



# Физика возможного и невозможного

Александр Анатольевич Лутовинов, любитель экстремального состояния материи и экстремального отдыха, всю жизнь работающий в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН), не только блестящий астрофизик, но и хороший популяризатор любимой науки, умеющий просто рассказать о сложных космических материях. Активный, неравнодушный, прямой и негибкий, он работает заместителем директора ИКИ по науке и возглавляет Координационный совет профессоров РАН при Президиуме Российской академии наук. Но любимая астрофизика по-прежнему остается на первом месте его интересов. Как выглядит сегодня наша космическая наука на фоне мировой? Когда состоится полет на Марс? Могут ли нейтронные звезды приносить пользу человечеству? Откуда взялись мусорные журналы? Об этом, а также об отношении физика к химии и химикам и многом другом с гостем рубрики беседует главный редактор журнала Любовь Николаевна Стрельникова.

**Вы активно участвовали в праздновании Международного года Периодической таблицы химических элементов – и в России, и во Франции, выступали с публичными лекциями на самых разных мероприятиях. Как вы, астрофизик, оказались вовлеченным в это дело?**

Поскольку идея отметить всем миром 150-летие Периодической таблицы была российской, то для подготовки этого вопроса наша Академия наук сформировала оргкомитет, в который, наряду с другими академиками, вошел Лев Матвеевич Зеленый, тогда директор нашего института и одновременно вице-президент РАН, отвечавший за международную деятельность. Нужно было убедить делегатов Генеральной ассамблеи Организации Объединенных Наций, что Международный год Периодической таблицы – это отличная идея. Оргкомитет решил сделать специальный буклет на эту тему, чтобы аргументы были в руках. И вот в какой-то момент Льву Матвеевичу пришло письмо от другого вице-президента РАН академика С.М. Алдошина с просьбой подготовить в буклет небольшой популярный текст об элементах в космосе. Почему-то это письмо передали мне со словами «надо что-то написать». Я попытался отказаться, говорил, что у нас есть ребята, которые занимаются метаном на Марсе, элементами на других планетах. Но мне сказали – нет, нет, надо написать что-то обо всех



▲ Обсуждение научных задач коллайдера NICA и их пересечения с астрофизикой. Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ). Справа - научный руководитель Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова ОИЯИ, академик Ю.Ц. Оганесян (Дубна, сентябрь 2020 г.)

элементах во Вселенной. Пришлось делать. Самое смешное, что Юлия Горбунова, моя замечательная коллега по сообществу профессоров РАН, которая была ученым секретарем этого оргкомитета, сказала: «Саша, придет письмо в твой институт, и оно наверняка попадет к тебе». – «Да ни в коем случае, – говорю, – у нас большой и многоплановый институт, наверняка есть люди, более близкие по тематике исследований». А потом, когда я позвонил ей и сказал, что ее пророческие слова сбылись, она долго смеялась. Так что

▼ А.А. Лутовинов с Ю.Ц. Оганесяном во время прогулки в окрестностях Дубны (февраль 2020 г.)



мне пришлось написать небольшой кусочек в буклет о том, как рождаются элементы во Вселенной и как мы их обнаруживаем. Они действительно там рождаются на фабриках-звездах, поэтому все, кто занимается исследованиями космоса, имеют к этому отношение. Вот так я невольно внес свой вклад в обоснование того, что 2019 год должен быть годом Периодической Таблицы химических элементов. Хотя я астрофизик.

**Говорят, вы полюбили сообщество химиков. Что вы увидели в нем такого особенного и привлекательного?**

На самом деле я полюбил химиков еще до Международного года таблицы. У нас в сообществе профессоров РАН представлены все науки, но химики, пожалуй, самые активные, они практически все друг друга знают, в курсе, кто и чем занимается. И когда задаешь какой-нибудь вопрос, они сразу находят людей, которые знают ответ или помогут его найти. Международный год с его широкими мероприятиями, куда меня приглашали участвовать, один Менделеевский съезд чего стоит (!), дал мне возможность еще лучше познакомиться с химиками, присмотреться к ним. Мне понравились сами люди, их сплоченность, организованность, какой-то общий интерес, я увидел работоспособное профессиональное общество – Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева. Оно и формальное, и неформальное, и в этом его прелесть. Люди осознают себя членами этого сообщества и относятся к нему с душой. Мне понравилась их энергия, с которой они всем этим занимаются. А сколько интересного я узнал! Впервые



▲ Рабочая встреча делегации РАН во главе с вице-президентом академиком Ю.Ю. Балегой с представителями Академии наук Франции по вопросам сотрудничества в области физики и астрофизики (Париж, 2019)

услышал о молекулярных машинах, например... Так что Год Таблицы дал мне возможность познакомиться со многими интересными людьми из вашего химического мира. И не только! Год Периодической таблицы свел меня с совершенно удивительным человеком, чьим именем назван химический элемент таблицы Менделеева с номером 118, оганесон, – академиком Юрием Цолаковичем Оганесяном. Конечно, я знал про элемент, слышал и читал про Юрия Цолаковича, но никогда и не предполагал, что мне посчастливится близко общаться с ним. Юрий Цолакович не только выдающийся ученый, но, я бы сказал, светлый человек, обладающий энциклопедическими знаниями, с потрясающим чувством юмора и обаянием. Наши беседы во время встреч и прогулок по Дубне о науке, искусстве, просто о жизни, рассказы Юрия Цолаковича о синтезе элементов, о новой фабрике сверхтяжелых элементов, о перспективах развития науки, его мнение о многих жизненных ситуациях, конечно, глубоко запали мне в душу. Честно говоря, время от времени ловлю себя на мысли, а заслужил ли такое...

**Да, в химии работают люди чрезвычайно творческие, тонкие, со вкусом. Я не шучу.**

Согласен. Накануне открытия Года Таблицы мы с Юлей поздно вечером сидели в кабинете у Александра Михайловича Сергеева, президента РАН, тоже физика, обсуждали подготовку к его докладу на открытии года. Кстати, доклад он сделал просто потрясающий – про Д.И. Менделеева и Периодическую систему. Помню, я поделился с Александром Михайловичем своим наблюдением, что

химики считают нас, физиков, грубыми и жесткими, а свою науку – более утонченной. Александр Михайлович задумался, а потом говорит: «А знаете, Саша, ведь они в чем-то правы. Мы, физики, ведь что делаем? Берем какой-нибудь протон и разгоняем посильнее, чтобы шархнуть по мишени и чтобы все это в щепки разлетелось, а мы бы посмотрели, как это устроено. А химики наоборот – они синтезируют, то есть создают. И дело это тонкое». Согласитесь, в этом суждении что-то есть.

**Почему вы стали физиком? У химии были шансы?**

У меня в детстве в городе Мичуринске была своя маленькая химическая лаборатория – на балконе. Это были те замечательные времена, когда в магазинах продавали исключительно содержательный набор «Юный химик». А родители разными путями доставали мне «запретные» реактивы. Тогда можно было делать разные опыты, в том числе и с пиротехническими составами, и тебе за это ничего не было. Эта возможность что-то создавать своими руками, комбинируя разные вещества, просто завораживала. Собственно, для того и выпускали набор «Юный химик», чтобы увлечь ребят химией. Но физика мне больше нравилась, ее строгость, общность законов для всей природы, их взаимосвязь, логичность.

**На самом деле, здание химии стоит на фундаменте из физических законов.**

А я боялся это сказать, чтобы вас не обидеть. Да, конечно, химия имеет дело с основными физическими взаимодействиями. Так что мы родственные науки. Помню, в конце 80-х годов, будучи девятиклассником, я



▲ А.А. Лутовинов и академик Л.М. Зеленый принимают в ИКИ высоких гостей – зам. министра науки и высшего образования РФ Г.В. Трубникова, генерального директора ГК Роскосмос Д.О. Рогозина, президента РАН академика А.М. Сергеева – и показывают рентгеновский телескоп ART-XC (Москва, 2019 г.)

ездил на всероссийскую олимпиаду в составе большой команды от моей Тамбовской области. Мы тогда, кстати, очень хорошо выступили, заняли на физике первые два места. Я – второе. Олимпиады по разным предметам проходили в одном месте параллельно. И мы поддразнивали нашего химика, замечательного парня, победителя этой олимпиады, всякими дурацкими высказываниями типа: «Ну ты же понимаешь, что химия – это плохо понятая физика».

### **Как после МФТИ вы оказались в Институте космических исследований?**

На самом деле я пришел сюда в конце второго курса. Тогда Интернета не было, поэтому я нашел в справочнике телефон директора института и попросту позвонил. Разговаривал, конечно, с его помощником-референтом. Представился, что я студент второго курса МФТИ и хочу заниматься космической физикой на одноименной кафедре, которую тогда возглавлял директор этого института. Меня выслушали и сказали – приезжайте, поговорим. Директором и заведующим кафедрой тогда был академик Альберт Абубакирович Галеев. Помню, как зашел к нему в кабинет. Он сидел в кресле, попыхивал трубочкой и внимательно рассматривал меня. Потом спросил, чем именно я хочу заниматься. ИКИ – многоплановый институт, здесь есть все: и планетная физика, и плазма, и солнечно-земные связи, и

астрофизика, и дистанционное зондирование Земли, и приборостроение... Я уверенно сказал – астрофизикой, и Альберт Абубакирович направил меня к академику Рашиду Алиевичу Сюняеву. Опять поговорили, и меня поручили заботам молодого тогда сотрудника Сергея Андреевича Гребенева. Он стал моим научным руководителем и помогал мне осваивать астрофизику шаг за шагом.

Последующие четыре года учебы все свое свободное время я проводил здесь, в ИКИ. Практически каждый день ездил из Долгопрудного – полтора часа в один конец, полтора часа в другой. Иной раз и на ночь оставался. Тогда (да и сейчас) ночь была отличным временем для работы. В те годы в институте уже были передовые многопользовательские компьютеры и даже внутриинститутская сеть, чтобы можно было работать удаленно. Но мощностей для обработки данных не хватало, чтобы все желающие могли поработать, особенно днем. Компьютеры работали довольно медленно. А ночью никого не было и можно было быстро обрабатывать данные. Поэтому удавалось за ночь многое сделать и посчитать.

### **Вы работали на телескопах? Они тогда были закоммутированы на компьютеры?**

У нас в институте астрофизическое направление в основном связано с исследованиями в рентгеновском и гамма-диапазонах. Но рентгеновское и гамма-излучение не пропускает атмосфера, поэтому телескопы



▲ Министр науки и высшего образования РФ В.Н. Фальков и зам. министра С.В. Люлин во время визита в ИКИ РАН получили в подарок первую рентгеновскую карту всего неба, созданную благодаря российскому телескопу ART-XC (июль 2020 г.)

для его регистрации устанавливаются на космических аппаратах. Мы работаем с данными таких инструментов, которые видят это излучение, регистрируют его, дальше данные сбрасываются на Землю на специальные приемные станции и уже потом попадают в компьютеры ученых.

### **Во времена вашего студенчества они уже были на орбите?**

Да. Когда в 1990 году я пришел в ИКИ, годом раньше запустили Международную астрофизическую обсерваторию «Гранат», которую создали совместными усилиями СССР, Болгария, Дания и Франция. На этой обсерватории было установлено несколько гамма-телескопов и рентгеновских спектрометров, в том числе и российский телескоп АРТ-П, который сделали в ИКИ. Вообще это был первый полноценный рентгеновский телескоп у нас в стране. И мне сказали – вот есть данные с телескопа АРТ-П, учись обрабатывать. С этого и началась моя научная работа. А когда закончил МФТИ, вопрос «куда идти?» не стоял. На работу в ИКИ меня оформили уже с третьего курса, так что в ИКИ я официально работаю с 1992 года.

**... и по сей день, то есть всю свою профессиональную жизнь. Могли бы за это время поменять уже пять мест работы, как это принято в западной науке.**

На Западе смена места работы не самоцель. Для молодого человека, который защитил PhD (кандидатскую диссертацию в наших терминах), поехать в другое место и самостоятельно поработать, потолкаться локтями, побороться за место под солнцем, наверное, важно и нужно, это полезный опыт, помогающий понять, как устроена работа в науке, узнать и научиться чему-то новому. При этой модели ты должен жить в условиях конкурентной борьбы, должен постоянно демонстрировать, что ты лучший, иначе тебе постодка там просто не продлят.

### **Постдок – это статус, период жизни или ставка?**

И то, и другое, и третье. Постдок – это некий активный период после защиты PhD, когда ты можешь совершенно самостоятельно взяться за какое-то научное исследование. Это самый продуктивный возраст и самая эффективная рабочая сила в науке, поэтому все лаборатории мира берут постдочков на временную работу. Большое заблуждение, что наших везде с руками отрывают. На эти вакансии конкуренция будь здоров, в том числе и среди «местных». Раз получишь, два получишь – и все. Я знаю многих ребят, для которых после двух-трех постдочков больше не находилось возможностей продлевать контракт. Потом надо искать более-менее постоянные позиции в университетах – ассистента профессора, доцента или полностью переключаться на преподавательскую деятельность. Но, с другой сто-



▲ *Выступление на научной сессии Общего собрания РАН, посвященной Международному году Периодической таблицы химических элементов (ноябрь 2019 г.)*

роны, перепрыгивание с места на место, постоянная нестабильность, отсутствие уверенности в завтрашнем дне – все это накладывает отпечаток. Пока ты молодой – ничего, можно побегать, но с годами постаревшие постдоки начинают нервничать, не все остаются в науке, уходят в технологические отрасли. Так происходит на Западе. А у нас ученый может вполне счастливо и успешно проработать всю жизнь в одной организации.

**Но ведь нынешнюю молодежь такой сценарий не устраивает, их Запад манит.**

Да, поэтому у нас сейчас холят молодежь: давайте им это дадим, еще и вот это, и бонусы, и возможности. С одной стороны, это правильно, молодых надо поддерживать. С другой стороны, некоторые начинают чувствовать себя незаменимыми и перестают работать – а чего я буду напрягаться, если меня и так будут ласкать, ведь я – молодой, нужен для грантов, для отчетов и хорошей статистики. Все всё понимают. Ситуация здесь неоднозначная и порой циничная.

**Есть в этом какая-то несправедливость по отношению к тем, кто уже 30–40 лет работает в науке. Их никто не целует.**

Нам свойственна компанейщина – то дружно бежим туда, то дружно бежим сюда. Конечно, нужен разумный и взвешенный подход. Но молодежь поддерживать надо,

потому что ее явно не хватает, а наука стоит на преестственности. Надо молодежь привлекать, но привлекать тупо деньгами – не выход. Вот приходит такой молодой, деньги-то хорошие платят, а сам апатичный, вялый, и чего с ним делать? Ясно же, что толку не будет никакого. Тут главное понять, чего мы хотим – встраиваться в глобальные тренды и быть в мировой науке либо поднимать и развивать российскую науку. Это такие качели. Если встраиваемся в мировую науку, то будем терять научные кадры. Это очевидно, поскольку, объективно говоря, ресурсов у нас явно меньше, чем во многих других странах. Если организовывать здесь какие-то преференциальные возможности, есть опасность перегнуть палку, погрузиться в болото и зауклиться. Как наши футболисты говорят: «Чего я туда поеду? Нас и здесь неплохо кормят. Буду я убиваться, играть в каких-то там клубах, когда мне и здесь платят миллионы евро...»

**Россия – лидер в освоении космоса: первые спутники, первые пилотируемые полеты, первые орбитальные станции... Была. Полагаю, девяностые годы сильно отбросили нас назад. А как выглядит наша российская космическая наука сегодня? На фоне мировой?**

Теоретические работы у нас никогда не останавливались, а наши космологи и астрофизики всегда оставались на лидирующих позициях. Престижные



scientificrussia.ru/articles/zhizn-zvezdy

▲ В ИКИ РАН во время записи научно-популярных лекций о звездах, нейтронных звездах, черных дырах и инструментах, которые позволяют их исследовать. На заднем плане – телескоп ART-XC, полный аналог того, что летает на обсерватории «Спектр-РГ» (Москва, июль 2020 г.)

международные премии по космологии и астрофизике в последние годы получали и наши физики – например, в прошлом году престижнейшую медаль имени Дирака получили Рашид Алиевич Сюняев, Алексей Александрович Старобинский и Вячеслав Федорович Муханов. Это, несомненно, признание российской теоретической науки. Что же касается экспериментальной стороны космических исследований, то мы все знаем про 90-е и начало двухтысячных, когда у нас почти ничего не летало и было несколько серьезных неудач с планетными миссиями, в том числе с межпланетной автоматической станцией «Марс-96», которую не удалось вывести на орбиту, и с зондом «Фобос-грунт» в 2011-м. Это, конечно, нанесло серьезный удар по космической науке, по планетной в первую очередь.

### **Подождите, но ведь был запущен «Спектр-Р» в 2011 году?**

Да, это было первой ласточкой после долгого перерыва – первый из четырех аппаратов серии «Спектр», изготовленный в России. На нем находился радиотелескоп, который позволял проводить фундаментальные астрофизические исследования в радиодиапазоне в соответствии с международной космической программой «Радиоастрон». Это был большой успех и важный, знаковый эксперимент, телескоп семь лет достойно отработал на орбите, дал научные результаты, анализ его данных продолжается.

А потом пришел 2019-й год, и мы успешно запустили обсерваторию «Спектр-РГ», второй аппарат из серии «Спектр». РГ означает рентген-гамма. На нем установлены два телескопа, которые проводят обзор всего неба в рентгеновском диапазоне, дополняя друг друга. Оба прибора прекрасно работают, и особенно важно, что один из них – российский телескоп ART-XC. Ничего подобного прежде у нас в стране не делали. Образно говоря, запуск обсерватории «Спектр-РГ» и создание своего телескопа из средненькой лиги закинул нас сразу в лигу чемпионов. И мы должны удержаться там, пока все работает, а для этого нужно писать хорошие научные статьи. Данные у нас в руках есть, данные обзоров неба прекрасные, и они продолжают поступать с нашего телескопа. Это гигантский прорыв в космическом приборостроении.

### **Телескоп создали у вас в ИКИ?**

Телескоп ART-XC придумали, разработали и спроектировали здесь, в ИКИ. И всё – в первую очередь благодаря одному человеку, научному руководителю этого телескопа Михаилу Николаевичу Павлинскому, замдиректора нашего института. К сожалению, полтора месяца назад он ушел из жизни. Такая вот беда у нас. Михаил Николаевич придумал этот телескоп, продвинул, пробил, создал. Тут ведь важно было не только придумать, но и собрать команду единомышленников, убедить их, заразить идеей, чтобы они бросились в ра-



▲ М.Н. Павлинский – старший товарищ, друг и учитель

боту. И сейчас телескоп летает на орбите как памятник Михаилу Николаевичу. Запуск «Спектра-РГ» многократно переносился, в том числе потому, что выявлялись какие-то особенности, неполадки, и с этим надо было разбираться. Михаил Николаевич, который тащил на себе всю работу не только по телескопу, но и по всей обсерватории, говорил: «Саша, я никогда не разрешу запускать обсерваторию, пока на Земле не отработаем все циклограммы, все нештатные ситуации, пока будут хоть малейшие сомнения». Благодаря этому «Спектр-РГ» сейчас успешно работает. В память о Михаиле Николаевиче Павлинском мы решили назвать телескоп его именем.

Михаил Николаевич создал в институте целое направление по полупроводниковым космическим детекторам, которых в России в принципе никогда не было. Сейчас у нас здесь лучшая и, пожалуй, единственная в стране лаборатория, которая может это делать на мировом уровне.

Пару лет назад мы вместе с известным финским профессором-астрофизиком Юри Поутаненом выиграли конкурс мегагрантов и теперь в рамках этого проекта ведем не только глубокие теоретические исследования нейтронных звезд, но и активно разрабатываем детекторы для новых космических инструментов, новые специализированные микросхемы и сложнейшую электронику.

## Такая космическая обсерватория – это ведь сложное и очень дорогое производство. Кто делал железо?

Как я уже говорил, российский телескоп был задуман в ИКИ, здесь же разработали и создали весь блок детекторов, блок обслуживающей электроники, звездные датчики. А вот весь телескоп делали в Российском федеральном ядерном центре в Сарове. Таким образом, телескоп ART-XC – это результат сотрудничества Российской академии наук и госкорпорации «Росатом», которая серьезнейшим образом вложилась в такое нетривиальное для них направление. Кстати, в нашем телескопе поучаствовало и НАСА. У нас в ИКИ находится брат-близнец телескопа, летающего сейчас в космосе, на котором стоят зеркала, сделанные в Сарове. До этого в России вообще не было рентгеновской металлооптики. Наши коллеги из Сарова фактически с нуля освоили технологию, которой европейцы и американцы пользуются десятки лет и непрерывно оттачивают ее.

Конечно, за такой короткий срок нельзя сделать идеальные зеркала, тем не менее в Сарове сделали очень достойные. Однако на летном образце установлены американские зеркала. В какой-то момент возникло опасение, что мы не успеем сделать к сроку свои зеркала, поэтому решили: давайте из семи зеркал поставим четыре американских, заплатим за это, а три будут саровские. Американские коллеги сделали эти зеркальные системы по нашему заказу, и они им очень понравились, потому что им пришлось вложиться в некие технологические новации и зеркала получились просто на загляденье. В результате они предложили – давайте мы бесплатно сделаем вам еще четыре системы, три основных и одну запасную, чтобы все системы на телескопе были одинаковыми. Вообще, насколько я знаю, это первый случай, когда НАСА сделало что-то для российской науки за свои деньги.

## Бесплатно, не но бескорыстно?

Мы договорились, что за эти бесплатные зеркала один небольшой участок неба мы будем обрабатывать вместе. Нормальное сотрудничество, по-честному. Но вообще-то это совершенно уникальный случай.

## А кто делал сам спутник, на котором установлены телескопы? Вряд ли в Сарове.

Платформу «Навигатор» сделали в НПО имени Лавочкина. Спутник совершенно замечательный, он удовлетворяет всем требованиям, которые предъявляют к нему ученые по точности наведения, по сканированию небесной сферы, по проведению обзоров – по чему угодно. Как я уже говорил, на этой платформе стоят два телескопа – немецкий и российский. Телескопы проводят непрерывные наблюдения, сканируя Вселенную, и по радиоканалу сбрасывают данные на Землю с расстояния полтора миллиона километров. Все данные приходят сюда в ИКИ, и здесь мы их анализируем. Данные немецкого телескопа отправляются еще и в Германию. Это прямое сотрудничество «Роскосмоса» и Немецкого



▲ М.Н. Павлинский в Центре управления полетами ИКИ РАН руководит включением телескопа ART-XC через несколько дней после запуска обсерватории «Спектр-РГ» в космос (июль 2019 г)

космического агентства, а также ИКИ РАН и Института внеземной физики общества имени Макса Планка, которые отвечают за научную программу обсерватории.

### Какой телескоп лучше – немецкий или наш?

Каждый хорош по-своему. Немецкий телескоп замечательный. Это, наверное, лучшее, что могла произвести немецкая промышленность. Он работает в мягком рентгеновском диапазоне, уже получил потрясающую карту первого обзора Вселенной, миллион источников на всем небе. Наш телескоп работает в более жестких лучах, соответственно источников мы видим меньше, так устроена природа, физика. Многие объекты, которые видит немецкий телескоп, мы не видим. Но есть уникальные объекты, которые не видит их телескоп, зато видит наш. Если сложить результаты обоих телескопов, то получится цельная картина Вселенной.

### Что вы хотите сделать с помощью «Спектра-РГ»?

Задача «Спектра-РГ» – построить самую глубокую карту Вселенной, на которой будут нанесены все массивные скопления галактик, а их должно быть порядка ста тысяч, три-четыре миллиона сверхмассивных черных дыр. Он видит черные дыры в центрах галактик, которые родились 10 миллиардов лет назад. Глобальная цель – понимание физики Вселенной, как она развивалась,

как образовывались черные дыры, как эволюционировала Вселенная, какова в этом роль темной энергии. Если говорить об объектах, которые видит российский телескоп, они с научной точки зрения представляют не меньший интерес. Это, как правило, нейтронные звезды и черные дыры, которые находятся в нашей и ближайших галактиках, а также сверхмассивные черные дыры в центрах других галактик.

### Вы сказали, что телескоп видит черные дыры. Но каким образом? Ведь черные дыры ничего не излучают?

Да, черная дыра сама по себе ничего не излучает, не светит, мы ее не видим. Саму нейтронную звезду тоже сложно увидеть, она светит слабо. Но если черная дыра находится рядом с обычной звездой типа Солнца или более массивной, скажем, в двадцать масс Солнца, то из-за гравитации вещество звезды начнет перетекать на этот компактный объект – черную дыру, начнется процесс аккреции. Когда вещество перетекает, оно закручивается, образуется так называемый аккреционный диск, в котором вещество трется слой о слой, постепенно приближаясь к черной дыре. Падая, оно разгоняется до больших скоростей и начинает разогреваться до десятков-сотен миллионов градусов. А это рентгеновский диапазон. И эти объекты очень яркие именно в рентгене. Сама черная дыра не светит, светит



▲ Пресс-конференция в ИКИ РАН, посвященная открытию слияния нейтронных звезд и роли, которую сыграли в этом российские ученые и обсерватория ИНТЕГРАЛ. Справа – д-р Рене Пишель, глава представительства Европейского космического агентства в России, в центре – академик Л.М. Зеленый, тогда директор ИКИ (16 октября 2017 г.)

вещество, которое она притягивает к себе. Регистрируя это излучение, мы получаем огромное количество информации, позволяющей определить параметры объекта, понять его физику.

### Нейтронные звезды тоже оттягивают на себя вещество обычных звезд?

Да, нейтронная звезда, компактный и сверхплотный объект диаметром около 10–15 км, также может оттягивать на себя вещество близкой звезды. Если в черную дыру все ухает и пропадает за горизонтом событий, то на нейтронную звезду вещество может падать по-разному. Если у нее еще и сильное магнитное поле, поток вещества со звезды врезается в магнитосферу нейтронной звезды. Под действием давления магнитного поля он останавливается, и вещество начинает течь вдоль магнитных силовых линий на магнитные полюса и уже там падает на поверхность, сильно разогреваясь. Получается два горячих пятна. Но нейтронная звезда вращается, поэтому пятна будут периодически появляться или исчезать на луче зрения, и мы сможем увидеть пульсирующее излучение. Вот вам рентгеновский пульсар. Если магнитное поле слабенькое (надо, однако, понимать, что слабенькое – это по космическим меркам,  $10^8$ – $10^9$  Гс, что в миллионы раз больше стационарных полей, которые человечество научилось получать в земных условиях, а сильные поля еще в десятки тысяч раз сильнее), то его давление тоже невелико, и вещество может упасть на поверхность нейтронной звезды и находиться там, пока температура и давление не поднимутся настолько, чтобы началась термоядерная реакция. На поверхности нейтронной звезды происходит термоядерный взрыв, мы видим ярчайший всплеск в течение нескольких десятков секунд, когда сгорает несколько масс Луны. Мы даже видим,

как взорвавшаяся оболочка отлетает от поверхности нейтронной звезды, а потом под действием гравитации падает обратно. Через некоторое время процесс аккреции восстанавливается и вещество снова начинает накапливаться на поверхности нейтронной звезды до следующего взрыва. Вот вам еще один тип объектов, который мы можем увидеть с помощью наших телескопов в рентгеновском диапазоне.

### А можно ли как-то приспособить это знание к нуждам «народного хозяйства»?

Как это ни удивительно звучит, но можно. Есть изолированные нейтронные звезды, у которых в силу ряда причин нет рядом обычной звезды. Как правило, они очень быстро вращаются, скажем, десятки или даже сотни оборотов в секунду. Такая мегастиральная машинка с массой Солнца. У нее есть магнитное поле, но рядом нет звезды, поэтому никакое вещество на нее не перетекает, но тем не менее мы можем хорошо видеть ее излучение. Существует несколько гипотез, объясняющих природу этого излучения. Одна из них заключается в том, что магнитное поле порождает сильнейшее электрическое поле, которое может буквально вырывать электроны из коры нейтронной звезды. Электроны, вырванные из поверхности нейтронной звезды, начинают лететь вдоль силовых линий магнитного поля с огромной скоростью и испускать фотоны. Это так называемое синхротронное излучение, которое исходит из полюсов нейтронной звезды. Но ведь звезда вращается, соответственно, свечение мигает, получается пульсар.

У каждой такой нейтронной звезды есть свой период вращения, который мы можем измерить с высокой точностью и предсказать, как она будет пульсировать, поскольку скорость вращения постепенно затухает

из-за потери энергии. Таких звезд на небе десятки, сотни, тысячи, и все они вращаются, мигают, подобно маякам, при этом для каждого из них вы знаете характеристики – уникальный период и форму сигнала. Получается такой набор естественных, природных маяков Вселенной. И на их основе можно создать систему навигации для космических кораблей, в первую очередь – для дальнего космоса, но и для некоторых задач ближнего космоса тоже. Ее можно сделать автономной, компьютер на борту сам сможет регистрировать сигналы, сравнивать с тем сигналом, который должен быть, и решать обратную задачу – определять свое положение и вектор скоростей. Над разработкой такой автономной системы навигации для космических аппаратов по сигналам рентгеновских пульсаров мы сейчас активно работаем, в том числе с использованием данных российского телескопа ART-XC на борту обсерватории «Спектр-РГ».

**Говорят, вы не расстаетесь с мобильным телефоном даже ночью – постоянно ждете смс из космоса. Кто вам шлет оттуда послания и почему надо немедленно на них реагировать?**

Ну, не совсем из космоса, хотя доля истины в этих словах есть. В 2015 году произошло важнейшее событие в науке – были впервые зарегистрированы гравита-

ционные волны от слияния двух черных дыр. За это открытие в 2017 году была присуждена Нобелевская премия. Нобелевская премия присуждалась в начале октября. А в августе 2017 года произошло ключевое событие, в том числе и для этой Нобелевской премии, которое подтвердило, что гравитационные волны действительно регистрируются. На этот раз впервые было зарегистрировано другое уникальное событие – слияние двух нейтронных звезд. Слияние черных дыр видят только детекторы LIGO и Virgo, регистрирующие гравитационные волны. В других диапазонах это событие не видно: согласно большинству теорий, если у черной дыры материи нет, то и светиться нечему. А когда сливаются две нейтронные звезды – полторы массы Солнца и полторы массы Солнца настоящего барионного вещества, то обязательно будет какой-то электромагнитный сигнал.

Итак, 17 августа 2017 года детекторы LIGO и Virgo зарегистрировали гравитационно-волновой сигнал и параллельно с этим через 1,7 секунды американская Обсерватория Ферми и европейская Обсерватория ИНТЕГРАЛ независимо зарегистрировали гамма-всплеск. ИНТЕГРАЛ в 2002 году был запущен на орбиту российской ракетой «Протон», за что российские ученые получили право на 25% данных, полученных этой обсерваторией. ИНТЕГРАЛ, по счастью, работает до сих пор, и вот он зарегистрировал этот гамма-всплеск.

▼ *В Южноафриканской астрономической обсерватории профессор Дэвид Бакли рассказывает об устройстве одного из крупнейших в мире оптических телескопов – 11-метрового Южноафриканского Большого Телескопа (SALT). У ИКИ есть совместный проект с ЮАР и Индией по исследованию высокоэнергичных вспыхивающих объектов на небе (ЮАР, ноябрь 2017 г.)*





▲ А.А. Лутовинов с первым председателем Координационного совета профессоров РАН Ал.А. Громыко во время собрания вновь избранных профессоров РАН (Москва, РАН, 2018 г.)

А уже потом десятки других обсерваторий и телескопов во всем мире наблюдали это событие, произошедшее в далекой галактике на расстоянии более 130 миллионов световых лет от нас – в оптике, в инфракрасных лучах, в радиодиапазоне, подтвердили, что это действительно было слияние нейтронных звезд, и измерили целый набор физических параметров того, что получилось после слияния.

Я и наша группа много работали и работаем с данными ИНТЕГРАЛа. У нас вместе с европейскими коллегами есть некое дежурство по обсерватории «ИНТЕГРАЛ» – примерно по две недели раз в два месяца. Дежурный в любой момент дня и ночи может получить смс-сигнал от LIGO/Virgo и центра данных обсерватории ИНТЕГРАЛ о том, что зарегистрировано некое событие, породившее гравитационные волны, и дежурный должен срочно броситься к компьютеру и проверить, нет ли каких-то сигналов в данных ИНТЕГРАЛа.

### **Это единичные, редкие события?**

Да не сказал бы. Только за последнюю, третью сессию работы, то есть за год, детекторы LIGO/Virgo зарегистрировали более пятидесяти событий. Поэтому смс приходят периодически и надо на них реагировать. В прошлом году такое сообщение застало меня в вагоне метро. Пришлось сесть на пол, достать ноутбук и срочно заняться обработкой данных обсерватории «Интеграл».

### **Вы председатель Координационного совета профессоров РАН. Какие добрые дела на счету профес-**

### **соров? Удастся ли вам влиять на научную политику в стране?**

К сожалению, у нас многое происходит так, как говорил незабвенный Виктор Степанович Черномырдин – «все те вопросы, которые были поставлены, мы их все соберем в одно место». Не все удастся, многие идеи, наработки не доходят до того финального состояния, которое хотелось бы видеть, а где-то тонут в бюрократическом водовороте или просто в нежелании чиновников что-то делать. Тем не менее что-то получается. Первое большое дело, в котором мы приняли активное участие, – это стратегия научно-технического развития РФ до 2030 года, которая была принята в 2016 году. Над ней мы очень много работали. В рабочую группу, которая готовила окончательную версию, входили двое профессоров РАН – Алексей Анатольевич Громыко и Фёдор Генрихович Войтоловский. Все наши идеи они транслировали разработчикам, и многое из предложенного вошло в Стратегию. Мы также активно работали над новым законом о науке, входили в состав рабочей группы, выступали в Госдуме и Совете Федерации, давали свои предложения. Но законопроект опять приостановили и положили на полку, не знаю – почему. Благодаря нашей работе в нем появилось много разумного и дельного, хотя многое и продолжало нам не нравиться. Но закон объективно нужен, с ним может появиться новый импульс для развития науки.

Вообще, профессора РАН должны работать в первую очередь с Академией наук, решать ее задачи. Последним таким объемным делом мы занимались как раз накануне карантина, в январе-феврале. РАН подго-

товила программу фундаментальных исследований до 2030 года. Получилась большая, детальная программа в статусе государственной, с финансами, – более 600 страниц. К этому объемному документу, который вряд ли какой чиновник осилит, президент РАН поручил нам написать пояснительную записку на 60–70 страниц, чтобы она простым языком объясняла бы, почему фундаментальная наука важна и нужна, почему ее нужно финансировать, какие результаты были достигнуты, что планируется, куда мы будем двигаться в ближайшие десять лет и как мы выглядим в сравнении с мировым уровнем. Мы работали над документом два месяца в тесном контакте с президентом Академии наук, было несколько итераций. В марте Президиум РАН одобрил окончательную версию документа, и он ушел на утверждение в Правительство.

### **Существует какая-то формальная организация профессоров РАН?**

Существует Координационный совет профессоров РАН при Президиуме Академии наук. Профессора РАН, а их сегодня 606 по всей стране, охватывают все направления наук. Это достаточно эффективное сообщество с точки зрения быстрого ответа на запрос. Это работоспособное экспертное сообщество, у членов которого есть профес-

сиональный опыт, есть живость, желание что-то сделать, что-то изменить к лучшему. Конечно, со временем эта живость затухает, когда усилия не приносят ожидаемого результата, а уходят в песок, как вода. Раз ушли в песок твои труды, два ушли... Да ну их, буду я тратить на это время, лучше я наукой буду заниматься, что справедливо. И строго говоря, никто профессоров не заставляет что-то делать. Тем не менее, такое активное сообщество есть, оно несет, в частности, большую экспертную функцию.

Например, мы уже второй год ведем экспертизу для конкурса молодых ученых правительства Москвы. Чтобы избежать каких-то корпоративных вещей, мы привлекаем для оценки конкурсантов профессоров из других регионов, которые понятия не имеют, кто с кем в Москве работает, кто с кем дружит и против кого. Но мы и малыми делами занимаемся. Недавно был конфликт в Башкирском федеральном исследовательском центре с назначением руководителя одного из институтов. Мы вмешались, обратились в Академию и министерство с просьбой разобраться в ситуации. ФИЦ – структуры, находящиеся под научно-методическим руководством Академии наук, а что происходит в этих центрах – Академия не в курсе, с ней не согласовывают назначение руководителей внутри ФИЦ. В результате конфликт разрешился.

▼ Профессора РАН С.Н. Калмыков, А.Л. Максимов, Ю.Г. Горбунова, С.В. Люлин, А.А. Лутовинов и А.В. Наумов на официальном приеме в резиденции губернатора во время Менделеевского съезда (Санкт-Петербург, сентябрь 2019 г.)





▲ Александр Анатольевич четырежды поднимался на Эльбрус: дважды – на Западную вершину и дважды – на Восточную. С друзьями на высоте 5 642 м (Эльбрус, август 2009 г.)

Времени, конечно, все это отбирает много. Летом – поменьше, когда все разъезжаются, можно наконец-то поработать. Сейчас пришла новая команда в министерство, и заместителем министра стал Сергей Владимирович Люлин, наш профессор РАН, заместитель председателя Координационного совета. Так что у нас появилась прямая связь с министерством, и я надеюсь, что сообщество профессоров будут более активно привлекать к экспертным и аналитическим задачам. Кстати, 7 июля к нам в ИКИ приезжал министр науки В.Н. Фальков, знакомился с институтом. Заодно мы здесь организовали встречу с активом профессоров РАН. Валерий Николаевич тут же озадачил нас несколькими вопросами и попросил представить свои предложения. Мы уже много чего сделали, отправили, и вот ждем, когда закончатся отпуска, получим какие-то ответы, чтобы двигаться дальше. Многих из нас, конечно, больше всего волнует разбюрокрачивание науки, потому что стало совсем невозможно работать.

**Кстати, по поводу разбюрокрачивания. Министерство советовалось с вами, какой должна быть система оценки деятельности ученого?**

Есть такая межведомственная комиссия, которая разрабатывает критерии для оценки научной организации. В эту комиссию входит наш коллега, член бюро Кирилл

Алексеевич Зыков, он из медицинского отделения. На одном из заседаний комиссии, которое проводил тогдашний замминистра науки Григорий Владимирович Трубников, когда посыпалась критика в адрес министерства, Григорий Владимирович сказал – давайте ваши предложения и будем обсуждать. А дело было перед самым новым 2019-м годом. Кирилл позвонил и говорит: «Вот такая ситуация. Если хотим что-то изменить – срок до 10 января, у нас есть праздники, чтобы что-то предложить». Мы разослали запросы-вопросы по всему профессорскому сообществу, получили несколько десятков предложений, на бюро, которое состоялось 7 января, обсудили, отобрали двадцать пять, утвердили их на Координационном совете, отправили в эту межведомственную комиссию, и из этих 25 предложений 17 было принято.

**Что в них самое главное?**

Главное – в подходе. У нас, к сожалению, последние годы все любят считать по-бухгалтерски: кирпич – рубль, статья – два рубля. Полностью отказаться от наукометрии нельзя, но нужно установить правильный баланс между количественными и качественными показателями, то есть экспертными оценками. Экспертная оценка должна играть очень важную роль. И, конечно, требуется некая корректировка и оптимизация науко-

метрии. Например, как корректно считать – по головам или по ставкам? А это очень тонкий момент. Вы считаете количество научных статей на сто человек сотрудников или на сто ставок? На ставку можно взять и несколько человек. Так накручиваются публикации, особенно явно это видно в организациях высшего образования. А когда решили, что надо делить на количество сотрудников, картина несколько изменилась, стала больше соответствовать реальности.

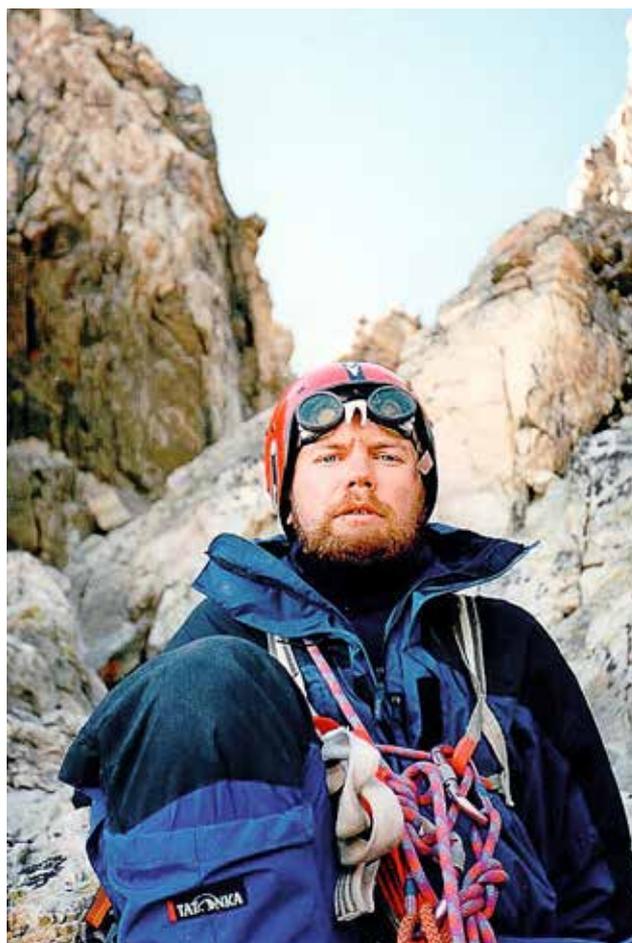
Но здесь много сложных и нерешенных пока вопросов. Например, какие статьи учитывать, из каких баз? Никто не отрицает, что поскольку от ученых стали требовать писать статьи в огромном количестве, народ перестал чураться хищнических, мусорных журналов, как их называют в научном сообществе. Они за деньги публикуют статью, на время входят в Scopus, потом такой журнал, правда, выбрасывают из базы, но дело сделано – публикация есть и есть чем отчитаться. Такого много, и не только в России. Это большой бизнес. На самом деле, если появляется высокий устойчивый спрос, то предложения тоже появятся. Чему тут удивляться? Это лишний раз доказывает, что чиновники не видят последствия от своих решений на шаг вперед. Мы в прошлом году ездили во Францию, обсуждали сотрудничество между Академиями, и узнали, что для французской науки мусорные журналы – это гигантская проблема. Они не знают, что с ними делать, и понимают, что надо как-то по-другому подходить к оценке работы ученого. Эксперты смотрят не столько на количество публикаций, сколько на качество выполненной работы. Мы же все знаем, кто чего стоит. Когда ты получаешь отчет по госзаданию из института или лаборатории, то сразу видишь истинную картину.

### **Эксперты оценивают отчетные документы?**

Конечно, одна из функций Академии наук – экспертная оценка от мелких отчетов до глобальных государственных программ. Маленьких отчетов по госзаданию из институтов и университетов бывает десятки тысяч. Это все сваливается на Академию – академиков, членкоров, и профессорам достается. Приходится читать, оценивать. Потом наша экспертиза поступает в Академию, оттуда – в министерство и потом отражается где-то в общем рейтинге научных организаций.

### **Но вернемся к вашей любимой науке. Самые горячие и авангардные направления в астрофизике сегодня – это что?**

Несомненно – гравитационные волны. Их научились регистрировать, но сейчас идет огромная работа по повышению чувствительности детекторов, чтобы видеть больше сливающихся нейтронных звезд и черных дыр. С этой же целью в 2034 году планируется запустить европейский телескоп LISA, от Laser Interferometer Space Antenna. Он будет использовать гравитационные волны для изучения сливающихся сверхмассивных черных дыр в центрах галактик. Конечно – темная энергия и темная материя, которые на слуху. Природа их до сих пор неизвестна, и это надо исследовать. По-прежнему одной из загадок астрофизики и фундаментальной физики



▲ Во время восхождения на Маттерхорн (август 2002 г.)

остаются нейтронные звезды, состоящие из вещества при сверхъядерных плотностях. Как думаете – сколько будет весить вот эта поллитровая бутылка для воды, если ее заполнить этим веществом?

### **Не знаю. Тонны?**

Примерно 350 миллиардов тонн.

### **Невероятно! Я не могу себе это представить.**

Я тоже. Но посчитал, получилось 300–350, в зависимости от плотности, которую никто не знает точно. Это вещество в нейтронных звездах мы реально осязаем, измеряем. Это физика вещества в экстремальных состояниях. На Земле достигнуть такого состояния невозможно. Это физика безумно интересного и невозможного.

Происхождение элементов тоже открытая тема. Тут, казалось бы, все более или менее понятно, есть теория, как они рождаются во Вселенной. Но есть вещи, которые до сих пор не совсем объяснимы. После Большого взрыва родились водород и гелий, чуть-чуть лития, кстати. А почему больше ничего не родилось? Потому что нельзя перескочить через бериллий. Если слить два ядра гелия, то может получиться бериллий, бериллий-8. Так в чем же проблема? Проблема в том, что у него время жизни  $10^{-15}$  секунды, он мгновенно разваливается, и нужно создать такие условия, когда у вас к этому бериллию-8



▲ «Над облаками, поверх границ...» Ночевка в хижине Солвей при спуске с вершины Маттерхорна. Внизу еще несколько сотен метров отвесной стены (август 2002 г.)

за это время успевает подлететь еще один гелий. Тогда у вас получится углерод. Такие условия возникли только тогда, когда появились звезды, в которых идут термоядерные реакции.

Но тут опять вопрос. Все реакции в звездах идут до железа, потому что у него самая большая энергия связи на один нуклон. Дальнейшие, более тяжелые элементы термоядерно родить нельзя, это энергетически не выгодно. Так откуда же тяжелые элементы берутся во Вселенной? Надо что-то придумывать, например – ядерный захват нейтронов. А где он может происходить? При взрыве сверхновых. Долгое время думали, что это основной родильный дом для тяжелых элементов. А потом посчитали, сколько сверхновых на небе и сколько тяжелых элементов во Вселенной, и оказалось, что сверхновых явно не хватает. Чтобы организовать цепочку нейтронных захватов, нужен объект, в котором много нейтронов. Вот мы опять приходим к нейтронным звездам. Если две нейтронные звезды столкнут, то у вас, по идее, должны получиться идеальные условия для производства тяжелых элементов. Похоже, что это так и работает. Сейчас мы можем регистрировать слияние нейтронных звезд и исследовать спектры получившегося остатка, пытаюсь определить элементы, которые образуются. Эти спектры в принципе похожи на те, что мы ожидаем, исходя из теоретических предположений. Их форма показывает на значительное содержание лантанидов и платиновых металлов.

### **Антиматерия есть в нашей Галактике?**

Есть – в центре нашей Галактики. Используя данные обсерватории «ИНТЕГРАЛ», группа российских ученых

под руководством академика Евгения Михайловича Чуразова из нашего института построила наиболее точную карту ее распределения в области центра Галактики и показала, что там происходит аннигиляция  $10^{43}$  электронов-позитронов в секунду! Откуда они берутся? Не очень понятно. Есть разные теории на сей счет.

### **В каком загадочном и фантастическом мире мы живем! Когда на Марс что-то полетит?**

Аппарат полетит в 2022 году.

#### **Наш?**

Наш, «ЭкзоМарс» (ExoMars). Это совместная программа Европейского космического агентства и российской госкорпорации «Роскосмос». Ее цель – поиск доказательств существования жизни на Марсе, в прошлом и настоящем. Проект состоит из двух миссий. Первую запустили в 2016 году. Орбитальный аппарат успешно летает вокруг Марса, передает данные. Там стоят два прибора, которые сделаны в ИКИ, и два европейских. В этом году должна была лететь вторая миссия – «ЭкзоМарс-2020», но из-за пандемии многие работы пришлось остановить, поэтому запуск перенесли на 2022 год. Это уже большой посадочный модуль, его делают в России, саму платформу. На нем будет стоять ровер, европейский марсоход; он съедет с платформы и будет колесить по Марсу. И на марсоходе, и на самой платформе будут размещены наши и европейские приборы.

#### **А пилотируемая экспедиция?**

На Марс? Не знаю. На самом деле, с пилотируемой экспедицией есть определенные сложности, связанные с воздействием космических лучей на человека. Был интереснейший доклад Института медико-биологических проблем на Совете по космосу РАН. И они рассказывали, что облучение в космосе не столько влияет на здоровье, сколько на умственные способности. Делали эксперименты с мышами в модельных условиях космической радиации. Мыши переставали находить дорогу в лабиринте, которую прежде находили легко. То есть страдают интеллектуальные способности. Мыши, конечно, не люди, но тем не менее к полученным результатам надо относиться максимально серьезно. И пока непонятно, как защитить в этих условиях человека.

#### **Может, и не нужна нам пилотируемая экспедиция на Марс?**

Здесь есть разные точки зрения, вопрос не однозначный. Но одно могу сказать точно. Со стороны может показаться, что все это совершенно ненужная трата времени, денег и ресурсов. Однако человечество должно развиваться, и космические программы дают огромный толчок в развитии технологий. А для этого нужны далекие и высокие цели в прямом смысле этого слова. Надо мечтать и ставить перед собой почти невыполнимые задачи.