

Научное исследование «**Эволюция Вселенной в современных моделях неэйнштейновской гравитации**», которое проводит группа ученых КФУ под руководством академика РАН, главного научного сотрудника Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН А. Старобинского, получило в апреле 2016 г. грант Российского научного фонда.

Мы пообщались с Алексеем Старобинским, одним из создателей современной теории рождения Вселенной – теории инфляции, лауреатом премии Кавли (2014), фонда Губерта (2013), премии Томалла (Швейцария, 2009) и Почетным доктором Казанского университета.

**– Алексей Александрович, расскажите, пожалуйста, в чем суть исследования, которым Вы руководите в Казанском федеральном университете?**

– За последние годы в космологии сделано много замечательных открытий. Наблюдая движение звезд, галактик, а также квантов света – фотонов – в космическом гравитационном поле, мы открыли существование двух новых видов материи – темной материи и темной энергии, которые пока никак не проявляли себя в наземных экспериментах и которые лежат вне рамок современной стандартной модели элементарных частиц. Одновременно мы узнали о существовании двух новых больших периодов в истории и эволюции нашей Вселенной, в дополнение к ранее известным двум. Один из них начался только относительно недавно – эта эпоха доминирования темной энергии. Другой – инфляционная, или де-ситтеровская стадия – существовал в ее далеком прошлом, до горячего Большого Взрыва.

После этого революционного скачка в космологии естественным следующим шагом является выход за пределы пока остающейся неизменной эйнштейновской теории гравитации – общей теории относительности. Есть много причин ожидать, что эта теория, какой бы замечательно красивой она не представлялась нам, является не абсолютно точной, а только приближенной, хотя и с колоссальной степенью точности. Соответственно, главной целью

нашего проекта как раз и является поиск ее правильных обобщений (неправильных обобщений уже было предостаточно), опираясь и существенно используя современные экспериментальные и наблюдательные данные, главным образом космологические, поток которых растет не по дням, а по часам.

В свою очередь, и мы стремимся предложить астрономам новые виды и методы наблюдений, с помощью которых у них будет больше всего шансов сделать новые фундаментальные открытия.

**– Исследование будет проводиться Казанским университетом. Планируется ли в связи с этим создание в КФУ новых лабораторий, приглашение постдоков?**

-При КФУ в рамках ППК была создана научно-исследовательская лаборатория «Космология», научным консультантом которой я являюсь. Уже есть постдоки, будут и новые. Впрочем, об этом более подробно может рассказать руководитель НИЛ «Космология» профессор КФУ Сергей Сушков.

**– Будете ли Вы осуществлять непосредственное руководство аспирантами, магистрантами?**

– Возможно, но скорее всего вместе с их непосредственными научными руководителями. Мой типичный стиль работы в прошлом – статьи с двумя соавторами как раз такого типа.

**– Вы и Вячеслав Муханов совершили самое важное открытие в теоретической физике последних 30 лет – создали теорию инфляции, объясняющей процессы расширения и эволюции Вселенной. Можно ли в нескольких словах (чтобы понял даже человек далекий от физики) объяснить суть теории?**

– Здесь важно прежде всего правильно расставить приоритеты, поскольку теория инфляции – это очень большая тема, состоящая из разных частей. Если говорить о разработке эволюции однородной изотропной Вселенной, которая прошла через инфляционную стадию в далеком прошлом, то здесь основной вклад внесли моя статья 1980 г., статья Алана Гута 1981 г. и статьи Андрея Линде 1982 и 1983 гг. А вот другой краеугольный камень

теории инфляции, от которого и идут все блестяще подтвержденные количественные наблюдательные предсказания – теория генерации неоднородностей метрики пространства-времени и материи из вакуумных квантовых флуктуаций на инфляционной стадии – основана главным образом на моей статье 1979 г., статье Вячеслава Муханова и Геннадия Чибисова 1981 г. и трех практически одновременных статьях Стивена Хокинга, моей и Алана Гута вместе с Со-Янг Пи 1982 г.

Что же касается сути этой теории в нескольких словах, то я всегда предпочитал формулировать ее в следующем виде, в котором ее эстетическая красота становится наиболее очевидной.

А именно, это гипотеза (следствия которой подтверждены наблюдениями) о том, что в далеком прошлом наша Вселенная была в столь максимально симметричном состоянии, сколь это возможно, то есть сколько допускают как квантовый принцип неопределенности Гейзенберга, так и тот факт, что это состояние все-таки было неустойчивым. В терминах геометрии эта гипотеза приводит к тому, что пространство-время нашей Вселенной было очень близко к пространству-времени постоянной (и громадной) кривизны (пространству-времени де Ситтера), а в терминах физики – к тому, что никаких частиц тогда не было, все они возникли потом, после окончания инфляционной стадии.

**– Все мы с детства знаем, что Вселенная бесконечна и постоянно расширяется. Куда может расширяться бесконечная Вселенная?**

– Слова «расширение Вселенной» – это жаргон, непосредственно мы видим красное смещение галактик и уменьшение плотности, разрежение вещества со временем. Однако в математике бесконечные объекты вполне могут расширяться или сжиматься при различных преобразованиях. Вот вам простой одномерный пример, понятный школьнику. Возьмите обычную бесконечную прямую – ось  $X$  – и сделайте мысленно зарубки во всех ее целочисленных точках. А теперь растяните (тоже мысленно) эту прямую так, чтобы абсциссы всех зарубок удвоились. Тогда соседние зарубки будут отстоять друг от друга уже на две единицы длины, так что их линейная плотность уменьшится вдвое. А с другой стороны,

прямая как была, так и останется бесконечной.



**– На Ваш взгляд, какие открытия в области космологии ждут нас в ближайшем будущем и с чем они будут связаны?**

– Если говорить об ожидаемых фундаментальных открытиях, то на мой взгляд первым будет лабораторное детектирование космической темной материи, о существовании и свойствах которой мы знаем пока только из астрономии и космологии. Следующее, очень важное для всей теории инфляции открытие – это обнаружение первичных гравитационных волн на космологических масштабах, возникших на инфляционной стадии, которые были предсказаны в моей статье 1979 г. Но вполне могут быть и неожиданные открытия. Впрочем, над их предсказанием мы тоже работаем.

**– Как Вы считаете, мы одни во Вселенной или где-то еще может существовать жизнь?**

– Естественно думать, что мы не одни в нашей Вселенной. Другое дело, что поскольку после холодной инфляционной стадии и последовавшего за ней горячего Большого Взрыва прошло всего примерно 14 млрд. лет, это срок может оказаться недостаточным для возникновения жизни «в среднем», а мы возникли раньше, как статистическая флуктуация. Тогда не исключено, что мы – первые в нашей Галактике. А то, что происходит в других галактиках, мы видим с запозданием на миллионы и миллиарды лет из-за конечности скорости света. Эта задержка может оказаться достаточной для того, чтобы мы не увидели никаких сигналов от цивилизаций в других галактиках. Но все это только гипотезы. Реальный колоссальный прогресс в понимании того, как и где во Вселенной может возникать жизнь, происходит на наших глазах и связан с открытием и исследованием громадного числа экзопланет – планет в звездных системах других звезд.