещества. Это примерно в $\approx 6 \cdot 10^{11}$ раз больше минимальной массы, необходимой для формирования 1 бита информации.

3. Объем информации в звездах

- Солнце содержит $\approx 1,3 \cdot 10^{58}$ бит.
- Белый карлик массой солнечной массы содержит $\approx 1,24 \cdot 10^{59}$ бит.

- Нейтронная звезда солнечной массы содержит $\approx 2,38 \cdot 10^{59}$ бит.

4. Объем информации в черных дырах

- Существование материи двух типов: с квадратичной и линейной зависимостью объема информации от массы является источником, причиной существования оптимальных черных дыр, минимизирующих объем информации в произвольной области Вселенной и во Вселенной в целом. В оптимальной черной дыре, сформированной в системе «излучение (фотоны) – черная дыра» в настоящее время при температуре Вселенной - 2,7К содержится $\approx 10^{62}$ бит. В оптимальной черной дыре, сформированной в системе «водород (протоны) – черная дыра», содержится $\approx 10^{38}$ бит. При температуре излучения

$$T = m_p c^2 / k \cdot \ln 2 \cdot 9,422 = 1,555 \cdot E + 12 \text{ К} \quad (\text{при времени от}$$

«большого взрыва» Вселенной 10^{-5} сек) масса оптимальных черных дыр, возникших в системах «излучение – черная дыра», равна массе оптимальных черных дыр, возникших в системах «водород (протоны) – черная дыра».

- В черных дырах солнечной массы содержится $\approx 7,72 \cdot 10^{76}$ бит.

5. Объем информации в галактиках

В галактиках, имеющих 10^{11} звезд, содержится около 10^{69} бит информации. В галактиках, имеющих 10^{11} звезд и содержащих в ядрах сверхмассивные черные дыры массой $\approx 10^6 - 10^{10}$ солнечных масс, содержится $\approx 10^{99} - 10^{107}$ бит информации.

6. Информационная зависимость температуры излучения от массы

Для черной дыры зависимость температуры от массы (спектр С. Хокинга) имеет вид $T = \ln 2 \cdot \hbar \cdot c^3 / 4\pi \cdot G \cdot M \cdot k$. Для нейтронной звезды зависимость температуры от массы (информационный спектр) имеет вид $T = m_n c^2 / (\log_2 M / m_n + 9,422) \cdot k$.

7. Классическая информация

- Азотистое основание содержит $\log_2 4 = 2$ бита классической информации. Аминокислота содержит $\log_2 20 = 4,32$ бита классической информации.

- Затраты массы на 1 бит информации, формируемой аминокислотами и азотистыми основаниями составляют $4,43E-25$ и

1,05E-25 кг. Избыточность классической информации, порождаемой жизнью, по отношению к микроинформации, составляет при температуре 300K $\approx 10^{13}$ раз. Белки и ДНК для формирования 1 бита информации используют массы всего на три порядка больше, чем атомы. Следовательно, жизнь это эффективный способ формирования классической информации.

- Избыточность классической информации, порождаемой современной цивилизацией, по отношению к микроинформации составляет $\approx 10^{23-25}$ раз. Эффективность природы по формированию классической информации пока превосходят эффективность человека, земной цивилизации в $\approx 10^{10}$ раз.

- Белки дрожжей содержит примерно 2000 бит классической информации.

- Хромосома человека содержит $(1-5) \cdot 10^8$ бит классической информации. Человек содержит $\approx 10^{26}$ бит классической информации.

- Биомасса Земли содержит примерно 10^{40} бит классической информации. Если использовать 100% массы Земли для формирования живого вещества, то будет сформировано примерно 10^{50} бит классической информации. Если использовать 1% массы Вселенной для формирования живого вещества, то будет сформировано, примерно, 10^{75} бит классической информации. Максимально возможный объем классической информации во Вселенной $\approx 10^{77}$ бит.

- Объем классической информации, формируемой земной цивилизацией, $< 10^{30}$ бит/год. Соотношение объемов информации во Вселенной в год, порождаемой материей и цивилизацией, $\approx 10^{-49}$. Доля информации, формируемой цивилизацией, на одну звездную систему равна 10^{-27} . Это показывает, что в настоящее время вклад земной цивилизации в формирование информации во Вселенной ничтожен.

8. Процесс познания Вселенной

- Вселенная, объем информации в которой конечен, эффективно и полностью познаваема.

- Субъект познания является классическим объектом (например, земной цивилизацией).

- В процессе познания Вселенной осуществляется сжатие информации не менее, чем в $\approx 10^{20}$ раз и не более, чем в $\approx 10^{76}$ раз.

Библиографический список

1. Гуревич И.М. Оценка основных информационных характеристик Вселенной. Информационные технологии. № 12. Приложение. 2008.
2. Zeilinger, Anton. "A Foundational Principle for Quantum Mechanics", Foundations of Physics 29 (4): 631-43. (1999).