

Главный научный сотрудник Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН, президент Российского гравитационного общества, иностранный член Национальной академии наук США, обладатель многочисленных российских и иностранных премий и наград Алексей Старобинский ($h=70$), который является научным руководителем Стратегической академической единицы КФУ «Astrochallenge: космология, мониторинг, навигация, приложения», выступил с лекциями на проходившей с 27 ноября по 2 декабря в КФУ III Международной зимней школе-семинаре по гравитации и космологии и астрофизике «Петровские чтения». В перерывах между работой школы-семинара один из создателей современной теории ранней эволюции Вселенной, предшествовавшей горячему Большому Взрыву, – теории космологической инфляции – отвечал на вопросы журналиста Казанского федерального университета.

– Алексей Александрович, выступая в КФУ, Вы отметили, что астрономия – наука XXI века. Какие открытия, сделанные в последнее время в области астрономии, на Ваш взгляд, являются самыми важными?

-Среди многих замечательных астрономических открытий, сделанных в последние годы, я бы особенно выделил три. Во-первых, хочу отметить количественное измерение отклонения Фурье-спектра начальных неоднородностей распределения материи во Вселенной от плоского (спектра Гаррисона-Зельдовича), что позволило значительно продвинуться в изучении далекого прошлого нашей Вселенной (эпохи холодного инфляционного расширения, предшествовавшей горячему Большому Взрыву) и подтвердило предсказание моей пионерской инфляционной модели 1980 года. Это было достигнуто в результате космического эксперимента «Планк».

Еще одним важным открытием я хотел бы назвать первое (а потом и последующие) прямое детектирование гравитационных волн, испущенных при слиянии двух черных дыр в одну, сделанное коллаборацией LIGO, а совсем недавно стало известно и о слиянии двух нейтронных звезд (во что, пока не ясно). Это с

колоссальной точностью подтвердило давние предсказания общей теории относительности о существовании гравитационных волн и черных дыр и о том, что скорость гравитационных волн равна скорости света. Так что прямо на наших глазах возникла новая ветвь астрономии: гравитационно-волновая.

Открытие большого числа экзопланет, то есть планет в других звездных системах, я бы назвал еще одним очень важным достижением астрономии XXI века. Большинство из экзопланет – газовые гиганты, подобные Юпитеру и Сатурну, но нашли и несколько таких, которые по размеру и массе близки к Земле.

– Космологи утверждают, что мы живем в эпоху доминирования темной энергии. Что это такое?

– Это нечто бесформенное, совершенно однородное и почти (а может быть и совсем) не меняющееся со временем. По своей плотности энергии оно составляет примерно 70% от полной (так называемой критической) плотности. Свет сквозь темную энергию проходит свободно. Кстати, примерно так давным-давно Платон и представлял себе «первоматерию». Так что не все в мире, а только 30%, состоит из частиц. Выяснилось, что в споре Платона с Демокритом, предложившим атомарную структуру материи, в каком-то смысле оба были по-своему правы.

– Вы – один из авторов главной космологической теории современности – теории инфляции Вселенной. Можно ли сказать, что ученые выяснили, какие этапы развития прошла Вселенная и знают, что ее ждет в будущем?

– Согласно современным представлениям космологии, опирающимся на многочисленные наблюдательные данные, в своей истории наша Вселенная последовательно прошла 4 основных стадии: холодную де-ситтеровскую (инфляционную) стадию, горячую стадию доминирования излучения и других ультрарелятивистских частиц (также популярно называемую Большим Взрывом), стадию доминирования нерелятивистской материи (барионов и лептонов, но главным образом – темной материи), а сейчас, в последние

примерно 5 миллиардов лет, она вступила в стадию, когда доминирует темная энергия.

Но, разумеется, эти 4 стадии не исчерпывают всей истории Вселенной: что-то было до инфляционной стадии и, скорее всего, что-то будет после современной стадии доминирования темной энергии. Просто в настоящее время у нас нет никаких наблюдательных данных, которые дали бы нам какую-нибудь надежную информацию об этом. Поэтому про будущее нашей Вселенной пока можно сказать только то, что, по-видимому, с ней глобально ничего существенно нового не произойдет в течение как минимум 50 миллиардов лет в будущем, она будет расширяться примерно с такой же (хотя и несколько меньшей) величиной хаббловской скорости, а современная стадия доминирования темной энергии будет продолжаться. В одной из своих последних работ с соавторами, которая будет опубликована в январе 2018 года, я даже поднял эту границу предсказуемости эволюции Вселенной примерно в 4 раза, до более чем 200 миллиардов лет, но при некоторых дополнительных предположениях.

«Эволюция Вселенной в моделях неэйнштейновской гравитации» – так называется проект, которым Вы руководите в КФУ. Он поддержан грантом РФФИ. На каком этапе находится исследование и есть ли уже результаты?

– Прошло две трети периода, на который был рассчитан проект, и примерно на столько же выполнена его первоначальная программа. Исследования ведутся широким фронтом – в четырех классах возможных обобщений общей теории относительности Эйнштейна, включая и квантовую гравитацию. Это необходимо для того, чтобы быть готовым к новым неожиданным наблюдательным данным. Одновременно мы стараемся определить, какое из этих направлений более перспективно с точки зрения внутренней последовательности и непротиворечивости, а также, если угодно, и математической красоты. Получено немало интересных результатов, объяснение которых потребовало бы слишком специального изложения. Упомяну только теоретические

исследования о том, что могло бы предшествовать инфляционной стадии в далеком прошлом нашей Вселенной, а также возможность того, что современная темная энергия является квантовым объектом, возникшим из квантово-гравитационных флуктуаций на инфляционной стадии. Однако к концу третьего года работы мы постараемся представить наши заключительные выводы также и в популярной форме.

-Какие еще наиболее интересные с точки зрения мировой науки проекты реализуются Казанским университетом в рамках САЕ, научным руководителем которого Вы являетесь?

– Кроме исследования дальнего космоса – всей Вселенной, в рамках нашего САЕ «Астровывоз» ведется большая и нужная для людей работа по ближнему космосу. Сюда относится мониторинг ближнего космоса – слежение за астероидами, метеоритами и космическим мусором – все это может быть опасными для людей как на Земле, так и в космосе; применение результатов космической деятельности для народного хозяйства: космическая геодезия, новые технологии в картографировании, слежении за экологией территорий и в управлении их развитием; построение высокоточной селеноцентрической навигационной сети для использования в системе ГЛОНАСС и многое другое.

– Стратегические академические единицы (САЕ) созданы в 2016 году для реализации прорывных научно-образовательных проектов в вузах, входящих в программу повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров «Проект 5-100». Как Вы считаете, когда финансирование САЕ закончится, что должно произойти, чтобы не было утеряно то ценное, что было сделано?

– Естественно, мы будем стараться искать различные источники для продолжения финансирования. Необходимым, хотя и далеко не достаточным элементом для этого будет являться признанный как в России, так и за рубежом научный авторитет нашей САЕ. Эта часть работы полностью в наших руках, и, по-моему, она пока осуществляется успешно как по формальным показателям

(количеству опубликованных статей в главных мировых физических и астрономических журналах т.п.), так и неформально – об этом свидетельствует укрепление прямых контактов с ведущими зарубежными учеными, работающими в нашей области. Например, я отметил, что на III международную зимнюю школу-семинар по гравитации, космологии и астрофизике «Petrov School 2017» приехало значительно больше наших иностранных коллег из самых разных стран мира, чем в прошлые годы.

– Недавно Вас избрали президентом Российского гравитационного общества. Чем занимается эта общественная организация и планируете ли Вы что-то менять в ее деятельности?

– Ее задача – объединение всех ученых, работающих в области гравитации как в России, так и в странах ближнего зарубежья, ранее входивших в состав СССР, а также проведение конференций и школ (в том числе международных) по этой и близким тематикам. РГО также издает свой международный научный журнал «Gravitation and Cosmology», который входит в пакет лучших российских академических научных журналов, распространяемый по всему миру издательством Шпрингер через российское агентство «Интерпериодика». Пока я еще не успел как следует подумать о том, нужно ли что-либо менять в ее деятельности, и ожидаю предложений на этот счет от моих более молодых коллег, в частности от профессора КФУ, заведующего кафедрой теории относительности и гравитации Сергея Сушкова, который теперь является одним из вице-президентов РГО.

Как Вы относитесь к возвращению астрономии в школу?

Приветствую всем сердцем. Исправлена большая ошибка в школьном образовании, допущенная ранее. Астрономия в школе нужна не только для развития ума, но и для развития души, чтобы учащиеся умели видеть и чувствовать красоту Вселенной.