

Серендипность в космологии: могут ли быть случайные открытия в поисках закономерностей Вселенной?

Валерий Рубаков, Альберт Ефимов

АННОТАЦИЯ Весной 2024 года онлайн-кинотеатр Okko, входящий в экосистему Сбера, совместно с продюсерской компанией «БМП» представил научное шоу «Границы познания». В роли ведущего выступил директор Управления исследований и инноваций Сбербанка Альберт Ефимов. Гостем программы стал выдающийся физик-теоретик Валерий Рубаков. В статье представлена сокращенная расшифровка беседы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА физический мир, материя, антиматерия, темная материя, темная энергия, передний край науки, антропный принцип, физика частиц

DOI 10.22394/2078-838X-2024-4-56-60

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ Рубаков В. А., Ефимов А. Р. Серендипность в космологии: могут ли быть случайные открытия в поисках закономерностей Вселенной? Образовательная политика, 19(4), 56–60. DOI:10.22394/2078-838X-2024-4-56-60

Поступила: 07.2024

Принята: 07.2024

Дата публикации: 12.2024

«Все удивительное можно объяснять «человеческим» путем»

Альберт Ефимов [АЕ] Есть ли границы у нашей Вселенной? А может быть, существуют и другие вселенные?

Валерий Рубаков [ВР] За границами видимой нами Вселенной есть огромное пространство. Оно похоже на то, которое мы наблюдаем, а дальше могут быть совсем другие пространства. И очень может быть, что Вселенная слишком велика для того, чтобы ее представить и окинуть взглядом.

[АЕ] Научный институт астрофизических и планетологических исследований Университета Тулузы опубликовал предположение о том, что антиматерия может скрываться в звездах Млечного Пути. Гипотеза выдвинута на основе всплесков

гамма-излучения, зарегистрированного магнитным альфа-спектрометром AMS-02 на борту Международной космической станции. Валерий Анатольевич, могут ли существовать звезды, состоящие из антиматерии, практически у нас дома, в нашей галактике Млечный Путь?

[ВР] Это очень экзотическая возможность. Я бы не стал сразу ее отмечать, но чрезвычайно сложно представить, что в процессе космологической эволюции звезды появились как объекты, состоящие из антиматерии. Я думаю, что найдутся другие объяснения. В космосе много всего происходит, но потом выясняется, что все удивительное можно объяснять «человеческим» путем. Тот факт, что в нашем ближайшем или далеком окружении есть материя и нет антиматерии, может указывать и на то, что антиматерия «спряталась» в черные дыры. Но это тоже



Валерий Анатольевич РУБАКОВ

д. физ.-мат. н., академик РАН, профессор,
главный научный сотрудник Института
ядерных исследований РАН

Валерий Анатольевич Рубаков (1955–2022) был выдающимся ученым. Его основные научные интересы лежали в области физики элементарных частиц, квантовой теории поля и космологии.

Исследования Рубакова повлияли на развитие моделей ранней Вселенной и теории Большого взрыва. Одна из его самых известных работ — гипотеза, в которой предложены механизмы, объясняющие асимметрию материи и антиматерии во Вселенной.

Кроме того, Рубаков активно занимался проблемами темной материи и предсказал возможность существования экзотических частиц, которые могли бы ее составлять. Он также исследовал многомерные пространства и их влияние на законы физики.

За свои достижения Валерий Рубаков получил множество российских и зарубежных наград.



Альберт Рувимович ЕФИМОВ

к. филос. н., вице-президент, директор
Управления исследований и инноваций
ПАО «Сбербанк», заведующий кафедрой
инженерной кибернетики Университета
науки и технологий МИСИС
(119049, РФ, Москва, пр. Ленинский, 4/1).
E-mail: efimov.ar@misis.ru

очень экзотическая история. Гораздо реальнее то, что асимметрия между веществом и антивеществом, материей и антиматерией появилась на очень ранних стадиях эволюции Вселенной.

[АЕ] Что касается законов физики, они развивались или возникли в тот момент, когда «прозвучал» Большой взрыв?

[ВР] Сейчас нет оснований думать, что законы физики менялись. Они существовали независимо от того, была Вселенная или нет.

[АЕ] Существует феномен серендипности. О нем говорят, когда происходит случайное открытие: мы ищем что-то одно, а находим совершенно другое. Похожее произошло с учеными в Италии, которые искали темную материю, а обнаружили темную энергию. Возможное открытие было сделано на установке XENON, построенной для того, чтобы искать именно темную материю¹. Но датчики зафиксировали нечто загадочное, и предположительно, это была темная энергия. Как связаны между собой темная материя и темная энергия? Почему прибор, созданный для поиска темной материи, позволил нам сделать возможное открытие, связанное с темной энергией?

[ВР] Темная материя, как мы думаем сегодня, это частицы, за счет которых собираются в гравитационные сгустки, скажем, галактики или скопления галактик. Это роль темной материи во Вселенной. А темная энергия — это субстанция, которая обеспечивает ускоренное расширение Вселенной. Надо понимать, что Вселенная-то расширяется, а плотность энергии не меняется. Значит, что при расширении у Вселенной появляется все больше энергии. И тут надо понимать, что с законом сохранения энергии не очень все здорово, он не работает просто.

На этом ксеноновом детекторе была обнаружена как бы не сама темная энергия, а частицы — кванты этой субстанции. Темная энергия, может быть, связана с каким-то очень слабо взаимодействующим и очень

¹ Темная материя — частицы неизвестной природы, не участвующие в электромагнитных взаимодействиях, не излучающие свет, но подверженные гравитационным взаимодействиям, как и обычное вещество. По общей массе они занимают больше четверти всей Вселенной. Регистрация темной матери — одна из главных задач физики элементарных частиц, решить ее пытаются ученые всего мира.

легким полем. И, может быть, именно эти легкие частицы были зарегистрированы. Это очень сомнительная история, но, тем не менее, возможно, речь идет о числе новых каких-то частиц, находящихся вокруг нас. Имеет ли это отношение к темной энергии? Это уже совсем сложный вопрос.

[АЕ] Темная материя является, я бы сказал, Святым Граалем для очень многих физиков сейчас. В частности, поиск темной материи является одной из задач телескопа «Джеймс Уэбб»². Почему поиск темной материи и энергии так важен для понимания прошлого и будущего нашей Вселенной?

[ВР] Все астрофизические наблюдения дают косвенное свидетельство: сколько темной энергии есть по массе, как она распределена, есть ли ее сгустки небольшого размера, звездного масштаба или нет. Эти вопросы изучает наблюдательная астрофизика и, в том числе, «Джеймс Уэбб». Непонятно, из каких частиц состоит темная энергия, какая у них масса, какие у них взаимодействия, как регистрировать. Есть множество идей и, соответственно, множество очень разных методов и экспериментов для их регистрации

[АЕ] Это вселяет оптимизм.

[ВР] Способы регистрации есть очень разные. Я уверен, что очень скоро мы обнаружим эту темную материю.

[АЕ] Что мы сможем понять о природе, если будут открыты темная материя или темная энергия?

[ВР] Можно только предполагать, но ясно, что темная материя — это наверняка целое семейство связанных между собой типов частиц — стабильных и нестабильных. Можно фантазировать, и фантазий, конечно, в литературе полно.

[АЕ] Дайте нам одну фантазию.

[ВР] Я сам в это не верю, но, тем не менее... Может быть, есть зеркальная вселенная с зеркальным веществом. Это некий мир, крайне похожий наш, но состоящий совершенно из других частиц, которые между собой взаимодействуют, создают планеты и звезды.

[АЕ] Мне кажется, что в научной фантастике подобное описывалось не один раз.

[ВР] Конечно, и вообще физики, так сказать, независимо или зависимо от научных фантастов приходят к похожим выводам, конечно.

[АЕ] Вы не верите в такую вселенную?

[ВР] Как-то уж больно тривиально звучит, мол, есть наш мир и есть зеркальный мир. Должно быть что-то более интересное, на мой взгляд.

[АЕ] Здесь я вспоминаю второй, кажется, закон Артура Кларка, мол, если мудрый пожилой ученый говорит, что что-то невозможно, то это, скорее всего, возможно, а если он говорит, что

что-то возможно, то это почти наверняка возможно.

[ВР] Конечно, физики стараются получать и регистрировать зеркальные частицы в лабораторных условиях. Люди пытаются найти окошко в зеркальный мир.

Неизвестное темной энергии

[АЕ] Дайте какой-то прогноз поиска того, из чего состоят темная материя, темная энергия. Сколько это лет — 10 или 20?

[ВР] Где-то в 2005–2006 году я читал публичную лекцию в Физическом институте им. Лебедева. Я тогда набрался наглости и сказал, мол, через десять лет мы будем знать, что собой представляют частицы темной материи. Прошло уже существенно больше времени, но мы до сих пор этого не знаем. Поэтому я не берусь давать прогноз. Хотя, на мой взгляд, это вопрос не столетий,

**МОЖЕТ БЫТЬ, ЕСТЬ ЗЕРКАЛЬНАЯ
ВСЕЛЕННАЯ С ЗЕРКАЛЬНЫМ
ВЕЩЕСТВОМ. ЭТО НЕКИЙ МИР,
КРАЙНЕ ПОХОЖИЙ НАШ, НО
СОСТОЯЩИЙ СОВЕРШЕННО ИЗ
ДРУГИХ ЧАСТИЦ**

а десятилетий. Но наверняка мы должны успеть это узнать, потому что это вызов.

Сергей Левичев,
Московский физико-технический институт:

Если мы можем зафиксировать гравитационное взаимодействие от темной материи, можем ли мы как-то понять, взаимодействует ли темная материя сама с собой каким-то иным видом взаимодействия?

[ВР] В принципе, можем. Темная материя сегодня — распределение темной массы, которую замечаем только потому, что она притягивает к себе уже видимую материю. Мы можем измерять, как обычная материя ведет себя вблизи вот этих сгустков. В зависимости от того, взаимодействуют частицы темной материи или нет, вы будете предсказывать те или иные свойства сгустков. Могут ли быть маленькие сгустки, если они отталкиваются друг от друга, то вы маленьких сгустков не сделаете, но есть указания на то, что частицы темной материи довольно сильно взаимодействуют. Но это все в процессе, это все должно быть. Так или иначе, мы должны в этом разбираться, изучая распределение этой темной материи в галактиках, в скоплениях галактик. Особенно интересно есть ли маленькие сгустки этой самой темной материи.

[АЕ] Есть такой принцип: «известное неизвестное» и «неизвестное неизвестное» — то есть, то, чего мы вообще не знаем. Вот темная материя и темная энергия, судя по тому, что вы сказали, являются для нас известным неизвестным. То есть мы знаем, что они существуют, но пока не обладаем инструментами, чтобы их исследовать. А есть ли в темной энергии что-то неизвестное неизвестное?

[ВР] Вообще говоря, про темную энергию есть кое-что неизвестное неизвестное. Дело в том, что по сравнению с любыми

энергетическими масштабами физики элементарных частиц плотность темной энергии безумно маленькая. Откуда в природе берется субстанция, плотность энергии которой «ни в какие ворота не лезет»? Вот это неизвестное неизвестное.

[АЕ] Я бы хотел поговорить про антропный принцип³. Потому что, как мне кажется, это одна из величайших загадок. Трое физиков из США, Франции и Кореи предположили, что за тонкой настройкой нашей Вселенной стоит бозон Хиггса⁴. Его масса эффективно запускает размножение физических вакуумов⁵, в каждом из которых плотность энергии имеет свое значение. При этом

небольшие изменения в физике (например, в массе бозона Хиггса) могут стать триггерами для формирования вакуумов с такими свойствами, которые позволяют существовать вселенной, подобной нашей. Насколько это заявление согласуется с антропным принципом и показывает его

существование? Видим ли мы какие-то подтверждения антропному принципу в его сильной или слабой форме?

[ВР] В его сильной форме, конечно же, нет. А что такое «слабый антропный принцип»? Мы живем в малюсеньком кусочке очень большой Вселенной, где, вероятно, есть области, совершенно непохожие на нашу. Есть какие-то огромные области, которые до сих пор экспоненциально быстро расширяются. Есть области, которые уже схлопнулись и постепенно перестают существовать. Везде есть разные законы физики. Гипотеза, о которой вы сейчас говорите, пытается эту картину мира объяснить.

Если мы с вами живем на Земле, то только потому, что здесь имеются более или менее приемлемые условия для существования. А ученые, о которых вы говорите, предлагают объяснение: как бы такое могло быть? Они привлекают для этого бозон Хиггса. Ну, гипотеза есть гипотеза, она имеет право на существование. На это по-разному можно

МЫ ЖИВЕМ В МАЛЮСЕНЬКОМ КУСОЧКЕ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЙ ВСЕЛЕННОЙ, ГДЕ, ВЕРОЯТНО, ЕСТЬ ОБЛАСТИ, СОВЕРШЕННО НЕПОХОЖИЕ НА НАШУ

глядеть, но сам антропный принцип вполне может быть рабочим. Например, кажется, в его пользу свидетельствует разговор о том, что темная энергия очень маленькая по величине. Если бы темная энергия была, скажем так, в сотню раз больше по величине в положительную, либо в отрицательную сторону, то нас бы здесь с вами не существовало. Положительная темная энергия заставила бы Вселенную очень быстро расширяться, и галактики не успели бы сформироваться. А если бы она была отрицательная, то Вселенная схлопнулась бы давным-давно, и опять-таки, никаких галактик бы не сформировалось.

**Константин Долгих, физический факультет
Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова:**
Как может быть устроена граница между

разными вакуумами, и какие силы обеспечивают стабильность этой границы во времени?

[ВР] Она нестабильна во времени. Это граница подвижна, и вполне может быть, что один вакуум расталкивает другой. Но они же не быстрее, чем со скоростью света, раздвигают свои границы. Пока они это делают, вселенная успевает расшириться. Поэтому да, некоторые вакуумы поедают окружающее пространство и другие вакуумы, но глобально это ничего не означает. Может быть, на нас где-то рядом наезжает другой вакуум, который потихонечку, со временем, через десяток или два миллиарда лет нас слопают, и здесь будет совершенно другая физика.

ИСТОЧНИК:

<https://okko.tv/serial/granicy-poznaniya>.

SERENDIPITY IN COSMOLOGY: Can There Be Accidental Discoveries in the Search for Patterns of the Universe?

Valery A. RUBAKOV,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Professor, Chief Researcher at the Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences (RAS).

Albert R. EFIMOV,

Ph.D. in Philosophy, Vice President-Director of the Research and Innovation Office at Sberbank, Head of the Department of Engineering Cybernetics at the National University of Science and Technology MISiS. 4/1, Leninsky Ave., 119049, Moscow, Russian Federation. E-mail: efimov.ar@misis.ru

ABSTRACT In the spring of 2024, the online cinema Okko, part of the Sber ecosystem, together with the production company BMP, presented a scientific show called The Frontiers of Knowledge. The show was hosted by Albert Efimov, Director of the Research and Innovation Department at Sberbank. The guest of the program was the distinguished theoretical physicist Valery Rubakov. The article presents a condensed transcript of the conversation.

KEY WORDS physical world, matter, antimatter, dark matter, dark energy, cutting-edge science, anthropic principle, particle physics

THE CITATION REFERENCE Rubakov V. A., Efimov A. R. Serendipity in Cosmology: Can There Be Accidental Discoveries in the Search for Patterns of the Universe? Educational Policy, (2024), 19(4), 56–60. DOI:10.22394/2078-838X-2024-4-56-60

Received: 07.2024

Accepted: 07.2024

Date of publication: 12.2024

This is an open access article distributed under the terms of the Attribution–NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY–NC–ND 4.0).