

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2022-17-31-35>

## ГИПОТЕЗА О ПРЕУМНОЖЕНИИ МАССЫ В ЭПОХУ КВАНТОВОГО ХАОСА

*Окунев В.С.*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Москва, Россия*

**Ключевые слова:** максимон, космологическая сингулярность, планковская эпоха, фрагментация.

**Аннотация.** Основная цель работы – обоснования одного из механизмов образования массы ранней Вселенной. Сформулирована гипотеза о спонтанной фрагментации (деления) максимона (космологической сингулярности) из высоковозбужденного состояния. Гипотеза основана на аналогии с реакцией фрагментации атомных ядер и соотношении квантовой физики (которое должно выполняться в эпоху квантового хаоса). Энергия возбуждения максимона оценивается в  $\sim 10^{89}$  эВ. Процесс мог завершиться к моменту отделения сильного взаимодействия ( $\sim 10^{-34}$  с).

## THE HYPOTHESIS OF MASS MULTIPLICATION IN THE ERA OF QUANTUM CHAOS

*Okunev V.S.*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia*

**Keywords:** maximon, cosmological singularity, Planck epoch, multifragmentation.

**Abstract.** The main purpose of the article is to substantiate one of the mechanisms for the formation of the mass of the early Universe. The hypothesis of spontaneous multifragmentation (fission) of a maximon (cosmological singularity) from a highly excited state is formulated. The hypothesis is based on the analogy with the reaction of multifragmentation of atomic nuclei and the relation of quantum physics (which must be fulfilled in the era of quantum chaos). The excitation energy of the maximon is estimated at  $\sim 10^{89}$  eV. The process could have ended by the time the strong interaction was separated ( $\sim 10^{-34}$  s).

Общепринятая космологическая модель предполагает расширение Вселенной из сингулярного состояния. По физическим свойствам космологической сингулярности свойственна тройственность. Это и сингулярность, и нейтральный максимон (фундаментальная частица предельно большой массы), и планковская черная дыра. Все эти три объекта тождественны. Масса космологической сингулярности – масса Планка ( $\sim 10^{-8}$  кг). За время существования Вселенной ее масса значительно увеличилась. Каковы причины этого?

Рассмотрим возможный механизм преумножения массы на начальной стадии развития Вселенной. В планковскую эпоху ( $t_{Pl} \sim 10^{-43}$  с) существовала космологическая сингулярность, или гипотетическая частица максимон [1, 2] (элементарная черная дыра [3]). Ее характерный размер определялся квантом длины – планковской длиной ( $l_{Pl} \sim 10^{-36}$  м). Эпоха Планка завершилась к моменту времени  $t_{Pl}$ . Вся материя Вселенной определялась единственной

элементарной частицей, не имеющей внутренней структуры (поскольку размер, меньший длины Планка, не имеет физического смысла), т.е. материи в привычном для нас понимании не существовало.

Если этот первый максимон находился в сильно возбужденном состоянии, т.е. был деформирован, то можно считать его нестабильным. В этом случае можно предположить, что эволюция Вселенной началась с процесса, подобного фрагментации (делению атомного ядра на множество осколков [4]) максимона из сильно возбужденного состояния. При характерных размерах частиц  $r \ll 10^{-15}$  см можно ожидать выполнения известного соотношения квантовой физики, соответствующего квантованию момента импульса:

$$mcr \sim h. \quad (1)$$

Здесь  $m$  – масса осколка деления,  $c$  – скорость света в вакууме,  $r$  – характерный размер осколка деления,  $h$  – постоянная Планка. Иначе говоря, каждый осколок деления по массе сравним с исходным делящимся объектом (планковской массой).

Планковскую эпоху эволюции Вселенной называют этапом квантового хаоса. Это означает, что выполнялись законы квантовой физики. В соответствии с соотношением (1) масса могла преумножаться по мере деления деформированного (расширенного) максимона. Деление максимона на осколки, равные по массе исходному максимуму, происходит быстро. Так могла нарастать масса молодой Вселенной [5, 6].

Применительно к космологической сингулярности можно утверждать, что в едином взаимодействии, пока из него не выделилась гравитация, выполняются законы квантовой физики. Других просто нет. Максимон мог делиться быстро за характерное время  $\sim t_{pl}$ . Законы квантовой физики должны хорошо выполняться лишь в том случае, если величина размерности действия сравнима с постоянной Планка. Такое наблюдается в начальные мгновения жизни Вселенной. Судя по всему, они выполняются по крайней мере до момента времени  $\sim 10^{-34}$  с, соответствующего отделению сильного взаимодействия, т.е. до этого момента времени выполняется соотношение (1). Максимон делился хаотически. Если в цепной реакции деления тяжелых ядер поколениями нарастает число нейтронов, то при фрагментации максимона поколениями нарастает число максимумов. В первые мгновения после начала Большого взрыва по мере деления (спонтанной фрагментации из сильно возбужденного состояния) максимона размеры очень маленькой Вселенной увеличивались. Наконец, при характерных размерах Вселенной, на несколько порядков менее  $\sim 10^{-15}$  м, соотношением (1) уже нельзя описать преумножение массы. В итоге темпы нарастания массы Вселенной за счет фрагментации максимона резко замедлялись.

Оценим энергию возбуждения максимона. Согласно формуле Пуанкаре – Эйнштейна ( $E = mc^2$ ) энергия  $E$  эквивалентна массе  $m$ . Таким образом, при отсутствии «дополнительной» энергии или массы масса Вселенной не должна превысить значение массы Планка  $m_{pl} \sim 10^{-8}$  кг. Современная наблюдаемая

Вселенная представляет собой шар диаметром около  $8,8 \cdot 10^{26}$  м [7]. Масса этого шара заметно превышает  $\sim 10^{53}$  кг [8]. Можно прибавить к ней массу темной материи, увеличив массу Вселенной в 5,5 раз. Энергия покоя видимой части современной Вселенной согласно формуле Пуанкаре–Эйнштейна, по порядку составляет  $E_{tot} \approx 6,242 \cdot 10^{88}$  эВ. Вселенную принято считать адиабатически изолированной системой. Закон сохранения массы-энергии позволяет утверждать, что энергия Вселенной в планковскую эпоху была такой же, т. е.  $E_{tot} \sim 10^{89}$  эВ. Планковская энергия  $E_{Pl} = 1,22 \cdot 10^{28}$  эВ, но это энергия покоя максимона. Его полная энергия  $E_{tot} \sim 10^{89}$  эВ, т.е.  $E_{tot} / E_{Pl} \sim 10^{61}$ . Значит, энергия возбуждения максимона  $E^* \sim E_{tot} \sim 10^{89}$  эВ. Эта энергия максимона позволила «создать» массу современной Вселенной. Разница объемов современной Вселенной и космологической сингулярности составляет около 60 порядков. Значит, энергии возбуждения максимона достаточно, чтобы он разделился приблизительно на  $10^{60}$  новых максимонов с такой же массой, как у первого (космологической сингулярности).

Соотношение (1) выполняется для частиц, заметно меньших протона. Объем протона в  $\sim 10^{60}$  раз превышает объем космологической сингулярности, т.е. в объеме протона формально может поместиться  $\sim 10^{60}$  максимонов. Расстояние  $\sim 10^{-15}$  м свет (точнее, гравитационная волна, поскольку света или обособленного электромагнитного взаимодействия в планковскую эпоху не было) пройдет за время  $\sim 10^{-23}$  с. В течение первых  $\sim 10^{-23}$  с после начала Большого взрыва максимоны могли интенсивно делиться на такие же максимоны. Происходило преумножение массы молодой Вселенной за счет энергии возбуждения первого максимона. В первые  $\sim 10^{-23}$  с Вселенная представляла собой первоматерию, состоящую из максимонов.

К концу эпохи Великого объединения ( $\sim 10^{-34}$  с), соответствующей отделению сильного взаимодействия гравитационная волна пройдет расстояние около  $3 \cdot 10^{-22}$  м. Частица (Вселенная) такого размера может содержать до  $\sim 10^{40}$  максимонов.

Как объяснить расширение, деление и взаимодействие максимонов за период времени, гораздо меньший характерного времени любого из фундаментальных взаимодействий? Замедление времени вблизи гравитационной массы эквивалентно уменьшению константы  $\gamma = G/c^2$ , где  $c$  – скорость взаимодействия [5, 6]. С точки зрения внешнего наблюдателя, на радиусе Шварцшильда время почти останавливается (сильно замедляется, но не останавливается) или  $\gamma \rightarrow 0$  [5, 9]. Это характерно для эпохи Планка.

В первые мгновения ( $t \ll 10^{-23}$  с) Вселенная представляла собой первоматерию (смесь максимонов) плотностью равной планковской плотности ( $\rho_{Pl} \approx 5,1 \cdot 10^{96}$  кг/м<sup>3</sup>). Скорости деления максимонов были неодинаковы в центральной части молодой Вселенной и на периферии. Известно, что плотность ядерной материи уменьшается на периферии ядра. Подобное можно предположить для первоматерии, состоящей из максимонов. В центре деление продолжалось, если даже размеры Вселенной превысили характерный размер протона. На периферии деление прекращалось раньше по

причине большей взаимной удаленности максимонов. Разлет максимонов может быть обусловлен насыщением гравитационного взаимодействия (которое считается ненасыщаемым) при плотности  $\rho_{Pl}$ . Далее последовали распад максимонов, разлет продуктов распада и уменьшение плотности Вселенной. Формирование большей части массы Вселенной было в основном завершено. Деление максимонов могло продолжаться достаточно долго: до эпохи отделения сильного взаимодействия от электрослабого (между  $10^{-32}$  и  $10^{-12}$  с) [10].

Итак, есть основания полагать, что существуют несколько механизмов образования массы. Один из них объясняет теория Хиггса, не отвечающая на ряд важных вопросов. В качестве альтернативы этой теории можно предложить механизм образования массы фотона, окруженного виртуальными частицами, рассмотренный в работе [6].

Еще один возможный механизм (дающий гораздо больший вклад в общую массу Вселенной) связан со спонтанной фрагментацией космологической сингулярности – деформированного (по отношению к основному энергетическому состоянию) максимона из высоковозбужденного состояния в первые мгновения жизни Вселенной. В таком состоянии максимон не может быть стабильным. Но его распад возможен только в результате гравитационного взаимодействия, отделившегося от единого в момент времени, равный времени Планка. В эту очень кратковременную эпоху хорошо применимы законы квантовой физики. Преумножение массы максимона за счет спонтанной фрагментации не запрещено законами квантовой механики и хорошо описывается условием квантования момента импульса (1). Процесс фрагментации носит цепной характер: рожденные максимоны тут же делятся. Процесс продолжается, пока выполняются законы квантовой физики. Временной границей окончания процесса спонтанной фрагментации может служить момент отделения сильного взаимодействия ( $\sim 10^{-34}$  с).

### Список литературы

1. Markov M.A. Can the Gravitational Field Prove Essential for the Theory of Elementary Particles? // Progr. Theor. Phys. Suppl. Extra Number. 1965. P. 85.
2. Березин В.А., Максимон М.А. Маркова и квантовые черные дыры // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 1998. Т. 29. Вып. 3. С. 677-685.
3. Николаенко В.М., Станюкович К.П., Шикин Г.Н. Конформная инвариантность скалярного бозона в теориях типа модели Вайнберга – Салама // Теоретическая и математическая физика. 1981. Т. 46-3. С. 394-401.
4. Перфилов Н.А., Ложкин О.В., Шамов В.П. Процессы фрагментации и деления при взаимодействии частиц высоких энергий с ядрами // Успехи физических наук. 1960. Т. LXX. Вып. 1. С. 3-56.
5. Круглов А.И., Окунев В.С. Философия физики: о непустом пространстве, нефизических объектах и гравитации. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 104 с.

6. Okunev V.S. An Elementary Analysis of the Simplest Relations of Relativity Theory // Physical Interpretations of Relativity Theory: 22th Int. Scient. Conf. Abstracts. M.: Bauman Moscow State Technical University, 2021. P. 89-91.
7. WolframAlpha. Computational intelligence. URL: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=size+of+universe>.
8. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results / P.A.R. Ade, N. Aghanim, M. Arnaud et al. (Planck Collaboration) // Astr. Astrophys. 2014. Vol. 571. Id. A1. 49 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201321529.
9. Cicoli M., Pedro F.G., Tasinato G. Natural Quintessence in String Theory // J. Cosmol. Astroparticle Phys. 2012. Vol. 7. P. 044. DOI: 10.1088/1475-7516/2012/07/044.
10. Арефьева И.Я. Голографическое описание кварк-глюонной плазмы, образующейся при столкновениях тяжелых ионов // Успехи физических наук. 2014. Т. 184. № 6. С. 569-598.

### References

1. Markov M.A. Can the Gravitational Field Prove Essential for the Theory of Elementary Particles? // Progr. Theor. Phys. Suppl. Extra Number. 1965. P. 85.
2. Berezin V.A. Maximon of M.A. Markov and quantum black holes // Physics of elementary particles and atomic nucleus. 1998. Vol. 29. Iss. 3. P. 677-685.
3. Nikolaenko V.M., Stanyukovich K.P., Shikin G.N. Conformal invariance of the scalar boson in theories like the Weinberg-Salam model // Theoretical and Mathematical Physics. 1981. Vol. 46 (3). P. 394-401.
4. Perfilov N.A., Lozhkin O.V., Shamov V.P. Processes of fragmentation and fission during the interaction of high-energy particles with nuclei // Successes of physical sciences. 1960. Vol. 70. Iss. 1. P. 3-56.
5. Kruglov A.I., Okunev V.S. Philosophy of physics: about non-empty space, non-physical objects and gravity. Moscow: Publ. house of BMSTU, 2022. 104 p.
6. Okunev V.S. An Elementary Analysis of the Simplest Relations of Relativity Theory // Physical Interpretations of Relativity Theory: 22th Int. Scient. Conf. Abstracts. M.: Bauman Moscow State Technical University, 2021. P. 89-91.
7. WolframAlpha. Computational intelligence. URL: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=size+of+universe>.
8. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results / P.A.R. Ade, N. Aghanim, M. Arnaud et al. (Planck Collaboration) // Astr. Astrophys. 2014. Vol. 571. Id. A1. 49 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201321529.
9. Cicoli M., Pedro F.G., Tasinato G. Natural Quintessence in String Theory // J. Cosmol. Astroparticle Phys. 2012. Vol. 7. P. 044. DOI: 10.1088/1475-7516/2012/07/044.
10. Арефьева И.Я. Holographic description of the quark-gluon plasma formed during heavy ion collisions // Successes of physical sciences. 2014. Vol. 184. No. 6. P. 569-598.

|  |   |
|--|---|
| <b>Окунев Вячеслав Сергеевич</b> – кандидат технических наук, доцент кафедры физики<br>okunevvs@bmstu.ru | <b>Okunev Viacheslav Sergeevich</b> – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Physics |
|--|---|

Received 07.08.2022