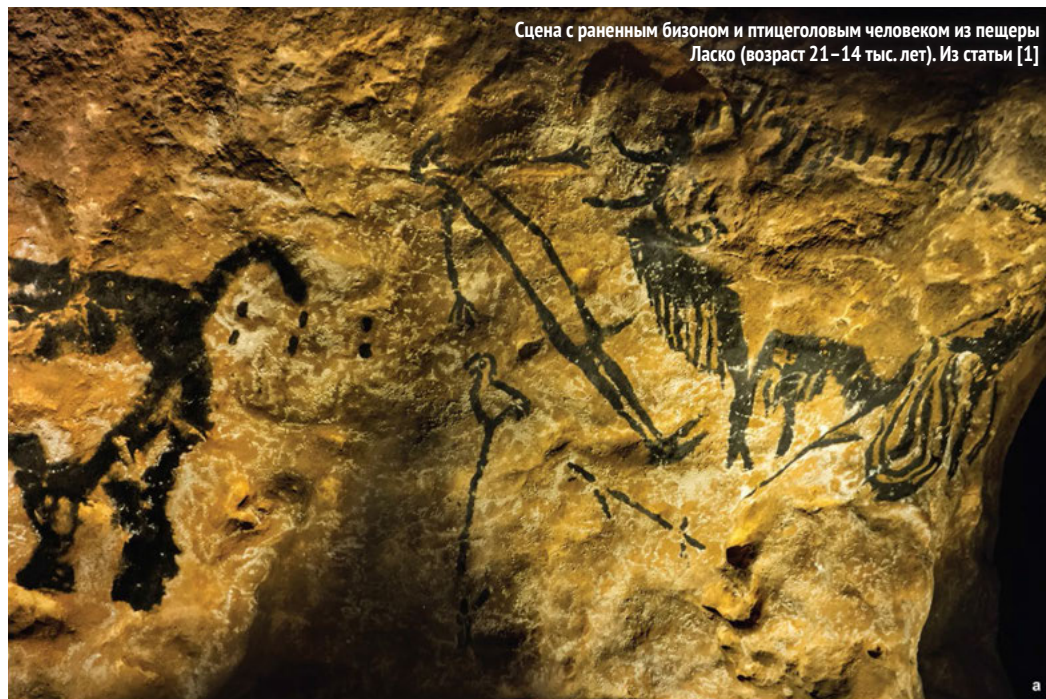


газета, выпускаемая учеными и научными журналистами



Сцена с раненым бизоном и птицеголовым человеком из пещеры Ласко (возраст 21–14 тыс. лет). Из статьи [1]

ВОЗНИКНОВЕНИЕ РАЗУМА: предопределенность или случайность?

Беседа главного редактора ТрВ-Наука, докт. физ.-мат. наук **Бориса Штерна** с докт. биол. наук **Александром Марковым**. Видеоверсия: youtu.be/8Uj75V-OwnY (Rutube: rutube.ru/channel/36379070/; VK Video: vk.com/video/@trvscience).



Борис Штерн

— Сегодня у нас в гостях уже, наверное, в четвертый раз Александр Марков. Предстоит очередная беседа в русле книжки, которую мы собираемся издать. Сейчас ее рабочее название — «Место жизни во Вселенной»¹.

Мы не знаем этого места и не рассчитываем на то, что эта серия наших интервью как-то сможет его определить. Наша цель — найти какие-то пути, зацепки, соображения, чтобы хоть как-то представить себе проблему.

Итак, в прошлый раз мы обсуждали с Михаилом Никитиным возникновение животных². Самое начало жизни мы уже давно обсудили, потом мы пытались двигаться дальше по эволюционной лестнице, дошли до животных, а сегодня будем говорить о возникновении разума. Уточняем: тут есть две ступени, которые можно обсуждать отдельно. Первая — это разум, в смысле такой, какой он уже есть у животных, ведь на самом деле у них довольно высокий интеллект. Вторая ступень — это возникновение цивилизации. Нас на самом деле больше интересует вот эта вторая ступень. Почему? Раскрою план: дальше пойдет обсуждение того, насколько жизнь способна расселяться за пределы своей звездной системы. Это она может проделать лишь с помощью цивилизации. Поэтому цивилизация — это то, что представляет для нас основной интерес



Александр Марков

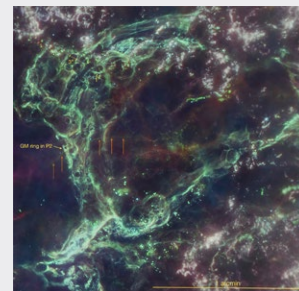
в этой беседе. Но мы начнем просто с разума, так сказать, с более простой вещи. Те, кто имеет собаку, прекрасно понимают, что это разумное существо. Моя собака не только понимает, что ей говорят, она подслушивает и чужие разговоры. И когда там речь идет, например, о том, что сейчас будем ужинать или пойдем куда-нибудь на улицу, она это понимает и сразу реагирует. Поэтому первый вопрос к Александру. Возникли животные, пускай, самые примитивные — черви или членистоногие. С какой вероятностью, с какой необходимостью возникновение животных выводит на возникновение разума? Первая нервная система ведь примитивная. Насколько эта самая эволюция неизбежно выводит на стадию разума, которым обладают животные?

— Ну, если так широко трактовать разум, что мы собаку считаем разумной, хотя собака не создала цивилизацию... Здесь нужно как-то почетче определить. С одной стороны, да: нервная система во многих эволюционных линиях животных усложняется. Появляется всё более крупный и сложный мозг, усложняется поведение. Это всё есть, но, конечно, не во всех линиях, лишь в некоторых, и особенно у наземных четвероногих. Более конкретно: этот процесс пошел у млекопитающих. Рептилии и амфибии как-то ничего похожего на разум в ходе своей эволюции, по-видимому, не дали. У многих групп млекопитающих, плацентарных мозг более-менее упорно увеличивается в течение десятков миллионов лет. ▶

в номере

Галактики в ранней Вселенной, новое сближение VeriColombo с Меркурием...

...и другие астрономости от **Алексея Кудря** — стр. 5–7



Цензура и невежество правят судьбами восточных рукописей?

Свою позицию высказывает **Александр Зорин** — стр. 8–9

Упущенная слава Эйнштейна

Евгений Беркович о том, кто придумал модель атома Бора, — стр. 10–11

Был ли Эйнштейн классическим физиком?

Безусловно, да, полагает и доказывает **Виталий Мацарский** — стр. 12–15

Спин, спиноры и всё такое

Очерк **Алексея Левина** о прозрениях Вольфганга Паули — стр. 16–18

«Семьдесят стукнуло — и всё за опохмелом бегаешь?! Уважаю!»

Трагикомические миниатюры япониста **Александра Мещерякова** — стр. 19



Шар-искуситель

Культурологи **Александр Марков** и **Оксана Штайн** о тайнах Михаила Булгакова и литературных шарах — стр. 20–21

Подписывайтесь на наши аккаунты:

t.me/trvscience, vk.com/trvscience, twitter.com/trvscience

¹ trv-science.ru/tag/proisxozhdenie-zhizni/

² trv-science.ru/2024/08/vozniknovenie-zhivotnyh-interview-s-mikhailom-nikitiny/

► Но дело в том, что на эволюцию крупного мозга есть, по-видимому, какие-то очень серьезные ограничения. Казалось бы, это же здорово: быть умным, сообразительным, решать всякие сложные жизненные задачи, которые возникают у каждого животного... Но тем не менее животные не торопятся становиться сильно умными. Меня немножко смущает отсутствие определения какой-то грани — что мы уже считаем разумом? Да, похоже на то, что в течение мезозойской эры животные еще каких-то выдающихся интеллектуальных высот не достигали, но вот в кайнозое, когда млекопитающие стали доминирующей группой наземных тетрапод — ну, вместе с птицами, — похоже, уже пошел какой-то процесс постигаемой конкуренции между разными видами млекопитающих. Пошла тенденция на поумнение, на увеличение мозга, т. е. хищники становились более умными — по-видимому, с опережением, — более хитрыми. Ну и, соответственно, жертвам, чтобы спастись, тоже приходилось становиться пособообразительнее: учиться как-то запутывать следы, вырабатывать защитное поведение... Такой процесс — очень-очень медленный, неторопливый, и он явно не приводит, так сказать, к появлению каких-то суперумных видов тут и там.

Собственно, случай, когда у какого-то вида млекопитающих появилась развивающаяся культура (то, что делает наш вид таким особенным и позволяет нам создавать всё, что мы создали, — города, космические корабли, компьютеры и т. д.) не мог бы иметь места без языка, без человеческой речи, без этой уникальной системы коммуникации, которая делает возможной накопительную культурную эволюцию. Благодаря языку мы можем накапливать и передавать из поколения в поколение запасенный опыт — то, чего, по-видимому, другие животные, даже самые сообразительные, делать все-таки не могут. Хотя у многих животных, особенно у млекопитающих и птиц, замечены отдельные культурные традиции, т. е. какое-то полезное поведение, которое не записано в генах и не изобретается каждый раз с нуля, а передается из поколения в поколение за счет того, что одни особи копируют поведение других — детеныши учатся у взрослых и т. д. Это присут-

ствует, но всегда представляет собой как бы некие наборы таких изолированных культурных традиций, которые не проявляют тенденции к росту, к усложнению и построению новых традиций на основе старых — к тому, что называют накопительной или кумулятивной культурной эволюцией. Это появилось только у наших предков. И это, соответственно, тоже довольно долго раскачивалось. А потом процесс пошел с огромным ускорением, с отрывом, и породил современную цивилизацию.

— Давайте вернемся немного назад. Усложнение развития интеллекта у животных. Умны ведь не только млекопитающие, но и птицы. Вороны не глупее собак — этому есть много свидетельств, — и, может быть, те же попугаи способны даже соревноваться с приматами. Они же разошлись довольно на низком уровне, когда, казалось бы, еще не было такого развитого интеллекта. И, получается, у двух достаточно независимых ветвей возник интеллект. Не значит ли это, что такое свойство обязано появиться в ходе эволюции?

— Похоже на то, что такой интеллект, как у собак, волков, попугаев и ворон, — это действительно повторяющееся эволюционное событие и закономерность, а не случайность. Да, можно так говорить. Но эта закономерность стала проявляться только в кайнозойскую эру. Все эти умные птицы и умные млекопитающие пришли только где-то на последние 30–40 млн лет. Раньше этого, похоже, не наблюдалось. И, скорее всего, это связано с конкуренцией: кто-то начинает уметь, а у других участников экосистемы начинается отбор на лучшие когнитивные способности, иначе они проигрывают. Но есть большие подозрения, что у птиц, например, настолько жесткие ограничения на размер мозга, что у них вряд ли это пойдет дальше. Хотя, конечно, мы не можем предвидеть будущее и предугадать, какие ходы найдет эволюция в том или ином случае, но у птиц вообще всё время ведется очень жесткий отбор на уменьшение массы тела, поэтому они не могут позволить себе взять и отрастить мозг втрое большей массы, как сделали наши предки. Даже у тех же современных и вымерших челове-

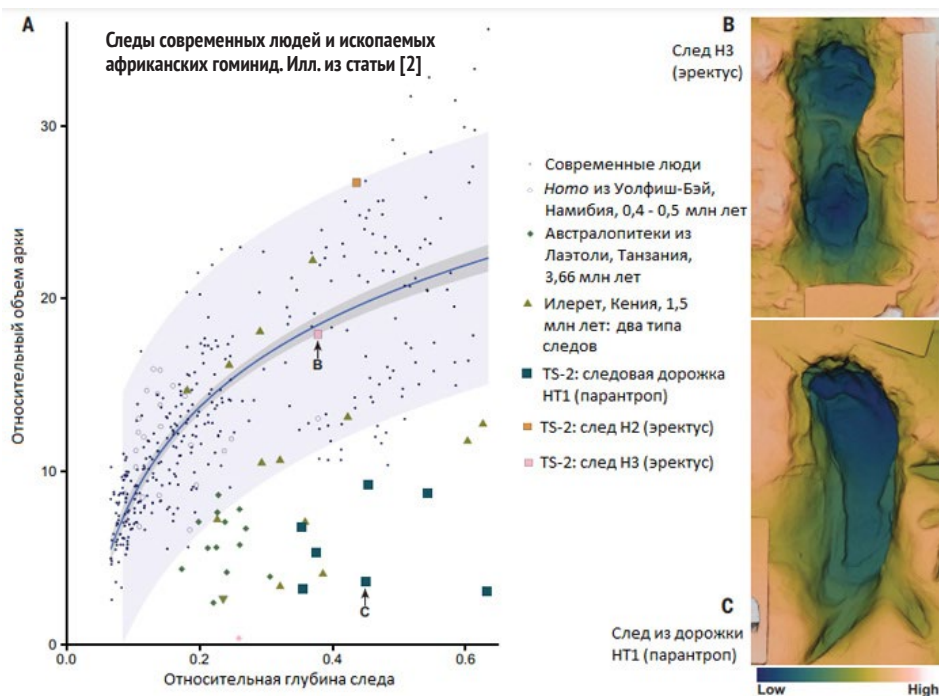
кообразных обезьян объем мозга останавливается на уровне 300–400 см³ (у крупных видов — 500), и всё, дальше дело не идет. Только у рода *Homo* два миллиона лет назад мозг вырос из этого ограничения, и за 2 млн лет от объема примерно в 400 см³ вымахал втрое до 1300–1500. Но это пока остается уникальным эволюционным событием, не имеющим вообще никаких аналогов в эволюции других приматов и других млекопитающих.

— То есть такой скачок один раз произошел?

— Да. Только одна обезьяна из всех вдруг раз — и начала становиться человеком. А другие как-то не спешат. Это похоже на то, что есть какое-то препятствие, какой-то эволюционный запрет, который очень-очень трудно преодолеть. И нужно, чтобы сложились какие-то особые редкие условия, чтобы вид смог преодолеть этот барьер и выйти на совершенно новую эволюционную траекторию стремительного увеличения мозга.

— Тогда следующий вопрос. Возник род *Homo*. Увеличился мозг. Но ведь этот род, насколько я понимаю, долгое время отнюдь не процветал. И, в общем, не так их много было, этих самых наших предков. И даже где-то вообще были какие-то узкие «бутылочные горлышки». То есть это не стало вот таким вот прорывным изобретением, которое сразу привело к процветанию. Так я понимаю?

— Действительно, поначалу преимущество было не очень заметным. Сначала были австралопитеки — двуногие обезьяны с вполне обезьяньим по размеру мозгом, которые неплохо научились ходить на двух ногах, вышли в саванну и уже иногда начинали немножко пользоваться какими-то каменными орудиями. Вот они жили по всей Африке, представляя много видов. И только потом, примерно 2,5 млн лет назад — климат еще менялся, в Африке становилось суше, расширялась площадь саванны — у австралопитеков появились две линии таких продвинутых, прогрессивных потомков. Одна линия — это род *Homo*, мы, которые стали есть больше мяса, стали изготавливать и систематически использовать каменные орудия. У этого рода пошла адаптация к бегу, т. е. не только к ходьбе, но и к быстрому, долгому бегу под палящим солнцем. Вот в этой линии стал расти мозг. А еще был род других потомков австралопитеков — парантропы, которые тоже очень хорошо адаптированы к саванне; тоже были сообразительны; тоже, по-видимому, делали простенькие орудия из камня, кости и, может быть, из дерева; но они стали специализироваться на растительной диете — у них мощные челюсти, зубы, мощные жевательные мышцы, а мозг у них так и не стал расти. Они довольно долго сосуществовали с *Homo* в одних и тех же районах Африки. Совсем недавно опубликовали статью, где найдены следы, оставленные, скорее всего, в пределах одних суток на берегу древнего озера, на таком топком, вязком грунте, — следы и парантропов, и *Homo* — они вместе и в одно и то же время шлялись по берегу озера³. Это было полтора миллиона лет назад. То есть они какое-то время даже сосуществовали, и довольно долго, примерно миллион лет. Но потом парантропы всё же окончательно вымерли где-



³ elementy.ru/novosti_nauki/434294/Parantropy_i_erektusy_odnovremenno_khodili_po_odnomu_i_tem_zhe_mestam_v_Vostochnoy_Afrike

► то 1,3 млн лет назад, и уже среди двуногих приматов остались только *Homo*. А то, что они были не такими уж успешными... ну, по-видимому, все-таки они были достаточно успешными. Во-первых, потому что в Африке довольно много находок этих ранних *Homo habilis*, *Homo erectus*. А главное, что они были первыми из африканских гоминид, вышедших за пределы Африки. Правда, там всё сложно в плане археологии, и так в двух словах не скажешь, но реально найденные кости гоминид за пределами Африки — это *Homo*, а костей австралопитеков или парантропов никто за пределами Африки не находил. А *Homo* — когда еще не было никакого огня и с очень примитивными каменными орудиями — уже смогли выйти из Африки. Их находят в Грузии, потом они достаточно быстро расселяются по Южной Азии, приходят в Юго-Восточную Азию. Это смогли сделать только *Homo*. То есть, видимо, их разум уже достаточно быстро стал им приносить какой-то определенный успех.

— Идем дальше. Большой мозг, на самом деле, это подделка. Как я понимаю, долгое время существования с большим мозгом, т. е. уже род *Homo*, жил достаточно дикий, примитивной жизнью. Что привело к революции? Труд или язык? Или это трудно разделить? Или же одно влекло за собой другое?

— Да, тут, к сожалению, мы еще очень многого не знаем. Язык ведь не оставляет внятных следов в ископаемой летописи, есть миллион косвенных признаков, но они все довольно спорные: форма подъязычной кости, гены, ген речи — этот общий у нас с неандертальцами и денисовцами FOXP2, — в общем, какие-то намеки, намеки... Ну, в общем, из неких теоретических соображений я считаю, что развитие языка, языковых способностей и орудийная деятельность развивались параллельно, и одно было очень тесно связано с другим.

Даже самая первая массово распространенная культура — школа технологического изготовления каменных орудий, олдувайская культура — достаточно сложна для сохранения в череде поколений. Для этого требовалось очень качественное социальное обучение. Есть специалисты, которые считают, что без какого-то хотя бы примитивного языка передавать из поколения в поколение такую технологию было бы невозможно. Были даже такие эксперименты, где люди, студенты и археологи, которые знают, как делать эти орудия, передавали это знание по цепочке учитель-ученик — от человека к человеку — разными способами: показывать только жестами или же позволять ученику только наблюдать, но не задавать вопросы, или же общаться жестами, а демонстратор показывает... Оказалось, что во всех случаях этот навык очень быстро деградирует и исчезает в цепочке последовательного обучения, кроме только самого совершенного способа обучения с помощью языка, с помощью слов. Если можно словами объяснить, как делать правильное орудие, тогда этот навык может устойчиво передаваться, а иначе накапливаются ошибки. Это вот как при зарождении жизни нужно было достичь некоего порога точности репликации, чтобы стартовала дарвиновская эволюция. Вот так же и для того, чтобы культурная эволюция могла зацепиться за что-то, стартовать, а культурная информация могла накапливаться, необходима некая минимальная точность копирования культурной информации.

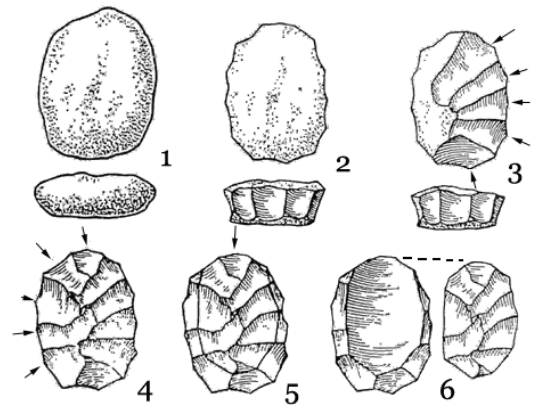
И, по-видимому, человеческий язык развивался именно как средство радикального повышения точности копирования культурной информации. Потому что если вы просто копируете движения другого человека, которые он делает, выполняя какую-либо задачу, у вас всё время будут неизбежно накапливаться ошибки. А если вы изложите суть дела словами или же сочините поэму, в которой поведаете все секреты ремесла, и она будет заучиваться наизусть, то это уже будет точное копирование, и потеря информации будет гораздо меньше. Поэтому есть основания думать, что уже у ранних *Homo*, *Homo habilis*, которые, собственно, изобрели и сохраняли эту олдувайскую культуру (а она, кстати, согласно последним находкам, очень быстро распространилась по Африке), скорее всего, начал развиваться какой-то зачаточный язык. Сначала его хватало только для поддержки этих каменных технологий на определенном уровне, но потом, по-видимому, пошел отбор на улучшенные языковые способности. Кстати, быстрый рост мозга хорошо согласуется с этим предположением, потому что язык — это такая очень сложная когнитивная задача, в решение которой вовлечены очень многие отделы коры. И поэтому легко себе представить, что отбор именно на языковые способности мог привести к такому вот безудержному увеличению мозга в ходе эволюции.

— Так, но *Homo habilis* — это больше миллиона лет назад. Получается, что развитому языку больше миллиона лет. Правильно ли я понял?

— Ну, наверное, он был не такой, как сейчас. Наверное, это был какой-то гораздо более примитивный язык. Но я думаю, что да. Не все с этим согласятся, но я поддерживаю тех специалистов, которые считают, что это так. Какой-то язык начал развиваться уже порядка двух миллионов лет назад. А затем он постепенно усложнялся и совершенствовался. Потом был еще ряд культурных и технологических революций. Скажем, переход к ашельской культуре был, конечно, революцией, которую совершили *Homo erectus*. Это когда они стали изготавливать орудия уже определенной, заданной, желаемой формы: у человека должен был сложиться идеальный образ такого орудия, которое он хочет получить, и к этому образу он стремился, обкалывая камень соответствующим образом.

Потом был переход к среднему палеолиту — это тоже очень важная культурная революция, связанная с появлением совершенно новых, очень хитрых и сложных технологий обработки камня. Эти, уже среднепалеолитические практики настолько сложны, что современному человеку пришлось бы серьезно несколько лет учиться, чтобы изготавливать такие орудия. Этого просто так не сделать, и никакой, даже современный человек с нуля ни за что не изобретет эту технологию. Именно долгое-долгое накопление опыта поколений открывает путь к этим среднепалеолитическим орудиям.

А потом наконец самая поразительная, наверное, из всех этих революций — это переход к верхнему палеолиту, когда появляется сразу множество технологических инноваций. И к тому времени мозг уже перестает расти, достигнув максимума, — в эпоху среднего палеолита. И у наших предков, сапиенсов, и у неан-



Среднепалеолитическая леваллуазская технология (odysseyadventures.ca)

дертальцев мозг был уже вполне современного размера, а культуры еще не было. И вот началось это где-то в районе 50 тыс. лет назад, по-видимому, сначала на Ближнем Востоке — всё тут начиналось, у нас, в Израиле — и переход к верхнему палеолиту, по-видимому, тоже сначала произошел здесь. А это опять-таки еще более сложные, ужасно изощренные технологии производства каменных орудий — появляются много костяных орудий, появляются и иглолки. И появляются — плюс-минус раньше или позже — луки со стрелами. И да, главное, еще появляется такая яркая и впечатляющая вещь, как изобразительное искусство — так называемое фигуративное искусство: не просто какие-то геометрические царапинки на кости или на камне, а уже узнаваемые изображения животных, чуть позже людей и т. д.

— Да, вопрос: технологические революции происходили локально и потом распространялись? Или они происходили независимо в разных местах? Или это трудно восстановить? Есть ли примеры, скажем, когда одна высокоразвитая культура возникла в одном месте, и другая, отличающаяся от нее, возникла где-то еще, при том, что они были примерно одинакового уровня?

— Понимаете, в большинстве случаев мы не знаем, были ли контакты. Вот если практически одновременно в разных районах Евразии появляется какая-нибудь там леваллуазская техника, то мы не знаем — это заимствование или это параллельные независимые изобретения. Это очень трудно сказать. Но у нас есть Австралия и Америка. То, что в Америке независимо был совершен переход к сельскому, производящему хозяйству, представляет собой очень серьезный факт, говорящий о том, что люди верхнего палеолита, которые еще ни сном, ни духом никакого сельского хозяйства не имели, независимо, на разных материках способны были в конце концов к этому прийти. Вот это уже действительно выглядит как закономерная вещь — сельское хозяйство в Старом Свете и сельское хозяйство в Новом Свете. Это действительно здорово. Да, это было с разрывом, может быть, в несколько тысячелетий — в Америке это случилось позже, но, тем не менее, они к этому пришли.

— А в Австралии нет, насколько я понимаю.

— В Австралии нет. Они остались охотниками-собирающими, хотя у них тоже были всякие инновации типа бумеранга, но это ►

► всё оставалось на уровне, условно говоря, верхнего палеолита. Или были случаи, когда изолировалась маленькая популяция: приведу классический пример Тасмании — она была полуостровом, пока уровень моря не поднялся где-то 12 тыс. лет назад. Так две-три тысячи аборигенов остались в изоляции на острове. На тот момент у них было много чего: и бумеранги, и сети, и лодки для рыбалки, и гарпуны, и много чего еще; но тасманийцы начали деградировать. Как считается, для культурного развития необходима некая достаточно большая численность популяции, и если она ниже порога, то культура начинает деградировать. Так Тасмания деградировала до очень примитивного уровня, и фактически тасманийцы были самым отсталым народом из всех, которые встретили европейские мореплаватели, хотя они происходят от гораздо более высокой культуры — от такой, как на материковой Австралии.

— Да, наверное, аналогичный пример — это с Андамскими островами, там тоже, судя по всему, была деградация. Это еще, по-моему, описывал Лев Гумилёв в своей известной книжке...

— Да, скорее всего. Так что бывает и деградация. Для хорошей прогрессивной культурной эволюции нужна высокая численность популяции и хорошая связанность, чтобы, соответственно, между разными частями был культурный обмен. Так это всё и работает.

— Теперь довольно спекулятивный такой вопрос, на который я не ожидаю четкого ответа, но над ним просто интересно подумать. Возвращаемся назад. Видим, что появление большого мозга — это дело довольно сложное и неочевидное. С какого момента можно сказать, что на каком-то уровне этот вид в конце концов должен дать потомков, которые должны прийти к цивилизации? Еще раз подчеркиваю, я понимаю, что этот вопрос очень спекулятивный. Но если вы можете на него как-то ответить на уровне ощущений или на уровне интуиции, то это было бы хорошо. Большой мозг уже есть...

— А, большой мозг уже есть? Тогда на уровне ощущений, судя по тем разнообразным кусочкам фактов, которые есть... Если у нас имеется многочисленная популяция каких-то среднепалеолитических ребят с большим мозгом, и условия достаточно благоприятны, т. е. они не находятся на грани вымирания и не страдают из-за какого-то там ужасного климата, голода... Если их достаточно много, живут они неплохо, достигли уже стадии среднего палеолита, мне кажется, перескочат в верхний палеолит, где люди, как нам кажется, уже совсем такие же, как и мы, — обязательно в конце концов придут к сельскому хозяйству — это уже вещь закономерная. Хотя, конечно, я не могу этого доказать никак.

Я бы сказал так: когда эволюция создавала двуногих обезьян с гигантским мозгом — нас, — она не предполагала, что это приведет к развитию цивилизации. Этот процесс шел по совершенно другим причинам. Например, просто потому, что чуть более сообразительные индивиды на протяжении сотен тысяч лет имели преимущество в изготовлении каменных орудий, в добыче мяса, в повышении своего статуса в группе, в каких-то вот их первобытных задачах. И, конечно, всё это достигалось за счет языка, за счет речи. И вот ради этого мозг вырос до невероятных размеров. Это был некий, можно даже сказать, эволюционный несчастный случай, что запустился такой сильный, явно

самоподдерживающийся отбор на увеличение мозга. На этот счет есть красивые теории, как устроен был этот эволюционный процесс. Но так или иначе у нас появилась обезьяна с гигантским мозгом, которая еще и разговаривает. И эта обезьяна пока еще не построила никакой цивилизации, а просто делает свои более-менее убогие каменные орудия. Мне кажется, на этом этапе уже достаточно неизбежен выход в мир цивилизации, и это возникло как неизбежный побочный эффект.

— Еще более спекулятивный вопрос. Допустим, исчезли все приматы, включая человека — просто взяли их — и вычеркнули. (Это мысленный эксперимент, не более того.) Есть ли у эволюции шансы, что снова появятся высоко развитые существа с большим мозгом, и какой отряд млекопитающих имеют наибольшие шансы в этом? Или такого шанса уже не будет ни у кого?

— Ну, во-первых, если бы сейчас исчезли все приматы на планете — прежде всего мы с вами, — то биосфера Земли испытала бы колоссальное облегчение и начала бы радостно дальше эволюционировать, потому что сейчас дику био-сферу мы загнали в угол, и высшие животные практически вымирают и уже не могут никуда эволюционировать. И я думаю, что в истории науки все ученые, которые говорили: вот этого эволюция не может, с этой задачей эволюция не справилась, — потом всегда оказываются севшими в лужу. Потому что эволюция, как говорится, умнее, чем все мы. Она создает такие невероятные штуки, что можно сойти с ума. Поэтому я думаю, что рано или поздно кто-нибудь бы появился — и все-таки скорее среди млекопитающих, потому что они менее ограничены, чем птицы, в плане развития мозга. Все-таки птицы навсегда пожизненно искалечены своим полетом. За адаптацию к полету приходится платить колоссальную цену, и им в обозримом будущем из этого уже не выпутаться. Полет обрезал им множество других эволюционных путей. А млекопитающие — ребята попроще, ползают на своих четырех... Короче, кто-нибудь смог бы.

И у нас есть еще китообразные, которые страшно умны, обладают огромным мозгом, пользуются изощренной звуковой коммуникацией, личными именами, ведут сложную социальную жизнь, имеют общественное устройство... Их культура передается: есть виды с матриархальным устройством групп, где старые самки ведут эту группу, и все у них учатся, существуют культурные традиции и всё такое... Китообразные, конечно, на пути развития цивилизации ограничены тем, что находятся в воде, у них нет рук, а только ртом им сложновато будет изготавливать всякие замысловатые орудия... Это, конечно, минус.

Но есть слоны — это прекрасный вариант для развития. На основе хоботных создать цивилизацию можно: хобот, возможно, предполагает сложную орудийную деятельность. Мозг очень большой. И опять же социальность, общение, коммуникация, и личные имена у них тоже обнаружены... Если только они не вымрут — хоботные же сейчас тоже на грани вымирания, — и если приматы исчезнут, то, может быть, слоны и правда дали бы начало какой-то новой цивилизации на планете.

— Да, спасибо. Так, всё очень интересно. Значит, смотрите: у меня в результате сложилось впечатление, что разум и цивилизация — это

все-таки после некоторого порога достаточно вероятная вещь. Я не знаю, правильно ли это впечатление, но именно оно в результате этой беседы у меня сложилось. Ну и давайте дадим вам заключительное слово, если есть чего еще сказать. Может быть, я чего-то не спросил, или, может быть, вам еще чего-то хочется добавить...

— Прежде всего, я хотел бы дать ссылку на более подробные рассуждения о том, почему из всех обезьян именно наши предки пошли по этому пути. Это классический вопрос, который любят задавать креационисты: если мы произошли от обезьян, то почему другие обезьяны не стали людьми? Соответственно, начинается разговор об условиях, необходимых для того, чтобы у какой-то обезьяны начал быстро расти мозг, и она пошла бы по пути такого вот культурного прогресса. Это всё в принципе есть у меня в лекциях на эту тему, в видео и статьях, которые можно найти в Интернете по словам «козволюция мозга и культуры», или «культурный драйв». Это первое, что я хотел сказать.

И второе: да, я согласен с вашим впечатлением: если у нас есть планета, на которой возникла такая группа животных, как класс млекопитающих, и она распространилась, заняла много разных ниш, то вероятность того, что какой-то из видов млекопитающих со временем создаст цивилизацию, действительно достаточно большая. Другой вопрос, сколько времени это займет. Если уж на то пошло, то появление первых млекопитающих и рождение человеческой цивилизации разделяют ни много ни мало 230 млн лет.

— Да, но если считать от расцвета млекопитающих, которое произошло после вымирания динозавров, получится гораздо короче.

— Верно, динозавры долго не давали им проходить. С момента, когда конкурент был убран, получается всего 60 млн лет. А это уже совсем небольшой срок.

— Ну, всё. На этом мы заканчиваем это интервью. Оно, кстати, еще не последнее. Спасибо большое Александру. Большое спасибо слушателям и всем, кто нас будет потом читать.

— До свидания! Спасибо.

t.me/evolution_markov
facebook.com/alexander.markov.750
youtube.com/@evolution2markov

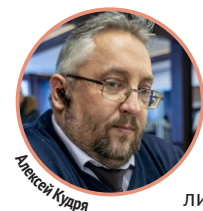
1. Maxime Aubert, Rustan Lebe, Adhi Agus Oktaviana, Muhammad Tang, Basran Burhan, Hamrullah, Andi Jusdi, Abdullah, Budianto Hakim, Jian-xin Zhao, I. Made Geria, Priyatno Hadi Sulistyarto, Ratno Sardi & Adam Brumm. Earliest hunting scene in prehistoric art // Nature. Published online 11 December 2019. DOI: 10.1038/s41586-019-1806-y

2. Kevin G. Hatala, Neil T. Roach, Anna K. Behrensmeyer, Peter L. Falkingham, Stephen M. Gatesy, Erin Marie Williams-Hatala, Craig S. Feibel, Ibrae Dalacha, Martin Kirinya, Ezekiel Linga, Richard Lohi, Apolo Alkoro Longaye, Malmalo Longaye, Emmanuel Lonyericho, Iyole Loyapan, Nyiber Nakudo, Cyprian Nyete, Louise N. Leakey. Footprint evidence for locomotor diversity and shared habitats among early Pleistocene hominins // Science. 2024. DOI: 10.1126/science.ado5275

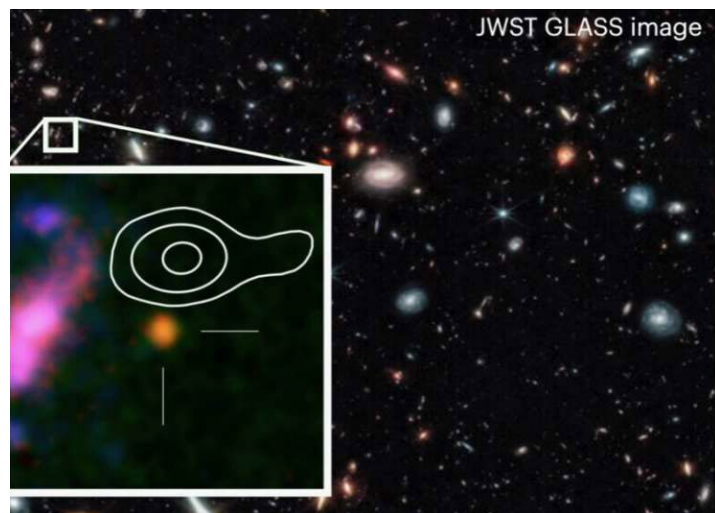
АСТРОНОВОСТИ

Алексей Кудря

Галактики в ранней Вселенной



За три года, прошедших с момента запуска «Джеймса Уэбба» (JWST), астрономы обнаружили с его помощью уже несколько далеких галактик в ранней Вселенной. Чтобы появилась возможность увидеть их с расстояния свыше 13 млрд световых лет, такие галактики должны быть чрезвычайно яркими и, следовательно, обладать мощным источником энергии — обычно это либо активные сверхмассивные центральные черные дыры, известные как активные ядра галактик (AGN), либо очень интенсивное звездообразование, вызывающее вспышки звездного света.



Изображение галактики GHZ2 с соответствующим спектром ALMA.
NASA / ESA / CSA / T. Treu, UCLA / NAOJ / T. Bakx, Nagoya U

Самые ранние галактики во Вселенной — это практически астрономические окаменелости, которые дают представление о том, какими в далеком прошлом были и наши близлежащие, «современные» галактики, как они эволюционировали до своего нынешнего состояния. Эти протогалактики с большим красным смещением могут быть прародителями не только самих галактик, но и шаровых скоплений — объектов, происхождение которых до конца не понятно. Дальнейшее изучение недавно открытых галактик на высоких значениях красного смещения может показать, как они появились в наблюдаемой Вселенной.

Одна из таких галактик с большим красным смещением — недавно обнаруженная с помощью «Уэбба» GHZ2, находящаяся от нас на расстоянии, соответствующем ~400 млн лет после Большого взрыва [1]. Цель наблюдений — регистрация линий излучения в дальнем инфракрасном диапазоне, что имеет большое значение для выяснения того, что служит ее источником энергии — звездообразование или AGN. Используя обсерваторию ALMA, авторы нацелились на ли-



Изображение номера — спиральная галактика NGC 2997

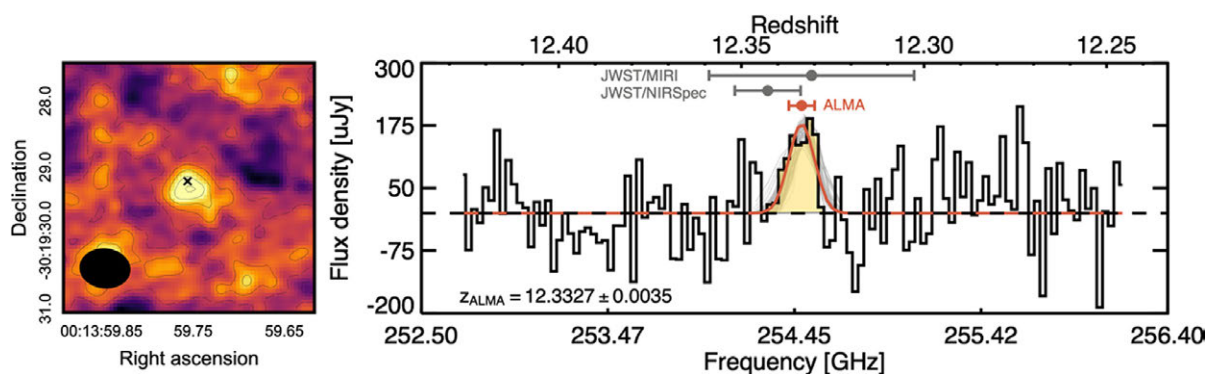
NGC 2997 относится к классу SAB(rs)c по классификации Хаббла. Расположена в южном созвездии Эридан. Среднее расстояние до этой галактики составляет 12,2 Мпк. Угловые размеры: $8,90' \times 6,8'$. 21 июля 2008 года там была зарегистрирована сверхновая SN 2008eh, достигшая 15-й звездной величины.

нию излучения дважды ионизированного кислорода, которая коррелирует с активным звездообразованием в галактиках. Обнаружив эту линию, группа оценила красное смещение, которое согласуется с красным смещением, полученным с помощью JWST.

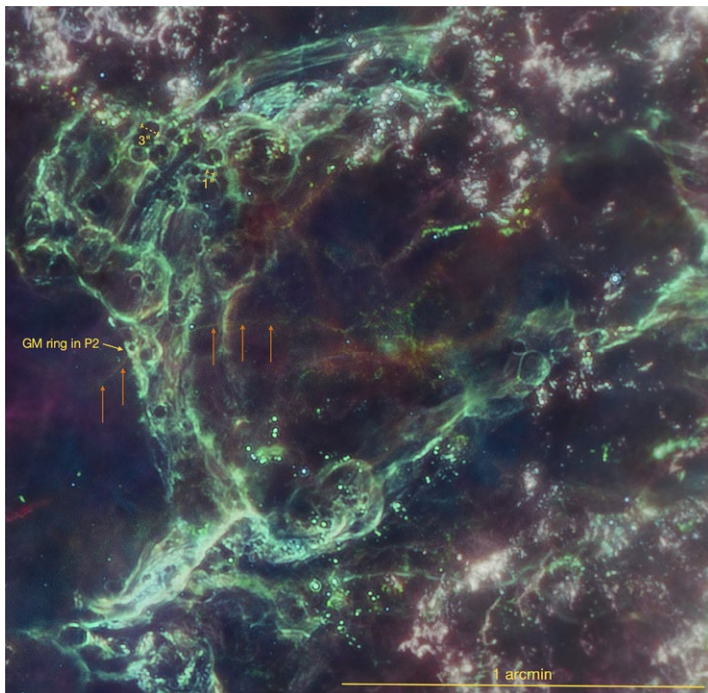
Используя наблюдения ALMA и предыдущие данные JWST, авторы сравнили GHZ2 с другими галактиками. Выяснилось, что она обладает сходными характеристиками с теми из них, где присутствует активное звездообразование. Кроме того, эта галактика с очень высоким красным смещением, по-видимому, имеет общие характеристики с областями самого бурного рождения звезд, и это еще раз доказывает, что именно этими процессами обусловлена видимость GHZ2 для земных наблюдателей. Впрочем, авторы не исключают и некоторую долю вклада во всё это и AGN.

В эпоху GHZ2 преобладали бедные «металлами» молодые звездные популяции. Хотя подробности эволюции GHZ2 остаются непроясненными, это исследование всё же подчеркивает важность совместной работы ALMA и JWST как мощной пары инструментов, способных изучить самые далекие галактики во Вселенной. Будущие наблюдения с их помощью позволят лучше понять, как выглядела ранняя Вселенная и как она развивалась с течением времени.

1. iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ad8f38



Обнаружение ALMA 88-микронной линии излучения дважды ионизированного кислорода. На левой панели показана карта интенсивности GHZ2 на небе, где желтое пятно в центре соответствует галактике. На правой панели показан спектр ALMA с 88-микронной линией излучения, выделенной желтым цветом



Крупный план «Зеленого Монстра» с небольшими кавернами, изученными в этом исследовании. Оранжевыми стрелками обозначено расположение выброшенной нити, которая может быть связана с отверстием, обозначенным как P2 (De Looze et al. 2024)

► «Зеленый Монстр» в мелкую дырочку

Звезды, которые по своей массе значительно превосходят Солнце, завершают свой жизненный путь чрезвычайно эффектно. В финале своего яркого, но довольно короткого существования они, не способные уже вырабатывать достаточного количества энергии, чтобы противостоять сокрушительному давлению гравитации, испытывают коллапс. В ходе взрыва, который можно наблюдать с больших расстояний, их внешние слои сбрасываются, оставляя в центре сжавшееся ядро, а вокруг него — замысловатый красочный остаток сверхновой, который медленно расширяется, охватывая пространство в сотни световых лет.

Одним из самых известных и хорошо изученных остатков сверхновых со сколлапсировавшим ядром в центре считается Cas A, который с момента своего открытия в 1948 году стал героем бесчисленного множества астрономических снимков. Недавно данные JWST позволили выявить не встречавшуюся ранее особенность, протянувшуюся через Cas A. Из-за своего зеленоватого оттенка на цветных изображениях JWST эта особенность получила наименование «Зеленый Монстр» [2].

Что могло сотворить подобные формы? Группа исследователей предложила несколько сценариев, каждый из которых основан на сложном взаимодействии между быстро движущимися выбросами взорвавшейся звезды, окружающим ее околозвездным веществом и ударными волнами, которые распространяются наружу и внутрь при взаимодействиях различных звездных компонентов.

Согласно наиболее вероятному сценарию, «Зеленый Монстр» состоит из околозвездного вещества, которое было потеряно еще до того, как звезда взорвалась как сверхновая. Этот материал сброшенных предварительно звездных оболочек наблюдается перед остатком сверхновой, подвергаясь воздействию ударной волны. Каверны в нем образовались в результате того, что выброшенный материал дырявил «Зеленого Монстра».

Впрочем, пока еще не ясна вся последовательность событий: до или после поражения «Зеленого Монстра» ударной волной произошло столкновение между ним и выброшенными наружу обломками. Как показало моделирование, возможен любой порядок этих событий, а для изучения всей их последовательности и их временных рамок необходимы дополнительные данные и моделирование.

В сочетании с другими сложными структурами Cas A «Зеленый Монстр» дает исследователям представление о бурных последних

годах жизни взорвавшейся звезды. Данные указывают на то, что примерно за 30–100 тыс. лет до вспышки сверхновой произошел обширный асимметричный эпизод потери массы — по астрономическим меркам, незадолго до финального взрыва. Сходство между «Зеленым Монстром» и ранее обнаруженными структурами, называемыми квазистационарными сгустками, — плотными, медленно движущимися скоплениями околозвездного вещества — позволяет предположить, что они могли образоваться в результате одного и того же эпизода потери массы.

Последующие наблюдения JWST, несомненно, подарят нам новые открытия: в ходе будущих наблюдений будут изучены спектры нескольких областей «Зеленого Монстра» и нескольких квазистационарных скоплений, что поможет реконструировать последние годы жизни звезды-прародительницы Cas A.

2. iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ad855d

Бледно-голубая точка

На фотографии, сделанной с помощью телескопа «Хаббл», запечатлена галактика LEDA 22057, расположенная в созвездии Близнецов на расстоянии примерно 650 млн световых лет от нас [3].

На снимке можно видеть вспышку сверхновой в нижней части этой галактики, несколько правее ее ядра. На фоне призрачных спиральных рукавов галактики выделяется бледно-голубая точка — SN 2024PI.

Снимок был сделан примерно через полтора месяца после события, поэтому на фотографии место взрыва видится во много раз более тусклым, чем в момент максимальной яркости.

SN 2024PI относится к типу Ia, обусловленного наличием белого карлика — ядра выгоревшей звезды, масса которого меньше восьми масс Солнца. Когда звезда такого размера исчерпывает запасы водорода в своем ядре, она раздувается до красного гиганта, становясь гораздо более холодной. Со временем пульсации и звездные ветры заставляют звезду сбросить свои внешние слои, оставляя после себя белого карлика и красочную планетарную туманность. Белые карлики могут иметь температуру поверхности свыше 100 000° при большой плотности.

Наше Солнце ожидает судьба белого карлика через 5 млрд лет, однако ему не суждено взрываться в виде сверхновой типа Ia. Для этого белый карлик должен быть частью двойной звездной системы и поглощать вещество своего партнера, испытывая по мере его накопления мощный термоядерный взрыв. Яркая вспышка от него видна с расстояний в миллионы световых лет.

3. esa.int/ESA_Multimedia/Images/2025/01/Pale_blue_supernova_dot ►



На снимке видна спиральная галактика с двумя тонкими, изгибающимися рукавами, исходящими из концов яркой овальной области ядра. Диск галактики также имеет овальную форму и заполнен пылью. Сверхновая видна как бледно-голубая точка около ядра. ESA/Hubble & NASA, R.J. Foley (UC Santa Cruz)

ВериColombo в шестой раз посетил Меркурий

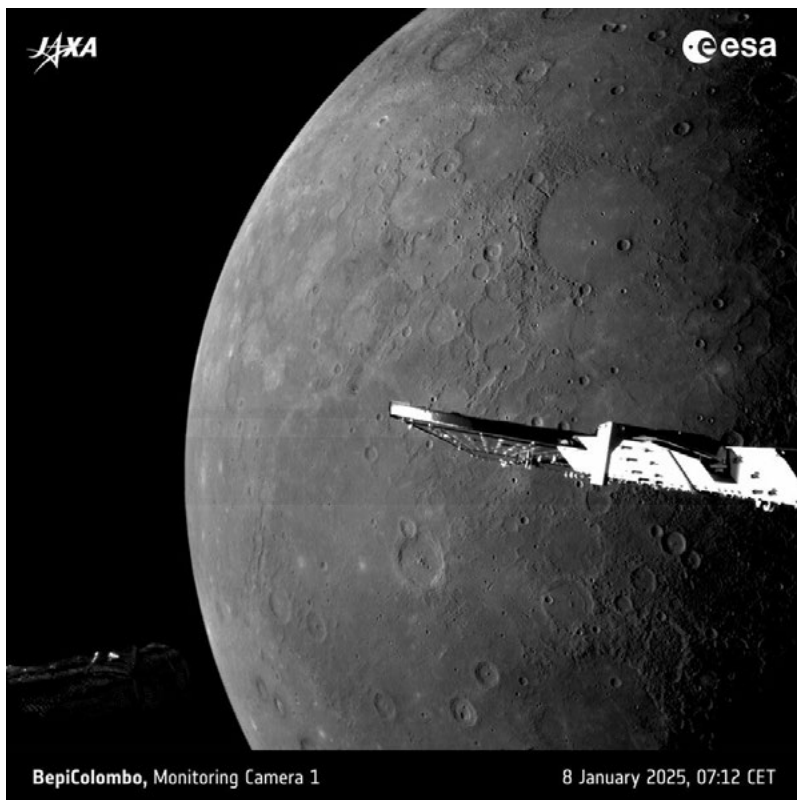
ESA опубликовало фотографии [4], переданные миссией ВериColombo в ходе пролета Меркурия 8 января. В 06:59 по центральноевропейскому времени аппарат прошел всего в 295 км над поверхностью ближайшей к Солнцу планеты над ее холодной и темной ночной стороной. Примерно через семь минут он пролетел и прямо над северным полюсом Меркурия, прежде чем получил четкое изображение освещенной светилем северной стороны планеты.

Это был шестой и последний облет Меркурия космическим аппаратом ВериColombo с момента его запуска в 2018 году. Маневр вывел космический аппарат на траекторию выхода на орбиту Меркурия в конце следующего года.

Вериколумбо — это связка из двух отдельных аппаратов (европейского МРО и японского ММО), а также перелетного модуля. У МРО есть набор камер, но пока модуль находится в собранном состоянии, аппарат не может их использовать, поэтому для съемки остаются только камеры, установленные непосредственно на корпусе перелетного модуля. Они могут делать черно-белые фото с разрешением 1024 × 1024 пикселя.

Но даже при таких технических ограничениях получают весьма эффектные кадры. На фото ниже можно увидеть северный полюс Меркурия и кратеры, дно которых никогда не освещается Солнцем. Есть косвенные свидетельства того, что в этих темных кратерах присутствует замерзшая вода. Но существует ли на самом деле вода на Меркурии — это одна из важнейших загадок, которую ВериColombo должен будет разрешить как только выйдет на орбиту планеты.

Фото справа демонстрирует северные равнины, известные как Borealis Planitia, образовавшиеся в ходе грандиозных извержений древности, когда лава затапливала кратеры, «сглаживая» их очертания. В левом нижнем углу изображения находится огромный бассейн Caloris — самый большой ударный кратер

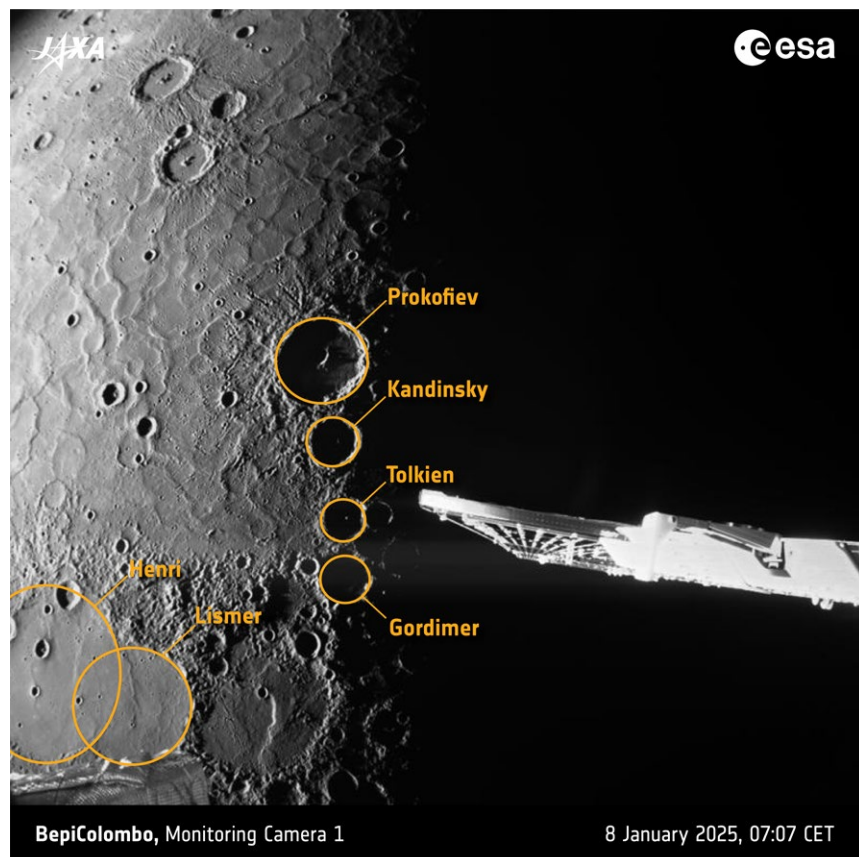


Залитый солнцем север Меркурия, видимый с помощью M-CAM 1

на Меркурии, диаметр которого составляет более 1500 км. Удар, породивший этот кратер, оставил следы на поверхности Меркурия на расстоянии до тысяч километров, о чем свидетельствуют расходящиеся от него лучи впадин.

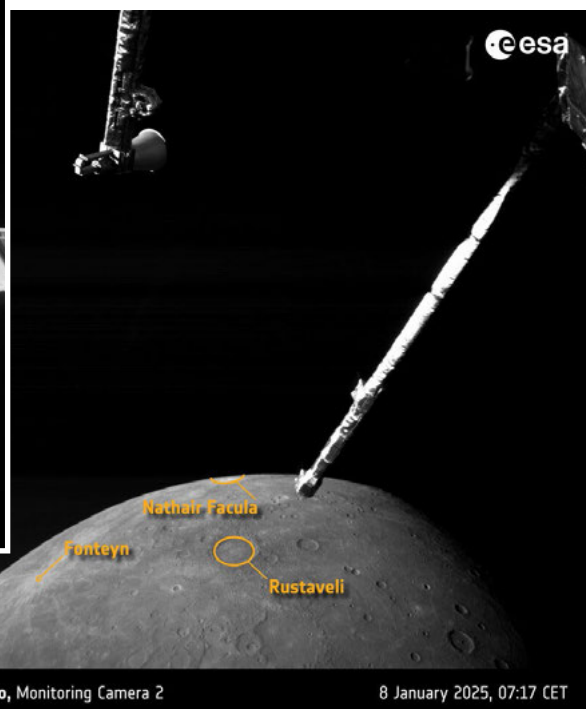
В верхней части последнего снимка выделяется яркое пятно вулканического образования. Его диаметр составляет 300 км, оно состоит из относительно свежих вулканических отложений. А слева находится относительно молодой кратер Fonteyn, образовавшийся «всего» 300 млн лет назад.

4. esa.int/Science_Exploration/Space_Science/BepiColombo/Top_three_images_from_BepiColombo_s_sixth_Mercury_flyby



Тени в кратерах на северном полюсе Меркурия в объективе M-CAM 1

Лава и обломки на поверхности Меркурия



В самом начале XX века на территории Китая были найдены две уникальные библиотеки, много веков пролежавшие в забвении среди песков Центральной Азии и донесшие до нас подлинные тексты многих народов этого региона, чьи судьбы не раз менялись самым кардинальным образом. Некоторые из этих народов и вовсе словно бы растворились во времени. Сначала в 1900 году в замурованной пещере неподалеку от города Дуньхуана (современная провинция Ганьсу) были обнаружены тексты второй половины I тысячелетия н.э. на китайском, тибетском, древнеуйгурском и других языках. Новости об удивительной находке побудили европейцев снарядить экспедиции в этот некогда цветущий древний оазис на Шелковом пути. Драгоценные рукописи и многочисленные произведения религиозного искусства в большом количестве были привезены в Лондон и Париж, потом также в Санкт-Петербург, в Японию, часть осталась в Китае; отдельные предметы находятся ныне и в других странах мира. Затем, в 1907 году, бурятский путешественник Цокто Бадмажапов обнаружил в пустыне Внутренней Монголии «мертвый» город Хара-Хото, о чем сообщил своему доброму знакомому Петру Козлову. Тот в 1908–1909 годах совершил экспедицию, в ходе которой в Хара-Хото были обнаружены многочисленные рукописи и старопечатные книги на разных языках, а также памятники искусства времен тангутского государства, уничтоженного монголами в первой половине XIII века. Часть текстов, которые не забрал в Санкт-Петербург Козлов, были вывезены Аурелем Стейном в Британию.

Во время Цинская империя, еще правившая Китаем, слабо контролировала удаленные от метрополии территории и не могла помешать иностранцам скупать или просто раскапывать и вывозить древности. В работах современных китайских исследователей время от времени можно встретить не только горькие слова, но и прямые обвинения в воровстве. Отчасти напряжение снимается за счет обеспечения всех интересующихся доступом к этим удивительным памятникам: значительная часть рукописей опубликована в том или ином виде, а артефакты выставлены в музеях, в том числе в Государственном Эрмитаже, где несколько лет назад были открыты обширные постоянные тематические экспозиции, а цифровые копии многих экспонатов размещены на сайте музея.

Что касается российской части рукописей из Дуньхуана и Хара-Хото, почти все они оказались собраны в Азиатском музее еще Императорской Академии наук и вместе с ним в 1930 году вошли в собрание ленинградского Института востоковедения АН СССР. В середине XX века институт был переведен в Москву, но в Ленинграде осталось его отделение с основной частью коллекций. С 2007 года оно известно под новым именем — Института восточных рукописей РАН. Им на несменяемой до сих пор основе управляет докт. ист. наук Ирина Фёдоровна Попова, с 2019 года — член-корреспондент РАН.

Так получилось, что моя научная карьера двадцать лет была связана с этим учреждением, и я видел почти все этапы развития инсти-

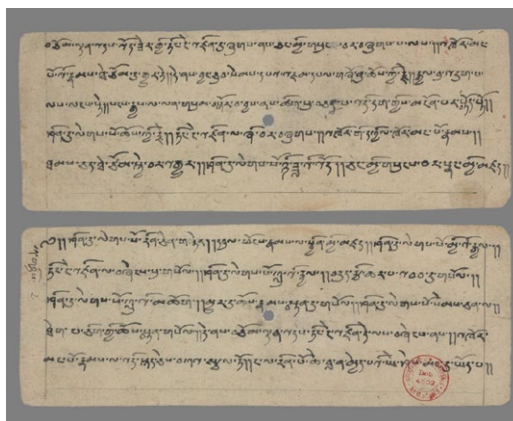


Александр Зорин

Подлежит ли цензуре публикация древних рукописей?

Александр Зорин, Иерусалимский университет

тута в новом веке, включая этапы развития самой И.Ф. Поповой как его директора. Вначале казалось, что мы стоим на пороге нового, прогрессивного этапа в истории развития института, превращения его в лидера «цифрового» востоковедения, флагмана гуманитарной отрасли российской науки. В середине 2000-х годов усилиями выдающегося исламоведа Станислава Михайловича Прозорова и его ученика Максима Геннадьевича Романова при организационной поддержке тогда еще молодого директора Поповой был создан сайт института, который во многом задал тренд на открытость академических институций обществу, размещение научных материалов в свободном доступе. Планировалось, что на сайте будут выставлены и копии самих рукописей, составляющие главное богатство института, который хранит его, но не владеет им. (Стоит напомнить, что все академические коллекции принадлежат российскому государству, а следовательно, в конечном счете — российскому обществу.)



Фрагмент дуньхуанской рукописи Pelliot tibétain 102 из парижского собрания Национальной библиотеки Франции (IdP.bLuk)

К великому сожалению, ничего подобного не произошло. Смешно сказать — размещение даже полных копий изданных каталогов рукописей мне удалось продать только в середине 2010-х годов. Ни разу не было произведено простой технической модернизации сайта, и в настоящее время он устарел настолько, что поисковые системы с трудом выдают ссылки на его ресурсы. Мне больно это писать, поскольку я много лет был администратором сайта ИВР РАН и не раз просил руководство выделить средства на его модернизацию, но без толку. При этом к 200-летию основания Азиатского музея мы с коллегой Аллой Сизовой разместили¹ цифровые копии практически всей периодики, связанной с нынешним ИВР РАН на всех этапах его истории начиная с XIX века. Эти материалы остаются в свободном доступе на сайте. Сделали мы это на волонтерских началах. Развитие сайта в программу подготовки к юбилею не входило, и технологического про-

рыва, который мог бы стать красивым подношением памяти великих ученых и собирателей прошлого, а также и просто исполнением прямого долга руководства института перед российской и мировой наукой, не произошло.

Как часто бывает с несменяемыми руководителями бюджетных организаций, в какой-то момент они начинают принимать спорные кадровые решения. Одно такое решение, принятое в ИВР РАН в самом конце 2021 года, напрямую касается темы древних рукописей из оазисов Центральной Азии. На пост руководителя лаборатории Сериндика, которая была создана специально для изучения этих материалов (исключая дуньхуанские), был назначен Кирилл Михайлович Богданов, что вызвало внутренний скандал и увольнение двух талантливых молодых сотрудниц института — Ольги Лундышевой и Анны Туранской.

Названный коллега всячески препятствовал им в осуществлении их прямой научной задачи — издания (совместно с ведущими экспертами из Японии и Германии) каталога древнеуйгурских рукописей. К счастью, первый том каталога удалось издать, однако назначение г-на Богданова руководителем лаборатории (созданной, между прочим, по инициативе Ольги Лундышевой), по сути, ставило крест на дальнейшей работе. Поразительно, но в начале текущего года в журнале ИВР РАН *Written Monuments of Orient* вышла статья-отчет² о первых пяти годах работы лаборатории, в которой автор статьи, Сафарали Шомахмадов, умудрился ни разу не назвать этих коллег (прямо как в сталинские времена). При этом изданный каталог числится среди достижений, но и тут при упоминании книги не названы ее авторы.

Сам К.М. Богданов, по образованию кхмеровед, в 1990-е годы ушедший из науки, был приведен в институт И.Ф. Поповой в середине 2000-х и через несколько лет стал хранителем... тангутского фонда ИВР РАН, одного из главнейших сокровищ рукописного собрания. Читателю-невостоковеду на всякий случай сообщу, что живой кхмерский язык, на котором говорят преимущественно в Камбодже, и «мертвый» тангутский язык, на котором говорили много веков назад на северо-западе нынешнего Китая, имеют между собой чрезвычайно мало общего. К.М. Богданов пытался учить тангутский после своего возвращения в востоковедение, но мы не знаем, насколько он преуспел в этой области: заявленной в начале 2010-х годов кандидатской диссертации он так и не написал. Удивительно, что И.Ф. Поповой не кажется решение назначить его на такой важный пост непрофессиональным и противным памяти выдающихся предшественников, начиная с великого Николая Александровича Невского.

В каком-то смысле научному нахальству г-на Богданова можно даже позавидовать. Еще в 2010 году он выпустил, не посоветовавшись ни с кем из тибетологов, совершенно невежественную обзорную статью³ про тибетские рукописи из Хара-Хото (удивительно, как

² Shomakhmadov S. Five Years of the Serindica Laboratory in the Institute of Oriental Manuscripts, RAS: Results and Prospects // *Written Monuments of the Orient*. Volume 9, No. 2(18), 2023. P. 122–127. orientalstudies.ru/eng/index.php?option=content&task=view&id=4027

³ Богданов К.М. Тибетские книги из Хара-Хото (коллекция П.К. Козлова) // *Письменные памятники Востока*. 2(13), 2010. С. 263–271. orientalstudies.ru/rus/index.php?option=content&task=view&id=2818.

¹ orientalstudies.ru/rus/index.php?option=com_content&task=view&id=308&Itemid=91

эта статья была принята в печать). Практически вся статья выглядит как анекдот с точки зрения исследователя тибетских рукописей. Достаточно упомянуть мнение К.М. Богданова об особой форме знака «шад» как о критерии определения древности текстов (с. 264), причем ссылается он на выдающегося тибетолога Андрея Ивановича Вострикова (1902–1937), который не виноват в том, что непрофессиональный читатель извратил его мысль. Знак «шад», о котором писал Востриков, используется в так называемых текстах из кладов (*терма*) и сам по себе не позволяет определить древность рукописи, в отличие, например, от старой тибетской орфографии, о чем горе-автору, конечно, было неизвестно.

Надо, впрочем, отдать ему должное: свою склонность к дилетантству он и не скрывает. В выпущенной недавно статье⁴ про одну сложную тантрическую рукопись из тангутского фонда он пишет прямо: «*Имея самые общие представления о предмете исследования, я даже не буду пытаться анализировать эти отличия (в описании йогической практики. — А.З.) — впрочем, как и само содержание в контексте данной тантрической школы, оставляя эту работу специалистам, если текст действительно покажется им интересным*». Не прав будет тот читатель, который решит, что это ложная скромность. Прав будет тот, кто уже по этой цитате представит, чего стоит такой перевод с тангутского и комментарии к нему. Интересно было бы, например, узнать, что скрывается за строкой: «*[Исполнение] данной практики [указывает на то, что] прошлого рождения не было*» (с. 9). Возможно, я ошибаюсь, но выглядит это как афоризм «Жизнь моя, иль ты приснилась мне?» со стороны автора, никогда не изучавшего ни буддизм, ни буддийскую тантру. Остается надеяться, что он сам не станет исполнять написанное им в переводе, поскольку «*когда выдерживать вход нисходящего вихря в центр живота и когда вихрь восходящий догонит вихрь нисходящий*» (с. 10), легко можно запутаться в вихрях и оказаться не там, где хотелось.

Стоит также отметить, что профессиональная публикация рукописи обычно сопровождается изданием транслитерации, которая показывает степень прочтения текста автором и позволяет с ним работать коллегам, которые, например, не знают тангутской иероглифики. В данном случае мы имеем только не очень четкое факсимильное издание рукописи, которое даже специалистам может быть непросто прочитать в таком формате.

Наблюдая это продолжающееся «пиршество» науки уже из-за границы, я думал, что меня больше ничем не удивить. Снимаю шляпу перед членом РАН Поповой — ей удалось это сделать.

Здесь мне придется, заранее извинившись за нескромность, рассказать немного о себе. В течение довольно длительного срока я выполнял функции хранителя тибетского фонда ИВР РАН, одного из крупнейших мировых собраний старых тибетских книг. Не вдаваясь в детали, сообщу, что среди моих проектов были работы, связанные с дуньхуанскими и хара-хотскими рукописями на тибетском языке. В частности, мы с коллегами Аллой Сизовой и Анной Туранской подготовили каталог хара-хотской коллек-

ции в рамках проекта, поддержанного грантом РФФИ (2018–2020). В нем прямо и недвусмысленно говорилось об оцифровке и публикации этих текстов. Администрация ИВР РАН никогда не возражала против проекта и получала деньги из средств гранта за ведение проекта.

С момента окончания проекта мы продолжали готовить работу к изданию на английском и русском языках и надеемся осуществить эту задачу в скором времени. Как часть этой подготовительной работы я недавно выпустил в Германии статью⁵ про несколько текстов, посвященных важной тантрической богине Ваджраварахи. В публикацию вошли пригодные к изданию фотокопии, впервые сделавшие эти рукописи полностью доступными всей мировой науке. И.Ф. Попова, узнав о статье, направила издателью протест, где заявила, что ИВР РАН не давал разрешения на публикацию фотографий и потребовала — нет, не снятия фотографий, не денежной компенсации, а... извинений. Требование это, разумеется, было вежливо отклонено.

Не добившись ничего за границей, г-жа Попова решила сосредоточиться на внутрироссийских рубежах. Бдительные сотрудники ИВР РАН донесли ей, что я собираюсь сделать доклад о пяти дуньхуанских рукописях на конференции переводчиков буддийских текстов (Москва, 13–14 ноября 2024 года). Я подал свою заявку, так как хотел поделиться с коллегами информацией о работе, которую намерен завершить в 2025 году. Рукописи эти были надежно атрибутированы мной самим как дуньхуанские в первой половине 2010-х годов. Более того, три из них принадлежали к первой порции текстов из Дуньхуана, поступивших в Санкт-Петербург в 1911 году от Николая Кроткова, российского консула в Урумчи. Я начинал заниматься этими рукописями в рамках плановой научной темы и получил цифровые копии, которыми обладаю. В силу занятости мне не удалось завершить проект, находясь в России, но эти тексты, безусловно, заслуживают издания, и я твердо намерен завершить начатое дело.

Не желая конфликта, я 20 сентября, т.е. задолго до конференции, направил в ИВР РАН официальную заявку на копирование рукописей — на имя И.Ф. Поповой, так что она не могла не знать о заявке. Отрицательный ответ на нее я получил только 20 ноября, т.е. уже по окончании конференции. При этом за несколько дней до ее начала г-жа Попова направила ноту протеста на имя директора Института востоковедения РАН как главы оргкомитета — на том основании, что ИВР РАН не давал мне разрешения на исполь-

зование фотокопий рукописей. При этом моя заявка на копирование лежала, что называется, у нее на столе. Как бы то ни было, я предложил организаторам конференции во избежание вовлечения их в конфликт убрать из презентации фотоизображения рукописей, хранящихся в ИВР РАН. Более того, я сделал черновую видеозапись своего выступления, где использовал транслитерацию текстов (то есть набранную мной латинскую запись). К моему немалому удивлению, это предложение было отвергнуто, а мой доклад исключен из уже сверстанной и разосланной всем участникам программы.

Таким образом, пользуясь своим служебным положением, член-корреспондент РАН Попова не только пытается препятствовать моей научной работе и изданию важных для российской и мировой науки текстов, но и склоняет к этому (к прискорбию, успешно) коллег из других учреждений. Мне трудно охарактеризовать это иначе как попытку введения научной цензуры. Мое глубокое убеждение, что тем самым она предает цели науки, которой якобы служит.

Поистине удивительна судьба дуньхуанских и хара-хотских рукописей. Много веков пролежали они среди песков, забытые, казалось, навсегда. Но были открыты подвижниками науки и вывезены со своей родины в далекие города. Единственную легитимность сохранению такого положения вещей в наши дни придает полная публикация материалов и свободный доступ к ним всех ученых и интересующихся наукой людей. О каком копирайте, запрещающем некоммерческое использование мирового наследия, в данном случае вообще может идти речь? О каком «воровстве» фотокопий? Что бы сказали об этом Сергей Фёдорович Ольденбург, Пётр Кузьмич Козлов, Николай Николаевич Кротков, благодаря которым российские ученые имели уже более ста лет на изучение и публикацию бесценных материалов? Какое право имеет отдельный, пусть и влиятельный научный сотрудник держать под спудом то, что не ей написано, не ей привезено, не ей принадлежит?

Я искренне надеюсь, что цифровые фотокопии в хорошем разрешении всех бесценных материалов рано или поздно появятся на официальном сайте ИВР РАН. Увы, трудно поверить, что это может произойти под руководством ее нынешнего директора. Но читатель моей печальной заметки может быть уверен: по крайней мере упомянутые мной рукописи будут опубликованы, пусть и ценой скандала, которого я никогда не хотел и которого пытался избежать.

От редакции: «Троицкий вариант — Наука» готов опубликовать комментарии И.Ф. Поповой и других сотрудников ИВР РАН к данному тексту.

⁵ Zorin A. Tibetan Texts from Kharakhoto on the Cult of Vajravārāhi / BuddhistRoad Paper 2.8, 2024. 140 pp. omp.ub.rub.de/index.php/BuddhistRoad/catalog/view/303/269/1430



Институт восточных рукописей РАН в Санкт-Петербурге. Фото А. Savin / «Википедия»

⁴ Богданов К.М. Тангутская рукопись с описанием практик «Шести учений». Перевод, предисловие и примечания // Письменные памятники Востока. Том 21, № 3 (58), осень 2024. С. 5–12. orientalstudies.ru/rus/index.php?option=content&task=view&id=15048

2025 год объявлен ООН международным годом квантовой науки и технологий¹. Летом исполнится сто лет со дня публикации статьи Гейзенберга в *Zeitschrift für Physik*, положившей начало революционным изменениям в современной физике. ТрВ-Наука уже начал отмечать юбилей загодя (см. предновогодний очерк Алексея Левина «Год великого перелома в физике и его предыстория»²) и открывает год тремя материалами, посвященными истории науки.

¹ quantum2025.org

² trv-science.ru/2024/12/god-velikogo-pereloma-v-fizike-i-ego-predystoriya/



Евгений Беркович

Кто придумал модель атома Бора?

Евгений Беркович

— Странный вопрос, — скажет читатель. — Нильс Бор и придумал, кто же еще? На это я отвечу так: авторство Бора вне сомнений, но есть гипотеза, что еще раньше эта же идея пришла в голову другому человеку — Альберту Эйнштейну, — хотя никаких работ на эту тему он не опубликовал и никаких его черновиков, где бы упоминалась модель атома, близкая модели Бора, не сохранилось. Эту гипотезу впервые высказал один из самых информированных биографов Эйнштейна, редактор первого тома собрания его документов Джон Стейчел (Stachel, 2002), и я покажу, на чем она основана.

Как известно, Нильс Бор предложил знаменитую модель атома в большой статье, состоящей из трех частей. Статья называлась «О строении атомов и молекул», она появилась в 1913 году в журнале *Philosophical Magazine* (Bohr, 1913)¹. Первая часть, датированная 5 апреля 1913 года, увидела свет в июле, вторая и третья были опубликованы в сентябре и ноябре.

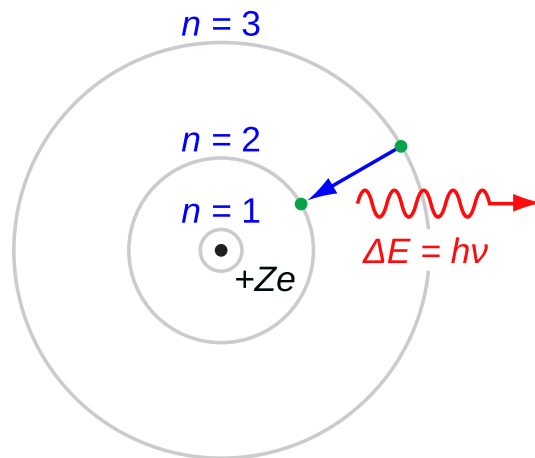
Эйнштейн услышал о работах Бора в конце сентября 1913 года на съезде естествоиспытателей в Вене, куда приехал Дьёрдь фон Хевеши, друг Бора. В перерыве между докладами Хевеши рассказал Эйнштейну не только суть гипотезы Бора, но и привел важное экспериментальное ее подтверждение: из модели Бора следовало, что серия линий в спектре солнечного света, называемых линиями Пикеринга — Фаулера, которую спектрографы приписывали водороду, на самом деле принадлежала ионизированному гелию, и недавние эксперименты одного из сотрудников Резерфорда это подтвердили. «Большие глаза Эйнштейна, — рассказывал

Хевеши в письме Резерфорду, — стали еще больше и он сказал мне: „Тогда это одно из величайших открытий“» (Кумар, 2013, стр. 148).

В этом же письме Резерфорду Хевеши сообщает дополнительные подробности разговора с Эйнштейном: «Говоря с Эйнштейном на разные темы, мы перешли к теории Бора, он сказал мне, что у него были подобные идеи, но он не посмел их опубликовать. Если теория Бора окажется верной, она станет чрезвычайно важной... Я чувствовал себя счастливым, слушая это» (Eve, 1930, стр. 224–226).

Примерно то же сообщил Хевеши и самому Нильсу Бору в письме от 23 сентября 1913 года: «Тогда я спросил его о вашей теории. Он сказал мне, что это очень интересно, важно, если теория окажется правильной и т. д., и что у него были очень похожие идеи много лет назад, но не хватило смелости их развить. Я ему сказал, что теория подтверждена теперь тем, что спектры Пикеринга — Фаулера принадлежат гелию. Когда он услышал это, то был крайне удивлен и сказал мне: „Как, частота света не зависит от частоты электрона — (я понял его так??) — тогда это огромное достижение. Тогда теория Бора должна быть правильной“. Не могу сказать вам, как мне было приятно слышать это. Не знаю, что еще могло бы сделать меня столь счастливым, как эта непосредственная реакция Эйнштейна» (Hoyer, 1982, стр. 532).

Обратите внимание, что в обоих письмах Хевеши отмечает в ответе Эйнштейна, что похожие мысли уже приходили ему в голову несколько лет назад (добавлю от себя: минимум восемь).



Модель Бора атома водорода ($Z = 1$) или водородоподобного иона ($Z > 1$), где отрицательно заряженный электрон, расположенный на атомной оболочке, обращается вокруг небольшого положительно заряженного атомного ядра. Переход электрона между орбитами сопровождается излучением или поглощением электромагнитной энергии (JabberWok / «Википедия»)

То, что для Эйнштейна был чрезвычайно важен тот факт, что частота спектральных линий отличалась от механической частоты электронов на орбитах в атоме, подтверждается его замечанием во время лекции об эфире 4 октября 1924 года: «Наши сомнения относительно реальности волнового поля усиливаются еще и тем обстоятельством, что согласно теории Бора частота испускаемого излучения не определяется электрическими массами, совершающими периодические движения с той же частотой» (Эйнштейн, 1966а, стр. 160).

В большом письме Бессо от 6 января 1948 года Эйнштейн упоминает связь теории Бора с его собственной работой о квантах света: «Неправильно считать, что условия Бора для электронных орбит следуют из моей квантовой статьи. Можно только заключить, что если механическая картина атома справедлива, такие правила должны существовать. (Ты хорошо знаешь, что несмотря на огромные практические успехи, я не рассматриваю современную статистическую квантовую теорию как хороший подход. Со мной то же самое, как у евреев с Машиахом.)» (Einstein — Besso, 1979, стр. 231–232).

Но вернемся к истокам этой истории, в далекий 1905 год, год чудес, когда среди других гениальных статей (о теории относительности, связи энергии и массы, броуновском движении и диссертации о размерах молекул) 26-летний советник третьего класса Федерального патентного ведомства опубликовал, по его словам, «революционную» статью о квантах света. Для научного мира автор этих работ был неизвестен. Не слышал о нем и Филипп Ленард, выдающийся физик-экспериментатор, ординарный профессор Университета в Киле. Зато Эйнштейн очень хорошо знал работы Ленарда, много слышал о нем от Милевы Марич, в 1898 году слушавшей в Гейдельберге лекции тог-



Нильс Бор и Альберт Эйнштейн в гостях у Пауля Эренфеста в Лейдене, 1925 год (dfn.dk)

да еще экстраординарного профессора Ленарда. На четыре работы Ленарда 1902–1903 годов сослался Эйнштейн в своей «революционной» статье и отметил там же: «Насколько мне известно, наше представление о фотоэлектрических процессах не противоречит наблюдениям Ленарда» (Эйнштейн, 1966, стр. 106).

Неизвестно, послал ли Эйнштейн Ленарду копию своей статьи или профессор сам наткнулся на текст неизвестного коллеги, ссылавшегося на его труды, но он послал Эйнштейну копию своей новой работы «О поглощении света парами щелочи и соли и о центрах этого поглощения», опубликованной в седьмой тетради того же 17-го тома журнала *Annalen der Physik* за 1905 год, в котором опубликованы три первых статьи Эйнштейна. Ответ Альберта Эйнштейна датирован 16 ноября 1905 года и содержит, помимо обычной в таких случаях благодарности, несколько важных для нашей темы фраз:

«Глубокоуважаемый господин профессор! Сердечно благодарю вас за присланную статью, которую я изучил с тем же чувством восхищения, что и ваши предыдущие работы. Пользуясь случаем, позволю себе короткое замечание по существу.

Известные мне эксперименты не исключают такую возможность, чтобы эмиссия и, соответственно, поглощение отдельной спектральной линии были связаны с определенным состоянием испускающего, соответственно, поглощающего центра (атома). Аналогии для отдельных серий уже доказаны². Согласно предложенной точке зрения, поглощение серии (холодным) паром следует понимать следующим образом: поглощение света от линии ν_1 делает соответствующий поглощающий центр восприимчивым к свету от линии ν_2 и т. д. Тогда поглощение паром частоты ν_2 было бы возможно при одновременном поглощении ν_1 » (Kleinert, и др., 1978, стр. 319).

Это написано в ноябре 1905 года, уже после публикации статьи Эйнштейна о квантах света, в которой он предположил, что испускание и поглощение света возможно только порциями, энергия которых пропорциональна частоте. Если в письме Эйнштейна к частоте ν добавить множителем постоянную Планка, то получится практически в чистом виде модель атома Бора. Другими словами, письмо Ленарду от 16 ноября 1905 года дает возможность допустить, что уже в 1905 году Эйнштейн предполагал существование в атоме уровней энергии, аналогичных уровням стационарных состояний в модели Нильса Бора 1913 года.

На письмо Эйнштейна Ленард сразу не ответил, его реакции пришлось ждать почти четыре года. Только 5 июня 1909 года он написал Эйнштейну уже из Гейдельберга, где он стал директором Физического института:

«Глубокоуважаемый господин коллега! Позвольте вас поблагодарить за дружеские строки, вызванные моим последним посланием. Что может больше меня порадовать, чем факт, что глубокому, всестороннему мыслителю понравилась моя работа. Пользуясь случаем, должен вам сказать, что ваше письмо от 16 ноября 1905 года с тех пор постоянно лежит на моем письменном столе, сначала в Киле, сейчас здесь (в Гейдельберге), и что я всё время размыш-

ляю о наших различных мнениях по поводу светозлектрических скоростей и того, что с ними связано. Я полагаю, что мы оба в известном смысле правы; но по-настоящему я буду доволен только тогда, когда найденные вами чудесные, всесторонние отношения будут согласованы с тем, что я себе представляю в целом» (Kleinert, и др., 1978, стр. 320–321).

Такое долгое молчание Ленарда на высканную гипотезу Эйнштейна могло задержать ее публикацию, а потом с 1907 года мысли Эйнштейна были заняты уже другими проблемами, впереди маячила общая теория относительности, а в 1913 году приоритет в отношении модели атома перешел к Нильсу Бору.

Косвенным подтверждением высказанной гипотезы может служить единственное упоминание имени Нильса Бора в «Автобиографических заметках», появившееся в неподходящем по хронологии месте — в целом этот текст Эйнштейна выдержан в хронологическом порядке: «Всё это стало мне ясно уже вскоре после появления основной работы Планка, так что я, хотя и не имел замены для классической механики, все-таки мог видеть, к каким следствиям ведет этот закон теплового излучения как для фотоэлектрического эффекта и других родственных ему явлений, связанных с превращениями лучистой энергии, так и для теплоемкости тел, в частности твердых тел. Но все мои попытки приспособить теоретические основы физики к этим результатам потерпели полную неудачу. Это было так, точно из-под ног ушла земля и нигде не было видно твердой почвы, на которой можно было бы строить. Мне всегда казалось чудом, что этой колеблющейся и полной противоречий основы оказалось достаточно, чтобы позволить Бору — человеку с гениальной интуицией и тонким чутьем — найти главнейшие законы спектральных линий и электронных оболочек атомов, включая их значение для химии. Это кажется мне чудом и теперь. Это — наивысшая музыкальность в области мысли» (Эйнштейн, 1967, стр. 275).

Высказанные соображения, конечно, не могут служить доказательством гипотезы о том, что модель атома Бора сложилась в голове Эйнштейна к концу 1905 года. Это скорее небеспочвенные фантазии в духе альтернативной истории. Однако вот это высказывание Микеле Бессо, сделанное в письме Эйнштейну от 17 января 1928 года, делает гипотезу весьма правдоподобной: «В годы 1904 и 1905 я был твоей аудиторией, помогая писать статью о квантовой проблеме. Если я лишил тебя части твоей славы, то в свою очередь, я сохранил тебе друга в лице Планка. Более того, благодаря моей защите иудаизма и еврейской семьи, твоя личная жизнь изменилась, а мне пришлось доставить Милеву из Берлина в Цюрих» (Einstein — Besso, 1979, стр. 141).

Что сказал на это Эйнштейн, неизвестно. Не будем обсуждать восстановление дружбы с Планком и помощь Бессо в устройстве Эйнштейном совместной жизни с Эльзой Эйнштейн в их втором браке. Сосредоточимся на начале письма, из которого следует, что Бессо удержал Эйнштейна от публикации статьи по квантовой тематике, которая принесла бы ее автору дополнительную славу. В 1928 году Эйнштейн был в зените славы после открытия общей теории относительности. Говоря о какой-то потере славы, Бессо мог иметь в виду не менее эпохальную идею, что очень точно укладывается в русло рассматриваемой гипотезы.

Если Бессо действительно помешал Эйнштейну добавить к водопаду гениальных статей 1905 года еще одну, которая открыла бы человечеству модель атома за восемь лет до Нильса Бора, то извинением ему может служить тот факт, что с помощью своего друга Эйнштейн быстро довел до совершенства специальную теорию относительности, над которой бился целых десять лет.

Bohr N. 1913. On the Constitution of Atoms and Molecules // *Philosophical Magazine*, Vol. 26, p. 1–25 (part I), p. 476–502 (part II), p. 857–875 (part III). 1913.

Einstein — Besso. 1979. Albert Einstein, Michele Besso. Correspondance. 1903–1955. — Paris: Hermann, 1979.

Eve A.S. 1930. Rutherford. — New York: Macmillan, 1930.

Hoyer U. (editor). 1982. Collected Works of Niels Bohr, vol. 2, Works on Atomic Physics, 1912–1917. — Amsterdam: North-Holland, 1982.

Kleinert A. и Schönbeck Ch. 1978. Lenard und Einstein. Ihr Briefwechsel und ihr Verhältnis vor der Nuheimer Diskussion von 1920 // *Gesnerus*, B. 35, S. 318–333. 1978.

Stachel J. 2002. Einstein and the Quantum: Fifty Years of Struggle. Einstein from "B" to "Z", p. 367–402. — Boston — Basel — Berlin: Birkhäuser, 2002.

Бор Н. 1970. О строении атомов и молекул. (авт. книги) // Бор Нильс. Избранные научные труды. Т. I, с. 84–148. — М.: Наука, 1970.

Кумар М. 2013. Квант. Эйнштейн, Бор и великий спор о природе реальности. — М.: Корпус. АСТ, 2013.

Эйнштейн А. 1966. Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света. Собрание научных трудов в четырех томах, т. III, с. 92–107. — М.: Наука, 1966.

Эйнштейн А. 1966а. Об эфире. Собрание научных трудов в четырех томах. Том II, с. 154–160. — М.: Наука, 1966.

Эйнштейн А. 1967. Автобиографические заметки. Собрание научных трудов в четырех томах. Т. IV, с. 260–294. — М.: Наука, 1967.



Бор и Эйнштейн на приеме у бельгийского короля Альберта I. 1932 год (фото из архива библиотеки Швейцарской высшей технической школы Цюриха)

² Эйнштейн ссылается здесь на результаты статьи Ленарда, на которую он отвечает этим письмом.

На этот вопрос, на мой взгляд, следует ответить резко положительно. Возможно, это всем ясно и без меня, и я ломлюсь в открытую дверь, но столь часто приходится слышать, что Эйнштейн был бунтарем, революционером, ниспровергателем, что хочется в этом убедиться самому. Да, благодаря ему вся современная физика выглядит совершенно не так, как в начале XX века. И создана она была в основном благодаря его усилиям.

Но какими методами он этого достиг? Каков был его подход? Каков был стиль его мышления? Тут совет дал сам Эйнштейн: «Если вы хотите узнать у физиков-теоретиков что-нибудь о методах, которыми они пользуются, я советую вам держаться такого принципа: не слушайте, что они говорят, а разглядывайте их деяния»². Этим мы и займемся.

Что значит быть классическим физиком? Для наших целей примем, что классическим будет считаться физик-теоретик, который убежден в наличии объективной реальности, существующей независимо от экспериментатора. Кроме того, он придерживается принципа локальности, иногда называемого принципом близкодействия, согласно которому на физический объект влияет только его непосредственное окружение.

В 1905 году Эйнштейн еще не был светочем и дивным гением. Он считался неудачником и остро это переживал. По получении в 1900 году дипломов цюрихского Политехникума все его однокашники обрели должности ассистентов. Все, кроме Эйнштейна. Он стал лихорадочно искать работу, любую работу — от частного репетиторства до учителя в средней школе, был даже готов пойти работать в страховую компанию — там математики были нужны. На два письма Вильгельму Фридриху Оствальду с просьбой о месте ассистента профессор даже не ответил. Отец был настолько озабочен подавленным состоянием сына, что написал Оствальду трогательное умоляющее письмо с просьбой поддержать Альберта, а может быть, и подыскать ему место. Ответа тоже не последовало.

В оправдание Оствальда нужно сказать, что он был первым и единственным, кто выдвинул Эйнштейна на Нобелевскую премию по физике еще в 1910 году. Сам он получил Нобелевку по химии годом раньше. Оствальд повторил свою номинацию Эйнштейна еще дважды — в 1912-м и в 1913-м.

К 1904 году Эйнштейн опубликовал пять работ по молекулярной физике и термоди-



Альберт Эйнштейн.
Портрет кисти Леонида Пастернака.
1924 год

Был ли Эйнштейн классическим физиком?

Виталий Мацарский¹

¹ Сокращенная версия статьи, опубликованной в журнале «Семь искусств» (7i7iskusstv.com/y2024/nomer8/macarsky/).

намике, которые позже сам назвал никчемными. Это не совсем так, поскольку статьи были добротными и верными (кроме первых двух), но не содержали новизны. Вполне традиционной была и его диссертация о новом методе измерения размеров молекул, опубликованная в 1905 году. Требовалось что-то другое, совершенно новое, привлекающее внимание. Поэтому не кажется случайным, что работой, опубликованной в марте 1905 года, чуть раньше диссертации, стала статья о световых квантах, которую сам Эйнштейн в письме другу Конраду Габихту назвал революционной. Она должна была эпатировать, заставить говорить о себе, разорвать цепь неудач.

Вполне возможно, что размышляя о том, как приложить новорожденное представление Планка о квантах энергии в теории излучения, Эйнштейн не мог не вспомнить о корпускулах Ньютона, о совершенно классических частицах, обладающих массой, импульсом и, конечно, энергией. Эти частицы света простым и естественным образом объясняли вылет электронов из металлов. Обладая достаточной энергией, кванты света выбивали электроны из атомов.

В 1922 году Нильс Бор в своей нобелевской лекции заявил: «Несмотря на свою эвристическую ценность, гипотеза световых

квантов, совершенно несовместимая с явлениями интерференции, не в состоянии пролить свет на природу излучения»³. Пикантность этого заявления состоит в том, что Эйнштейну Нобелевская премия за 1921 год была присуждена как раз за объяснение фотоэффекта, основанное на гипотезе световых квантов.

К 1905 году Эйнштейн уже пришел к выводу о том, что в световом эфире нет нужды, а потому утверждал: «Без эфира энергия, непрерывно распределенная в пространстве, представляется мне абсурдом»⁴.

Эту же тему он активно обсуждал с профессором Цюрихского университета Альфредом Кляйнером, у которого позднее защитил докторскую диссертацию. «Сегодня я полдня провел у Кляйнера в Цюрихе, объясняя ему свои идеи об электродинамике движущихся тел и беседуя о самых разных проблемах физики. Он не так глуп, как я думал, и вообще славный малый»⁵.

Альфред Кляйнер действительно оказался славным малым. Он не только стал научным руководителем успешно защищенной Эйнштейном диссертации, но и позднее помог ему получить должность в университете, а потом и рекомендовал его на вновь созданную кафедру теоретической физики.

Тут мы подходим к следующей классической работе Эйнштейна, где он изложил специальную

теорию относительности (СТО). Называется она «К электродинамике движущихся тел»⁶.

Начинается эпохальная статья с указания на противоречие. «Известно, что электродинамика Максвелла в современном ее виде приводит в применении к движущимся телам к асимметрии, которая несвойственна, по-видимому, самим явлениям». Далее Эйнштейн переходит к изложению собственно теории. «Развиваемая теория основывается, как и всякая другая электродинамика, на кинематике твердого тела, так как суждения всякой теории касаются соотношений между твердыми телами (координатными системами), часами и электромагнитными процессами. Недостаточное понимание этого обстоятельства является корнем тех трудностей, преодолевать которые приходится теперь электродинамике движущихся тел».

Как справедливо заметил Абрахам Пайс, «Сколько инерциальных систем отсчета, столько и времен. В этом суть кинематическо- ▶

² О методе теоретической физики. Спенсеровская лекция (1933) // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965–1967. Т. 4. С. 181–189. (ПРИ ССЫЛКЕ НА ЭТОТ ЧЕТЫРЕХТОМНИК В ДАЛЬНЕЙШЕМ УКАЗАН ЛИШЬ ТОМ И СТРАНИЦЫ.)

³ Бор Н. О строении атомов // УФН, 3, 1923.

⁴ A. Einstein, MS, Response to Manuscript of Planck // Collected papers, vol. 3, Doc. 3.

⁵ Einstein to Mileva Maric // Collected papers, vol. 1, Doc. 130.

⁶ Т. 1. С. 7–35.

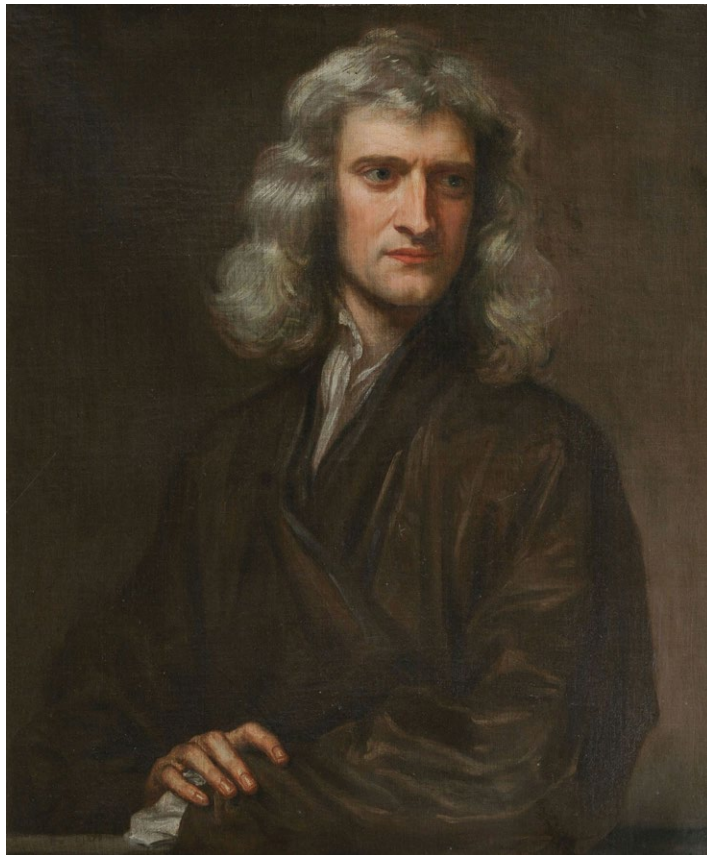
► го раздела июньской статьи Эйнштейна, одного из крупнейших достижений науки как по содержанию, так и по форме»⁷.

В электродинамической части Эйнштейн рассмотрел уравнения Максвелла, самостоятельно вывел выражение для уже полученной Лоренцем силы, названной его именем, получил выражения для эффекта Доплера и абберации. Чего нет в этой статье, так это самой знаменитой формулы $E = mc^2$. Впервые он записал ее в другой статье 1905 года⁸.

Эйнштейн прекрасно понимал, что СТО есть первый шаг, что эта теория применима лишь к частному случаю инерциальных систем, потому она иногда называется частной теорией относительности. Он принялся строить общую теорию относительности (ОТО), справедливую для неинерциальных систем, т. е. для тяготения. Эйнштейн завершил ее после неимоверных усилий 25 ноября 1915 года. Позднее он сам говорил, что СТО создали бы и без него, к этому были очень близки и Анри Пуанкаре, и Хендрик Лоренц. А вот ОТО, по мнению многих физиков, без Эйнштейна была бы, вероятно, создана гораздо позже или не создана вообще.

Остается лишь подчеркнуть, что и СТО, и ОТО являются классическими теориями, построенными с применением классического подхода, с использованием реально ощутимых вещей — часов и жестких стержней в СТО и падающего лифта, в котором незадачливый пассажир не ощущает своего веса, в ОТО. Крупный советский физик-теоретик Игорь Юрьевич Кобзарев с этим согласен: «Если по своему содержанию работы Эйнштейна по частной теории относительности и его более поздние работы по общей теории относительности принадлежали к классической физике (выделено мной. — В.М.) в нашем теперешнем ее понимании, то по своему духу и стилю именно они начинали новый период ее истории»⁹.

В 1905 году Эйнштейн опубликовал также работу по броуновскому движению (сразу после статьи о световых квантах), плюс уже упоминавшуюся статью, где впервые появилась его знаменитая формула. Он «стрелял» в разных направлениях в надежде где-то попасть в цель. А попал во все цели, что равносильно чуду. Недаром 1905 год называют *annus mirabilis* Эйнштейна, годом чудес. Отметим еще раз, что статьи 1905 года были чисто классическими по своему подходу, но при этом открыли новую эру в физике. Результат, к которому Эйнштейн пришел в работе о световых квантах, был действительно революционным, но достигнут классическими методами с применением классической тер-



Исаак Ньютон. Портрет кисти Готфрида Кнеллера. 1689 год

модинамики Больцмана. Так Эйнштейн стал революционером поневоле. Как и Макс Планк.

Гипотеза световых квантов показалась настолько дерзкой, так противоречащей волновой теории великого Максвелла, что ей просто не поверили. Физики не могли согласиться с воззрениями Эйнштейна. Но последуем его совету и посмотрим, какими методами он пришел к гипотезе световых квантов.

Анализируя подход Планка, Эйнштейн подметил, что энтропия монохроматического излучения зависит от объема точно так же, как энтропия газа. А если газ состоит из дискретных молекул, то почему бы и свету не состоять из дискретных элементов?

Эпохальную статью марта 1905 года¹⁰ Эйнштейн начинает так: «Между теоретическими представлениями физиков о газах или других весовых телах и максвелловской теории электромагнитных процессов в так называемом пустом пространстве существует глубокое формальное различие. <...> несмотря на полное подтверждение экспериментом теории дифракции, отражения, преломления, дисперсии и т. д., может оказаться, что теория света, оперирующая непрерывными пространственными функциями, приведет к противоречию с опытом, когда ее будут применять к явлениям возникновения и превращения света». И здесь, как в статье о СТО, он первым делом указывает на нестыковку взглядов, их противоречие. Фотоэффект приводил именно к таким противоречиям. Для их устранения и понадобились кванты света.

«Я и в самом деле думаю, что опыты, касаю-

щиеся „излучения черного тела“ <...> и других групп явлений, связанных с возникновением и превращением света, лучше объясняются предположением, что энергия света распределяется по пространству дискретно», — писал Эйнштейн.

Вся статья построена на последовательном применении термодинамики Больцмана в духе Планка. В результате Эйнштейн приходит к ясному выводу: «Монохроматическое излучение малой плотности <...> в смысле теории теплоты ведет себя так, как будто оно состоит из независимых друг от друга квантов энергии...» Результаты были получены Эйнштейном на основе чисто классического термодинамического подхода и классическими методами.

Похоже, что гипотеза световых квантов вызывала беспокойство и у самого Эйнштейна. Он изо всех сил пытался понять, что же они такое, эти кванты, как заставить их вписаться в волновую картину. Он полагал, что его гипотеза носит временный, переходный характер, о чем говорил неоднократно. Эйнштейн явно не хотел навсегда порывать с Максвеллом.

В 1951 году Эйнштейн писал Мишелю Бессо: «После пятидесяти лет раздумий я так и не смог приблизиться к ответу на вопрос, что же такое световой квант».

Эйнштейн не мог придумать, как совместить две противоречащие друг другу классические теории — теорию истечения Ньютона с его корпускулами, столь похожими на световые кванты, и волновую теорию Максвелла.

Завершив в ноябре 1915 года титанический труд по построению ОТО и немного передохнув, Эйнштейн возвращается к световым квантам. В 1916 году он публикует две работы, в которых получает выражения для импульса и окончательно приходит к выводу, что кванты света есть полноправные частицы. Он пишет Мишелю Бессо: «Я не сомневаюсь больше в реальности квантов излучения, хотя по-прежнему одинок в этом убеждении».

Похоже, еще тогда, в 1917 году, а может быть и раньше, Эйнштейн первым осознал, какая колоссальная проблема возникла для классической физики вместе со световыми квантами. Это ясно из его слов: «...свойства элементарного процесса [спонтанного излучения] <...> делают почти неизбежным создание подлинно квантовой теории излучения».

В 1924 году Эйнштейн узнал о диссертации молодого французского физика Луи де Бройля, которая, казалось давала надежду на примирение волновой и корпускулярной теорий.

Луи де Бройль сделал гигантский шаг. Он предположил, что квантовое выражение для энергии частиц должно быть справедливо не только для фотонов, но и для электронов. Он приписал им «фиктивную сопряженную волну» — «волну-призрак», «волну-лоцман», которая должна была направлять частицу по некоей траектории. Тем самым сохранялись черты обеих классических теорий — волновой и корпускулярной. ►

⁷ Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. — М.: Наука, 1989.

⁸ Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии? // Т. 1. С. 36–38.

⁹ Кобзарев И. Пуанкаре и теоретическая физика накануне создания теории относительности // УФН 113, 4 (1974).

¹⁰ Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света // Т. 3. С. 92–107.

► В начале 1926 года Эрвин Шрёдингер предложил заменить «волну-призрак» для индивидуальных частиц своей волновой функцией для множества частиц. Чуть раньше Вернер Гейзенберг предложил свою матричную механику. Вскоре Поль Дирак опубликовал свое знаменитое уравнение, а затем появилась статистика частиц, названная по имени Дирака и Энрико Ферми. Так началось бурное развитие «новой» квантовой теории — квантовой механики. В 1927 году Гейзенберг предложил принцип неопределенности. Квантовая революция свершилась.

Однако ее «породители» — Планк и Эйнштейн — участия в этом не принимали. Как потом непочтительно некоторые выражались об Эйнштейне, «он почил в Бозе». В то время он уже напряженно работал над объединением гравитации и электромагнетизма.

В 1927 году состоялся пятый Сольвеевский конгресс на тему «Электроны и фотоны». Бор на конгрессе отстаивал «существенно статистический характер интерпретации физического опыта посредством волновой трактовки». Он полагал: «Символический характер всей концепции, может быть, наиболее разительно проявился в необходимости замены обычного координатного трехмерного пространства представлением состояния системы из нескольких частиц в виде волновой функции в конфигурационном пространстве с числом координат, равным числу степеней свободы системы».

Эйнштейн был категорически не согласен со статистическим подходом. «Трудно заглянуть в карты Господа Бога, но я ни на секунду не верю, что он бросает кости и прибегает к „телепатии“ (как то следует из квантовой теории в ее теперешнем виде)», — писал он другу. То же он повторил в письме Макс Борну в 1926 году: «Квантовая механика производит очень сильное впечатление. Но внутренний голос говорит мне, что это всё не то. Из этой теории удастся извлечь довольно много, но она вряд ли подводит нас к разгадке секретов Всевышнего. Я, во всяком случае, полностью убежден, что Он не играет в кости».

Эйнштейн полагал, что природа не требует выбора между квантовой и волновой теорией, а требует только синтеза обеих теорий, что физиками пока еще не достигнуто.

Хотя Эйнштейн не участвовал в разработке квантовой механики, он внимательно следил за всем происходящим в этой области, признавал, что всё это позволяет достичь значительного прогресса, в 1928 году представил Гейзенберга и Шрёдингера к Нобелевской премии, в 1932 году — одного Шрёдингера, но отказывался считать квантовую механику фундаментальной теорией, ссылаясь на ее неполноту.

Эйнштейн заявил об этом в ставшей знаменитой «статье ЭПР», написанной вместе с Борисом Подольским и Натаном Розеном. В данной статье авторы особо останавливаются на объективной реальности. «При анализе физической теории необходимо учитывать различие между объективной реальностью, которая не зависит ни от какой теории, и теми физическими понятиями, с которыми оперирует теория. Эти понятия вводятся в качестве элементов, которые должны соответствовать объективной реальности, и с помощью

этих понятий мы и представляем себе эту реальность», — писали они.

Эйнштейн был убежден в наличии объективной реальности с ее надежной, проверенной веками причинностью, с возможностью в любой момент времени определить положение и скорость любого объекта, описать любое физическое явление классическим языком. Он говорил в 1933 году: «Я всё еще верю в возможность построить такую модель реальности, <...> которая выражает сами события, а не только их вероятности».

Квантовая же механика такие возможности отрицала. Согласно ей, на вопрос, где сейчас находится частица, можно ответить только статистически. Бор полагал, что «в качестве уместного способа выражения можно настоятельно рекомендовать ограничение использования слова „явление“, которое должно относиться исключительно к наблюдениям, проводившимся при строго определенных условиях, с учетом всех обстоятельств проведения эксперимента».

Пайс отмечает: «В отличие от тех, кто был уверен в том, что понятие явления с необходимостью включает в себя учет всех конкретных условий эксперимента, в ходе которого проводятся наблюдения, Эйнштейн считал, что нужно искать более глубокие теоретические представления, позволяющие описывать явления вне зависимости от данных условий. Под термином „объективная реальность“ он понимал именно это. После 1933 года он был практически единственным, кто полагал, что, хотя квантовая механика логически непротиворечива, она есть лишь некое незавершенное представление более глубокой теории, допускающей описание с применением объективной реальности».

Эйнштейн писал другу молодости Морису Соловину в 1938 году: «Если во времена Маха огромный вред наносила господствовавшая тогда точка зрения догматического материализма, то в наши дни преобладают субъективная и позитивистская точка зрения. Сторонники этой точки зрения провозглашают, что **рассмотрение природы как объективной реальности — это устаревший предрассудок** (выделено мной. — В. М.). Именно это ставят себе в заслугу теоретики, занимающиеся квантовой механикой. Люди так же поддаются дрессировке, как и лошади, и в любую эпоху господствует какая-нибудь одна мода, причем большая часть людей даже не замечает господствующего тирана».

Убежденность Эйнштейна в наличии объективной реальности была очень глубока. Поступить ей он не соглашался ни при каких обстоятельствах. Он был готов сам искать объективную реальность, невзирая на то, сколько ему потребуется времени. Здесь уместно привести несколько выдержек из его работ на эту тему.

«В этой статье¹¹ я хочу кратко и элементарно изложить, почему я не считаю метод квантовой механики в принципе удовлетворительным. Однако в то же время я хочу заметить, что никоим образом не собираюсь отрицать того, что эта теория представляет выдающийся, в известном смысле даже

окончательный, шаг в физическом познании. Мне представляется, что эта теория будет содержаться в более поздней примерно так, как геометрическая оптика в волновой оптике: связи останутся, но основа будет развита и, соответственно, заменена более широкой».

«Если спросить, что характерно для мира физических идей, независимо от квантовой теории, то прежде всего бросается в глаза следующее: понятия физики относятся к реальному внешнему миру, т. е. они предполагают идеи о вещах, требующих независимого от воспринимающих субъектов „реального существования“ (тела, поля и т. д.); эти идеи, с другой стороны, приводятся в возможно более верное соответствие с чувственными восприятиями».

«...я склонен думать, что следовало бы рассматривать описание квантовой механики... как неполное и не прямое описание реальности, которое позже будет заменено опять полным и прямым».

А вот что Эйнштейн писал в самом конце жизни, в 1953 году: «...Можно встать на такую точку зрения: „реальное“ есть только результат отдельного наблюдения, а не то, что объективно существует в пространстве и времени независимо от акта наблюдения. Принимая эту чисто позитивистскую точку зрения, можно, очевидно, не думать о том, как понимать „реальное состояние“ в рамках квантовой теории. Тогда попытки ответить на поставленный вопрос напоминают борьбу с призраками»¹².

И далее: «Применяемые в наших высказываниях независимые понятия и системы понятий являются творением человека, созданными им орудиями, оправдание и ценность которых основываются исключительно на том, что они позволяют „с пользой“ упорядочить ощущения (оправданность). Иначе говоря, применение этих орудий оправдано¹³ постольку, поскольку понятия позволяют „объяснить“ ощущения. Только с точки зрения этой оправданности и следует выносить суждение об обоснованности понятий и систем понятий. Это относится также и к понятиям „физическая реальность“, „реальность внешнего мира“, „реальное состояние системы“. Априори нет оснований считать эти понятия логически необходимыми или запрещать их; это решает только оправданность. За этими словами символами кроется целая прозрачная, которая безусловно служила основой развития физического мышления вплоть до создания квантовой теории: всё должно сводиться к мысленным пространственно-временным объектам и к закономерным связям между этими объектами. В таком описании нет ничего, что было бы связано с эмпирическими знаниями об этих объектах. Например, Луне в каждый данный момент времени приписывается положение в пространстве (относительно некоей системы координат), независимо от того, наблюдается это положение или нет. ►

¹² Элементарные соображения по поводу интерпретации основ квантовой механики // Том 3. С. 617.

¹³ Здесь Эйнштейн сделал любопытное подстрочное примечание: «В основе словесного родства слов „правда“ и „оправдываться“ лежит родство по существу; не следует понимать это утверждение только в утилитарном смысле».

¹¹ Квантовая механика и действительность (1948). Том 3. С. 612. Почему-то при переводе *Wirklichkeit* на русский выбрано слово «действительность», а не «реальность».

► Этот способ описания и подразумевают, когда говорят о физическом описании „реального внешнего мира“, каким бы ни был выбор элементарных понятий (материальные точки, поле и т. д.), положенных в основу такого описания».

«По моему мнению <...> нельзя отказать от возможности объективного описания отдельной макросистемы (от описания „реального состояния“) без того, чтобы физическая картина мира в известной степени „скрылась в тумане“. В конце концов, кажется неизбежным представление, что физика должна стремиться к описанию реального состояния отдельной системы. Природу в целом можно рассматривать только как отдельную (однократно существующую) систему а не как „ансамбль систем“, — заключает Эйнштейн.

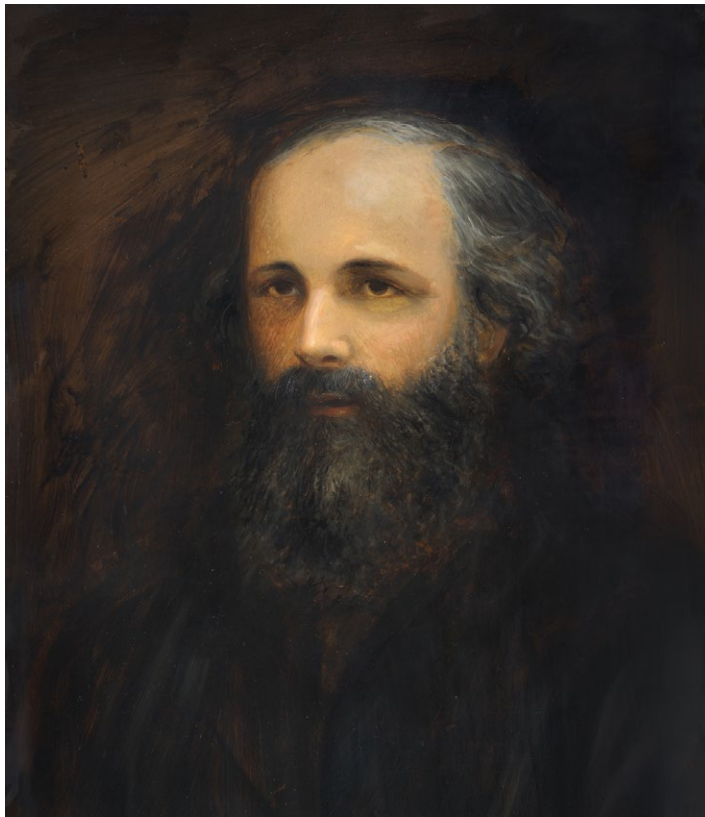
Из приведенных выше цитат Эйнштейна следует, что он постоянно, прямым текстом (хотя и другими словами) заявлял о том, что он классический физик до мозга костей. «Я убежден в наличии объективной реальности, независимой от наблюдателя», — писал он.

Как это ни удивительно, Эйнштейна не слышали, вернее, даже не слушали. Вольфгангу Паули пришлось разъяснять позицию Эйнштейна одному из его ближайших друзей и в прошлом соратнику Максу Борну.

«Эйнштейн дал мне почитать вашу рукопись, — писал не лезший за словом в карман и не признававший никаких авторитетов Паули своему бывшему руководителю Борну 31 марта 1954 года, чуть больше чем за год до кончины Эйнштейна. — Он вовсе не сердится на вас, он лишь сказал, что вы из тех людей, которые никогда не слушают. Это совпадает со сложившимся у меня впечатлением, потому как я не мог узнать Эйнштейна ни по вашим письмам, ни по вашей рукописи. Мне кажется, что вы воздвигли себе ложного Эйнштейна, а затем с большой помпой свергли его с пьедестала. В частности, Эйнштейн не считает понятие „детерминизм“ столь уж фундаментальным, как это часто представляется (мне он это говорил неоднократно). Он также не согласен с тем, что якобы использует в качестве критерия приемлемости теории ответ на вопрос, „является ли она строго детерминистской“? Отправной точкой для Эйнштейна является „реализм“, а не „детерминизм“, откуда следует, что его философский предвзгляд иной»¹⁴.

В конце замечательной книги Пайса, где речь идет о мировоззрении Эйнштейна и о попытках построения единой теории поля, чувствуются недоумение и досада автора. Как же его гениальный герой мог не признавать квантовую механику и не считать ее фундаментальной теорией?

Пайс объясняет «слепоту» Эйнштейна так: «Мне кажется, что крупные достижения могут вызвать своего рода шок у их автора,



Джеймс Максвелл. Портрет кисти Джеймиса Блэкберна

и что чистота теорий относительности действовала на Эйнштейна ослепляюще». Это заявление можно понять и как завуалированное обвинение создателя СТО и ОТО в «звездной болезни». Вряд ли это так. Эйнштейн понял, что несут с собой кванты, гораздо глубже и гораздо раньше остальных.

Он полагался на свою невероятную физическую интуицию, которая до сих пор его не подводила. Именно эта фантастическая интуиция позволяла ему находить нестыковки, неувязки между различными теориями и предлагать выход из конфликтных ситуаций. Так было дело со СТО, световыми квантами и броуновским движением.

В письме Соловину в 1948 году Эйнштейн сокрушался по поводу взглядов современных физиков: «...Сегодня я читал [парализованной сестре Майе] любопытные аргументы, которые Птолемей выдвинул против мнения Аристотеля о том, что Земля вращается вокруг собственной оси и движется вокруг Солнца. При этом я невольно подумал о некоторых аргументах современных физиков: высокоученых и изысканных, но лишенных интуиции».

Убеждения заставляли людей идти на костер, совершать убийства, отправляться на каторгу. Убеждения Эйнштейна обрекли его на одиночество. Он стал в одиночку строить свою единую теорию поля — объединение тяготения и электромагнетизма — в надежде, что в ней появятся частицы. Он решил идти своим одиноким путем.

Его не поддержал никто. Практически все физики сочли Эйнштейна просто старым чудаком, занимавшимся неведомым чем, реликтом славного прошлого. Был гений — да весь вышел.

В 1949 году Эйнштейн писал Соловину: «Вы думаете, что я с чувством полного удовлетворения смотрю на дело всей моей жизни.

Вблизи же всё выглядит иначе. Нет ни одного понятия, относительно которого я был бы уверен, что оно останется неизблемым. Я даже не уверен, что нахожусь на правильном пути вообще. Современники же видят во мне еретика и реакционера, который, так сказать, пережил самого себя. Всё это, конечно, вопрос моды и объясняется их недомыслием, но чувство неудовлетворенности поднимается во мне и изнутри».

Оставаться в одиночестве Эйнштейну было не впервой. Он был одинок со своим фотоном, в одиночку строил теорию тяготения — и в итоге оказался прав. Видимо, он надеялся оказаться правым и в этот раз.

Эйнштейн понимал, как выглядит в глазах современников, и старался относиться к этому с юмором. Он сообщал Соловину: «...Меня еще высоко ценят здесь как старый музейный экспонат и как своеобразную диковину, но это хобби уже проходит». Вот как он писал о себе: «Я, должно быть, выгляжу страусом, прячущим голову в релятивистский песок, чтобы не видеть зловерных квантов».

Подведем итоги. Эйнштейн не был бунтарем, ниспровергателем и революционером. Не был он и реакционером. Он был **классическим физиком** и пользовался классическими методами. Объективная реальность была для него важнее всего. Судьба распорядилась так, что именно его работы произвели революцию в физике, хотя сам он оставался верным последователем своих гениальных предшественников — Ньютона и Максвелла.

В этом мнении я не одинок. Так, хорошо знавший Эйнштейна немецкий физик Райнхольд Фюрт (позднее он работал с Максом Борном в Эдинбурге) высказался прямо и недвусмысленно: «Эйнштейн, несомненно, был классическим физиком. Как и Планк»¹⁵.

Что же касается одинокой позиции Эйнштейна, то он оставался оптимистом. В конце жизни он как-то сказал, что лет через сто физики его поймут. Что ж, ждать осталось недолго. Подождем еще немного.

Выражаю искреннюю и глубокую признательность **Геннадию Горелику** за очень полезные обсуждения и конструктивную критику. Он потратил массу времени, придавая строгости моим рассуждениям, хотя совершенно с ними не согласен. Большое спасибо **Евгению Берковичу** за ценные поправки.

¹⁴ The Born — Einstein Letters, Macmillan, 1971. Благодарю Е. Берковича за указание на это важное письмо.

¹⁵ Fürth R.H. «Personal reminiscences», in Einstein: the first hundred years (ed. M. Goldsmith, A. Mackay and J. Woudhuysen). — Oxford: Pergamon Press, 1980.

В последнем выпуске TrV-Наука за 2024 год я имел честь опубликовать статью «Год великого перелома»¹, посвященную сорокалетию движению физики к началу создания современной версии квантовой механики, столетний юбилей которой придется на вторую половину нынешнего года. В частности, там была описана предыстория одного из важнейших аспектов этого движения — появлению выдвинутой молодыми голландцами Джорджем Уленбеком и Сэмюэлем Абрахамом Гаудсмитом в полном смысле слова революционной гипотезы электронного спина, которая осенью 1925 года была представлена физическому сообществу в двухстраничной заметке, опубликованной 20 ноября в журнале *Die Naturwissenschaften*². В этом же разделе был должным образом подчеркнуты как роль Вольфганга Паули в идейной подготовке этой гипотезы, так и тот столь же несомненный, сколь и удивительный факт, что он сам поначалу отказался признать эту идею и довольно долго был ее решительным противником. Наконец, там отмечено, что весной 1927 года Паули не только признал спин физической реальностью, но и предложил опубликованную в сентябре обновленную версию уравнения Шрёдингера, описывающую движение обладающего спином электрона в магнитном поле³.

В прошлой статье я ограничился простым упоминанием эволюции Паули от, мягко говоря, прохладного отношения к гипотезе голландских коллег до активного включения в ее теоретическое осмысление. Однако тогда я воздержался от описания модели Паули, ограничившись традиционной констатацией того, что «это совсем другая история». Чтобы не откладывать дело в долгий ящик, попробую о ней рассказать — она того стоит. Ради усиления интриги подчеркну, что своей работой Паули ввел в атомную физику новую математическую конструкцию, которая ранее никогда не рассматривалась ни в какой области наук о природе и к тому же была неизвестна и большинству чистых математиков. Совсем скоро эта инновация оказалась в высшей степени востребованной в теоретической физике и осталась таковой вплоть до нашего времени.

После этой интродукции я мог бы сразу перейти к великой работе Паули «О квантовой механике магнитного электрона», но, боюсь, это было бы нечестно по отношению к изрядной доле читателей. Поэтому — а также с учетом приближающегося столетнего юбилея квантовой механики — начну с исторического экскурса, который позволит представить эту статью в контексте тогдашнего понимания квантовомеханических законов.

Две квантовые механики: конфликт и примерение

Квантовая механика родилась на свет в двух версиях, первую из которых принято называть матричной, а вторую волновой. Этот акт творе-

Вольфганг Паули: Спин, спиноры и всё такое

Алексей Левин



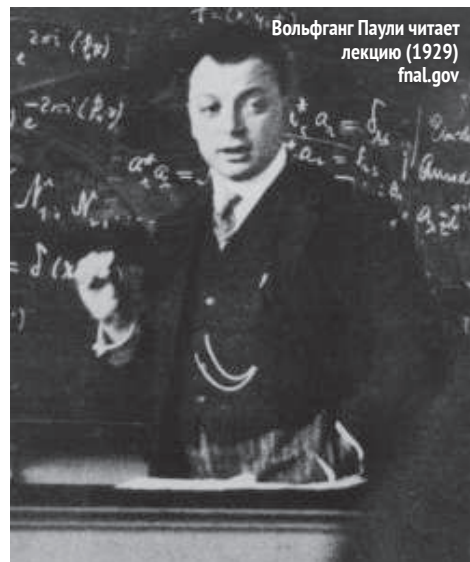
Алексей Левин

ния, ставший коллективным мозговым штурмом проблемы единого и целостного описания свойств атомов и молекул на основе предшествующих идей «старой» квантовой физики, уместился всего лишь в один год!

Рождение матричной механики стало результатом личного исследовательского проекта трех замечательных физиков разного возраста и очень разной судьбы. Первый шаг здесь сделал 24-летний приват-доцент Гёттингенского университета Вернер Карл Гейзенберг, который 29 июля отправил в *Zeitschrift für Physik* основополагающую публикацию по этой теме⁴. Практически мгновенно к этому подключились 42-летний директор Физического института того же университета Макс Борн и его 22-летний ассистент Эрнст Паскуаль Иордан.

В историю формирования этого тройственного союза я углубляться не буду, она до деталей описана во множестве источников⁵. Здесь достаточно отметить, что уже 27 сентября Борн и Иордан послали в тот же журнал статью «Zur Quantenmechanik» с весьма нетривиальным развитием подхода Гейзенберга. В этих двух публикациях были заложены основные принципы матричной механики, однако в качестве конкретных примеров там рассматривались только системы с одной степенью свободы. В частности, Гейзенберг, а затем Борн с Иорданом вывели знаменитую формулу для уровней энергии квантового гармонического осциллятора, показав, что энергия уровня с номером n пропорциональна $n + \frac{1}{2}$ и, следовательно, не исчезает даже на самом нижнем уровне, где $n = 0$. К этому результату, как известно, восходит концепция нулевой энергии, которая играет столь большую роль в теории квантовых полей. Точности ради надо отметить, что эту возможность еще в 1911 году рассматривал Макс Планк, который тогда работал над своей так называемой второй теорией чернотельного излучения. Но у Планка она не пошла, а Гейзенберг, Борн и Иордан, скорее всего, о ней не знали.

Но вернемся к нашим трем физикам. Уже 16 ноября они отправили тем же редакторам ставшую знаменитой «статью трех авторов» «Zur Quantenmechanik. II», где были даны основы теории сложных квантовых систем, а также представлены многие другие важнейшие результаты, например формулы для интенсивностей излучения при эффекте Зеемана. Однако их монополия в этом месяце и закончилась. 7 ноября еще не успевший защитить в Кембридже докторскую диссертацию 23-летний Поль Адриен Морис Дирак послал в *Proceedings of the Royal Society* статью «The Fundamental Equations of Quantum Mechanics», которая открыла серию его выдающихся работ в этой области. Работая в рамках матричного подхода, он смог проследить его связь с классической аналитической механикой в интерпретации Га-



Вольфганг Паули читает лекцию (1929) fnaL.gov

мильтогна и Якоби и получить основные квантовые уравнения в очень общей форме. 17 января 1926 года Вольфганг Паули отправил всё в тот же журнал статью, где применил матричную механику для решения задачи об уровнях энергии электрона в атоме водорода — как изолированного, так и помещенного в статическое электрическое поле (дав тем самым численное объяснение так называемого эффекта Штарка). Весной Гейзенберг и Иордан использовали матричную механику для общего анализа расщепления спектральных уровней при аномальном эффекте Зеемана — естественно, с учетом спина оптического электрона. Примерно тогда же в печати появились первые работы уже других авторов по ее применению для вычисления молекулярных спектров. В общем, в первой половине 1926 года матричная механика завоевала отличную репутацию среди физиков-теоретиков и привлекла в свой лагерь немало новых исследователей.

Но всё же ее дни были сочтены. Матричная механика получила свое название потому, что в основе ее математического аппарата лежали не дифференциальные уравнения (как, скажем, в классической механике, гидродинамике и максвелловской электродинамике), а разностные схемы. Фигурально выражаясь, она имела дело не со всей числовой осью, а только с целыми числами. Этот подход хорошо работал при расчете замкнутых периодических систем типа электронных оболочек атомов, для описания которых, как показано в предыдущей статье, хорошо подходили наборы целых чисел. На более сложных системах, в том числе аperiодических, матричная механика буксовала. Хотя исключительная математическая компетенция Паули позволила атаковать с ее помощью атом водорода, расчет энергетических уровней двухатомной водородной молекулы лежал за рамками ее возможностей.

У матричной механики была и другая слабая точка. При всей общности ее квантовых постулатов в ней нельзя было выработать единой эффективной методики численного решения конкретных задач. Эта слабость была особенно очевидной, если учесть, что к тому времени теория решения дифференциальных уравнений была хорошо разработана и имела в своем активе множество мощных вычислительных техник, например с использованием специальных функций. В ретроспективе очевидно, ►

¹ trv-science.ru/2024/12/god-velikogo-pereloma-v-fizike-i-ego-predystoriya/

² Vol. 13, 953–954.

³ Pauli W. Zur Quantenmechanik des magnetischen Electrons // *Zeitschrift für Physik*, 43, 601–623 (1927).

⁴ Heisenberg W. Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen // *Zeitschrift für Physik*, 33, 879–893 (1925).

⁵ См., напр., Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. — М.: Наука, 1985.

► что квантовая механика остро нуждалась в освоении подобных техник, а для этого ей надо было пересмотреть фундамент своего математического аппарата.

Такой пересмотр практически единолично осуществил 38-летний профессор теоретической физики Цюрихского университета, уроженец Вены Эрвин Рудольф Йозеф Александр Шрёдингер. С января по июнь 1926 года он подготовил и опубликовал в немецком журнале *Annalen der Physik* четыре статьи, в которых были полностью описаны как общие принципы волновой механики, так и ее математический аппарат. В идейном плане у него были предшественники, прежде всего Луи де Бройль и Альберт Эйнштейн, но вся техническая сторона дела — полностью его заслуга.

Уже в первом из этих сообщений, которое было опубликовано в марте, появилась усеченная версия основного дифференциального уравнения волновой механики, вскоре названного его именем. В ней фигурировала функция от трех пространственных координат, которую Шрёдингер обозначил греческой буквой ψ пси (волновая функция, или пси-функция). Решение этого уравнения с помощью стандартных методов математической физики позволило найти точные значения уровней энергии электрона в атоме водорода (точнее, в атоме с одним электроном и любым зарядом ядра). Конечно, энергии этих уровней еще в 1913 году вычислил Нильс Бор на основе своей модели водородоподобного атома (и то же самое, как я отметил, практически одновременно со Шрёдингером сделал Паули с помощью матричной механики). Однако шрёдингеровское решение было и технически, и идейно проще предложенного Паули. Кроме того, из него следовало, что эти уровни можно занумеровать с помощью бесконечного ряда натуральных чисел, причем каждому номеру n соответствуют n^2 однозначных и исчезающих в бесконечности функций, которые описывают состояния электрона с одной и той же энергией, но разными значениями углового момента. Этому обстоятельству Шрёдингер придавал особое значение, что и отметил в той же публикации. По его словам целые числа вовсе не обязательно вводить в квантовую механику на основе каких-то произвольных и по сути загадочных постулатов, как делалось раньше. В его трактовке они возникали естественным образом, маркируя те решения его уравнения для водородоподобного атома, которые удовлетворяли условиям однозначности и стремления к нулю при удалении от атомного ядра.

В следующих публикациях Шрёдингер существенно обобщил свою схему квантовой механики. В частности, в четвертой публикации он включил в число аргументов пси-функции временную координату, перейдя таким образом от статистики к динамике. Кроме того, в марте он отправил в печать еще одну важнейшую работу «Об отношении квантовой механики Гейзенберга — Борна — Иордана к моей»⁶. В ней он показал, что в чисто математическом плане обе версии квантовой механики строго тождественны и различаются только по форме и физической интерпретации. Конкретно волновые функции позволяют вычислять матричные элементы, а знание полных наборов таких элементов дает возможность определять

волновые функции. Интересно, что к этим выводам он пришел не один. В июне 1926 года такие же результаты получил американский физик Карл Экарт, а еще раньше, в апреле, их сформулировал (но не стал публиковать) Паули в письме к Иордану.

В общем, во второй половине 1926 года участники квантовой революции пришли к заключению, что квантовую механику можно и нужно переформулировать на базе математического аппарата, явно отражающего ее концептуальное единство. Учитывая скорость ее тогдашнего развития и огромную важность в глазах профессионального сообщества, не приходится удивляться, что этим тогда же занялись такие звезды теоретической физики и математики, как Поль Дирак, Паскуаль Иордан, Фриц Лондон, Герман Вейль, Юджин Вигнер и Иоганн фон Нейман. В конечном счете уже в 1930-е годы для квантовой механики был найден математический фундамент в лице теории линейных операторов в гильбертовых пространствах и теории дискретных и непрерывных групп. История этих интеллектуальных прорывов, конечно, полностью выпадает за рамки статьи. Что же до истолкования физического смысла волновой функции, то здесь восторжествовала концепция Макса Борна, который предложил считать, что она кодирует распределение вероятности различных состояний физической системы в пространстве и во времени. Тут тоже есть целый ряд технических деталей, в которые я не могу углубляться. Отмечу только, что вероятность интерпретация квантовой механики с самого начала вызвала споры и продолжает это делать даже в наше время.

Гамильтониан Паули

Теперь перейдем к Вольфгангу Паули и предложенному им математическому описанию электронного спина. Надеюсь, что после исторического экскурса предыдущего раздела его удастся объяснить с большей ясностью.

Когда Паули занялся своим «магнитным электроном», атомная физика далеко ушла от того состояния, в котором пребывала в 1924 году, когда он предположил наличие у электрона дополнительного двухзначного квантового числа. Во-первых, к этому времени уже был сформирован (еще не окончательно, но в основном) стандартный математический аппарат квантовой механики и опубликованы многочисленные примеры его успешного применения для решения конкретных задач. Во-вторых, в том же 1927 году американский физик Дэвид Матиас Деннисон пришел к заключению, что протон тоже имеет собственный момент количества движения (то есть спин), причем его величина равна электронному спину $\frac{1}{2} \hbar$. Этот результат не только показал, что наличие спина нельзя считать привилегией одного лишь электрона, но также позволил предположить, что это квантовое число может оказаться столь же фундаментальной характеристикой частиц, как массы и заряды. Так что за три года контекст новой эпохи теоретической физики сильно изменился.

Любопытно, что Деннисон вышел на протонный спин с бокового пути, в ходе анализа экспериментов по измерению удельной теплоемкости молекулярного водорода. Частично он отправлялся от результатов немецкого физика Фридриха Хунда и японца Такео Хори, но ключевой вывод сделал самостоятельно (в середи-

не июня). В начале 1930-х годов Отто Штерн в экспериментах по изучению движения молекулярных пучков в магнитных полях непосредственно доказал наличие у протона как спина, так и магнитного момента.

После этого отступления займемся моделью Паули. Для ее математического воплощения ему нужно было написать на квантовом языке формулу для полной энергии оптического электрона во внешнем магнитном поле с учетом спина. Эта формула, так называемый гамильтониан, представляла из себя сумму нескольких слагаемых, выраженных с помощью квантовых операторов. Действие гамильтониана на волновую функцию пропорционально ее первой производной по времени — в этом и заключается уравнение Шрёдингера. Его решение дает возможность найти волновую функцию электрона, которая, напомним, определяет вероятность его нахождения в тех или иных участках пространства в разные моменты времени.

Как я уже отметил, гамильтониан Паули включал несколько слагаемых, например в него входила потенциальная энергия электрона в кулоновском поле ядра и добавка к этой энергии, вызванная собственным магнитным полем внутренних электронных оболочек. Чтобы не влезать в излишние сложности, ограничусь только слагаемым, описывающим вклад в полную энергию электрона, вызванную наличием внешнего магнитного поля. В простейшем случае его можно считать не зависящим от времени и идеально однородным, подобно магнитному полю внутри бесконечно длинного соленоида. В соответствии с классической электродинамикой, упомянутый вклад пропорционален скалярному произведению вектора магнитного момента электрона на вектор напряженности магнитного поля. Если предположить, как это обычно делается, что поле направлено по оси z , то в этой формуле останется только произведение напряженности поля на z -компоненту магнитного момента.

Паули нужно было выразить магнитный момент электрона через его волновую функцию. Для этого он воспользовался той самой двухзначностью, которую обнаружил тремя годами ранее, — разумеется, переформулированной в спиновых терминах. Напомним, что проекция спина на любую ось может принимать только два значения, $\frac{1}{2} \hbar$ и $-\frac{1}{2} \hbar$, или просто $\frac{1}{2}$ и $-\frac{1}{2}$, поскольку постоянная Планка автоматически подразумевается. Поэтому Паули записал волновую функцию электрона в виде столбца из двух функций, где верхняя соответствует значению спина $\frac{1}{2}$, а нижняя, соответственно, $-\frac{1}{2}$.

Но это была только половина задачи. Паули нужны были квантовые операторы, с помощью которых электронный спин можно было ввести в гамильтониан. Он нашел их в виде трех квадратных матриц размерности 2×2 , каждая из которых соответствует одной из координатных осей. Если умножить эти матрицы на величину электронного спина (т. е. на $\frac{1}{2}$), получим тройку спиновых операторов. Для их обозначения Паули использовал строчную греческую букву σ (сигма), так что с тех пор их называют сигма-матрицами или матрицами Паули. Координатной оси x соответствует матрица σ_x , оси y — σ_y , и оси z — σ_z . Тогда спиновая добавка к гамильтониану, о которой шла речь выше, оказывается пропорциональной скалярному произведению $H_x \sigma_x + H_y \sigma_y + H_z \sigma_z$ (буквой H с нижними индексами обозначены

⁶ Schrödinger E. Über das Verhältnis der Heisenberg-Born-Jordanschen Quantenmechanik zu der meiner // *Annalen der Physik*, 1926, 79, 734–756.



Бартель ван дер Варден
в 1979 году

Фото из архива библиотеки Швейцарской высшей технической школы Цюриха

► компоненты напряженности магнитного поля вдоль трех координатных осей). Вроде бы всё просто и естественно.

Оказывается, не совсем. Чтобы эта зависимость имела физический смысл, она (как и весь гамильтониан) должна обладать свойством ковариантности относительно релевантных преобразований координат трехмерного евклидова пространства (напомню, что речь идет о нерелятивистской версии квантовой механики). Поскольку спин электрона рассматривается как квантовый аналог момента количества движения вращающейся сферы (о чем, как было отмечено в прошлогодней статье, писали еще Уленбек с Гаудсмитом), релевантным надо считать вращение координатных осей. При таких вращениях координаты обычных векторов преобразуются посредством определенного семейства квадратных матриц размерности 3×3 , которые не меняются при транспонировании (т.е. взаимной перестановке строк и столбцов) и имеют единичный детерминант. Это азы аналитической геометрии, которую многие изучали на студенческой скамье.

И вот здесь-то и зарыто известное хвостатое животное. Если счесть тройку матриц Паули чем-то вроде обычного вектора в трехмерном пространстве и применить к ней любое такое преобразование, результирующие матрицы, конечно, останутся квадратными, но их форма изменится. (Компоненты магнитного поля — это не матрицы, а обычные числа, и потому преобразуются беспрепятственно). Так что предложенная Паули добавка к гамильтониану нековариантна относительно вращений. Это означает, что ее «в ход нельзя пустить без справок, без иных. Противоречья есть, и многое не дельно», если мне будет позволено процитировать Алексея Степаныча Молчалина.

Это «противоречье» блестяще устранил Паули. Он заметил, что каждую из исходных спиновых матриц можно связать с ее новым обликом, возникающим после поворота координатных осей, с помощью одной и той же вспомогательной матрицы U , обладающей свойством унитарности. Для тех, кто этого не знает: матрица называется унитарной, если ее транспонирование с одновременной заменой каждого элемента на комплексно сопряженный рождает

обратную матрицу U^{-1} . Преобразования посредством унитарных матриц сохраняют модули волновых функций, а потому не меняют и квантовые вероятности. Если последние две фразы покажутся непонятными, на них можно не обращать внимания.

Однако Паули нашел выход. Он показал, что если посредством той же матрицы правильным образом преобразовать и записанные в векторной форме (т.е. в виде столбцов) волновые функции, ковариантность уравнения Шрёдингера полностью восстановится. Так что Паули добился того, чего хотел: описал динамику своего «магнитного электрона» с помощью математической структуры, которая не меняется при пространственных вращениях. Возвращаясь к великой комедии Грибоедова, противуречье исчезло, и всё сразу стало дельным. Можно открывать шампанское.

Однако в нашем несовершенном мире всё имеет свою цену, в том числе и необходимая Паули ковариантность его уравнения. Рассмотрим для иллюстрации простейший случай поворота вокруг оси z на угол α . Тогда в качестве U получим диагональную матрицу с двумя ненулевыми элементами: $e^{i\alpha/2}$ в левом верхнем углу и $e^{-i\alpha/2}$ в правом нижнем (и, как и принято, мнимая единица). Эта матрица выглядит очень просто, но таит в себе немало сюрпризов.

И не векторы, и не тензоры

Давайте в этом разберемся. После поворота вокруг оси z новая волновая функция (напомню, что это двухэтажный столбец) будет выглядеть без особых хитростей. Верхний элемент столбца, который соответствует положительному значению проекции спина на эту ось, умножится на $e^{i\alpha/2}$ (в развернутой записи это $\cos \alpha/2 + i \sin \alpha/2$). Нижний элемент, выделяющий отрицательную проекцию спина, равную $-1/2$, будет умножен на $e^{-i\alpha/2}$ (т.е. $\cos \alpha/2 - i \sin \alpha/2$). Вроде бы всё просто. Однако предположим, что $\alpha = 360^\circ$ — т.е. совершен полный поворот кругом. Координатные оси x и y окажутся на своих исходных местах («вертикальная» ось z при этих вращениях вообще не меняется), и всё вроде бы должно стать, как прежде. Однако учтем, что половина угла поворота $\alpha/2$ составит только 180° . Всякий, кто еще не забыл школьную геометрию, увидит, что оба только что описанных коэффициента будут равны минус единице! Пространство вернулось на круги своя, а вот спиновая компонента волновой функции поменяла знак. Чтобы ее полностью восстановить, надо совершить двойной полный поворот на 720° .

Что означает сей странный финт волновой функции? На квантовые вероятности он, конечно, не влияет. Напомню, что плотность вероятности квантового состояния определяется квадратом модуля волновой функции, который, разумеется, инвариантен относительно перемены ее знака. Однако это слабое утешение. Классическая физика имела дело с векторными и тензорными величинами и их функциями, которые возвращаются к исходным значениям при любых полных поворотах пространства. Следовательно, волновая функция электрона со спином в модели Паули не является ни вектором, ни тензором! Это принципиально новый математический конструкт, который до Паули ни разу не использовался ни физикой, ни любой другой естественной наукой. Зоопарк обитателей нашего родного трехмерного евклидова пространства оказался богаче, чем думали раньше.

Эта сторона модели Паули поразила многих ученых. Среди них был и профессор Лейденского университета Пауль Эрэнфест, который много лет возглавлял один из самых влиятельных европейских семинаров по теоретической физике. Он нарек новые двухзначные структуры спинорами, и это название стало общепринятым. Эрэнфест также попросил своего друга Бартеля Леендерта ван дер Вардена, блестящего алгебраиста и тополога и крупного историка математики и астрономии, разобраться с математической сутью спиноров. Результатом стала фундаментальная монография ван дер Вардена «Теоретико-групповые методы в квантовой механике», где были детально описаны принципы спинорного исчисления⁷. После этого «загадочное племя спиноров», как в том же году выразился Эрэнфест, обрело прочную математическую базу.



Эли Картан
в 1904 году

Физика XX века творчески освоила много достижений абстрактной математики. В качестве примеров можно назвать хотя бы дифференциальную геометрию риманова пространства, на которой основана общая теория относительности, или теорию групп Ли, которая помогла построить Стандартную модель элементарных частиц. Статья Паули о «магнитном электроне» показала, что возможно и обратное движение. Впрочем, если говорить о приоритете, то впервые спиноры появились в работе великого французского математика Эли Жозефа Картана, опубликованной еще в 1913 году, но совершенно не замеченной физиками. Четверть века спустя Картан написал монографию «Лекции по теории спиноров», которая, подобно книге ван дер Вардена, стала крупным вкладом в понимание этого «загадочного племени».

В физике спинорам была суждена долгая жизнь. Когда в 1928 году Дирак построил свою знаменитую релятивистскую теорию электрона, он использовал в качестве волновых функций четырехкомпонентные спиноры в четырехмерном псевдоевклидовом пространстве Минковского. А дальше, как говорится, пошло-поехало. Но и это уже совсем другая история. ♦

⁷ Bartel Leendert van der Waerden, *Die gruppentheoretische Methode in der Quantenmechanik*, Berlin: Springer, 1932.

Между прочим, в детстве я жил в шумной и многонаселенной коммунальной квартире и временами мечтал об одиночестве. Словно чувствуя неутоленную тягу к обособленности, на Новый год мама подарила мне чудесный деревянный домик. Он был отдельным от общей коммунальной жизни. Стенки домика имели пазы, плотно вставлялись друг в друга, накрывались зеленой двускатной крышей. Лизнув контакты плоской батарейки и получив в ответ кислое пощипывание в языке, я прятал батарейку за домом, прилаживал к ней проводок с вывешенной из карманного фонаря лампочкой и просовывал ее под крышу, куда стекалось скудное электричество. Домик стоял под елкой на шарканном до жесткой основы ковре, я ложился на плоский живот, зажимаясь и подсматривал в слюдяные окошки, сквозь которые пробивался жизнеутверждающий свет. Пахло хвоей, на гирлянде моргали звезды, мела метель, выли волки, елочные существа известным им способом перебирались в дом, им там было тепло и просторно. Ватный Дед Мороз пировал со стеклянной Снегурочкой, им помогали Красная Шапочка с Совой и картонной Бабочкой, они попили чаек из блюдец, заедали малиновым вареньем, тянули бабушкину вишнёвку из лафитничков и болтали о своем. Бабушка хранила наливку в трехлитровой банке, откуда я тоже изредка отхлебывал через сладкий запретный край. Густой сироп медленно оседал на внутренностях, вступал с ними в теплые и дружные отношения, отдавался в голову. Мне было хорошо в моем отдельном доме, комнатные разговоры взрослых не достигали меня и уносились вместе с печным дымом...

Нажитый опыт не дает мне теперь помечтать. Но отнять счастливые воспоминания даже он не в силах.

Когда я обучался в университете и в аспирантуре, на демонстрации нас гоняли безжалостно. И на 7 ноября, и на 1 мая. Первого мая погода, бывало, и баловала, а вот Седьмого ноября — никогда. Становилось понятнее, что рабоче-крестьянские массы поперлись в Зимний дворец, спасаясь от низкого депрессивного неба. Оставалось утешаться тем, что Февральская революция попадала в разряд буржуазных и на нее не гуляли. Я одевался тепло, но руки с транспарантом «Наша цель — коммунизм!» или «Миру — мир!» всё равно мерзли.

Струясь по направлению к Красной площади, грелись анекдотами. «Трещит, летает, в жопу не попадает. Что такое?» Правильный ответ: жопопопадалка советская. «А что нужно сделать для наступления коммунизма?» — «Подсоединить телевизор к холодильнику». «А с кем граничит Советский Союз?» — «С кем хочет, с тем и граничит». «Можно ли из пулемета перестрелять китайцев?» — «Можно, если составить их в колонну, а задние ряды не будут совокупляться». Анекдотов было так много, что временами сводило мышцы брюшного пресса, и тогда по коже бежал холодок.

Отправляясь на демонстрацию, я ограничивал питье половиной чайного стакана. Находясь в колонне, помочиться было нигде. Но не все демонстранты отличались предусмотрительностью, из встречавшихся по пути следования колонны подъездов несло выдержанной мочой. И тут уж никакие лозунги не помогали.



Александр Мещеряков

Про поздравления и праздники

Александр Мещеряков

После демонстрации улицы покрывались мокрыми кумачовыми бантами, обрывками лозунгов, обертками от конфет. Не пейзаж, а кусок инсталляции. Настоящая находка для лишенных воображения художников соцарта. Перформанс, который всегда со мной.

Про одного китайского императора XVIII века передают, что будто бы он пристрастился отмечать свой день рождения следующим образом. Запускал в свежепостроенный лабиринт своих министров, а сам сидел в высокой башне и наблюдал, как они там корячатся. Прибывших с поздравлениями послов из недружественных государств запускал туда же. Император любил, чтобы в его день рождения в стране было весело. Европейские монархи тоже любили повеселиться по праздникам, но до такого не додумались. А китайская история была тогдашним монархам неизвестна. Может, оно и к лучшему. Гадкое слишком быстро берется на заметку. Доброе же запоминается хуже — и его труднее воплотить в жизнь.

Вот у нас родилась дочь Глаша — волосы густые и черные, глаза с легкой раскосинкой. Незадолго до этого я побывал в Бурятии, нагледелся там на местных чудесных детей и поэтому называл Глашу «нашей бурятчонкой».

Задолго до рождения мы договорились, что Глаша появится на свет в далеком от нашего жилья роддоме, где работала наша знакомая. С появлением Глаши жизнь родителей прибавила в смысле. К этому смыслу следовало прибавить свидетельство о рождении.

Я пришел в ЗАГС выписать трехнедельной дочке такое свидетельство. На дворе — зима 1998 года, жизнь холодная и бедная, рожают мало, очереди нет. Открываю выдавшую виды дверь, захожу. За обшарпанным столом — дама средних лет. Впечатляющий бюст, очки в пластмассовой оправе, глаза злые. Я тут же окрестил ее про себя Марьей Ивановой. Так звали завуча в моей школе. Так вообще было принято называть завучей.

Марья Ивановна откусывает от пышного бутерброда с колбасой и сыром, не пережевывает тщательно, как то положено всезнающему завучу. Я прямо вижу, как куски ухают в ее телесный низ. Запивает чайком из стакана с под-

стаканником из нержавеющей с гравировкой «XXX лет Великого Октября». То есть подстаканнику больше полувека. Наверное, он достался Марье Иванне от предыдущей Марьи Ивановны. Да, в 1947 году вещи еще предпочитали делать на века. На столе — початая коробка с шоколадными конфетами. Еще недавно была перевязана розовой ленточкой, которая теперь змеится по коричневой столешнице. Наверняка счастливые родители подарили. У меня же в руках пусто. Непростительная ошибка для доктора исторических наук.

Марья Ивановна недовольна моим вторжением. Сестра не предложила, но я сел. Проглотила последний кусок, конфетки отложила на потом. Посмотрела в справку из роддома, еще больше насупилась.

— Ваш ребенок родился не в нашем районе, а где-то у черта на куличиках. Так что регистрируйтесь там же.

— Но я живу не там, а здесь.

— Ну и глупо, у вашего ребенка будет раздвоение личности. Откуда ваш ребенок узнает, где он родился?

— У него будет свидетельство о рождении. Там будет всё написано. Вы мне сейчас его выпишите.

Марья Ивановна сочла такой напор оскорбительным и решила проверить меня на прочность.

— Я вижу, вы мужчина легкомысленный. А если вы свидетельство потеряете?

— Я сегодня же сделаю копию. Кроме того, у меня есть старшая дочь двадцатилетнего возраста, и я ее свидетельство до сих пор не потерял.

— А если ваша квартира сгорит?

— Сколько лет живу, а пожара всё нет и нет.

Секундное замешательство и глубокий вдох перед решительной атакой:

— Представьте себе, что вы умрете!

Пришлось соврать, что я бессмертен, а Марья Ивановна пришлось выписать свидетельство. Вручая его, она сказала:

— Поздравляю с рождением сына. Рожает где попало, а нам мучиться.

Я-то свою демографическую программу выполнил. Выполняют ли другие?

Следственный комитет поздравил юношей и девушек, которым исполнилось четырнадцать лет, такими, в частности, злорадными словами: «Теперь ты будешь отвечать за убийство как взрослый!».

Все-таки мне повезло, что свой четырнадцатый день рождения я встретил в 1965 году. Так мне иногда кажется.

За новогодним столом позволил себе лишнего. Лишнее — это салат оливье и селедка под шубой в неадекватных объемах. Живот разболелся, и утром 1 января пришлось отправиться в аптеку. На улицах — шаром покати. Только возле подъезда стоит разбитная девица. Покуривает, временами икает. Ей было явно одиноко, и по возможности вежливо она просипела: «За опохмелом?» Не хотелось ее огорчать, и я бросил: «А куда ж еще?» — «А лет тебе сколько?» — «Да вот семьдесят стукнуло». — «И всё за опохмелом бегаешь? Уважаю!»

Диалог утомил девицу, и она неубедительно сплунула. После вчерашнего у нее пересохло горло.

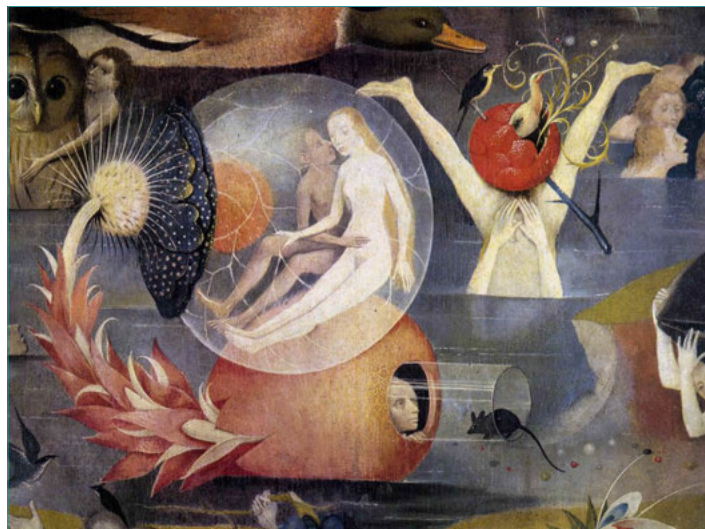
Хорошо быть молодым! И еще хорошо, что в Москве полным-полно аптек! ♦

Воланд, играющий в мяч

Советский популяризатор математики Владимир Артурович Лёвшин (1904–1984) в книге «Магистр рассеянных наук» (1970), по сути, вводящей приемы развития и проверки IQ (хотя термина «IQ» никто, кроме нескольких психологов-экспериментаторов, тогда в СССР не знал), выводит одним из героев «кубиста и шариста из Сьерранибумбума». Это вовсе не фокусник, а квалифицированный рабочий, трудящийся на фабрике игрушек и, вероятно, отвечающий за всё производство: он и директор, и мастер цеха, и исполнитель. «Всё было бы хорошо, если бы в один прекрасный день в нашей стране не сменился руководитель Министерства Дошкольного Возраста. Теперь на эту должность назначили бывшего директора школы переростков имени Гулливера». Новый начальник, амбиции которого оказались не менее гулливеровскими, чем привычки, потребовал увеличить объемы выпуска кубиков и шариков. По условиям задачи нужно было рассчитать, сколько закупить материала на оклейку этих объектов.

При всей незатейливости математических расчетов, с которыми должен справиться любой двенадцатилетний школьник, необычны две реальные фигуры, тени которых легли на эту шутку. Один — отец писателя, Артур Борисович Манасевич, миллионер-инвестор, известный вложениями в акции, в том числе нефтяные, а также в типографское дело. Любой такой инвестор полагает и банки, и промышленность, в том числе издательскую, местом не распределения сил, а квалифицированного труда; нефтяная скважина или печатная машина предстает как единое тело добычи. Рабочий на таком производстве должен уметь всё рассчитывать, а директор — понимать производственные процессы до мельчайших деталей. Над этим отлаженным коллективным единством стоит только министр с его величественными амбициями. Так что этот эпизод взят из жизни, извлечен из воронки давно пережитого. Конечно, и латиноамериканский колорит сказки связан с сырьевыми успехами Аргентины и ее соседей в начале XX века.

Другой — Михаил Афанасьевич Булгаков. 1920-е годы свели опытного писателя с начинающим, и далее всю жизнь Лёвшин доказывал, что он любимый ученик Булгакова, друг и поверенный. Дело в том, что Артур Манасевич после революции, хотя и лишился доходов, сохранил часть богатств, успешно сопротивлялся уплотнению и поддерживал привычку жить на широкую ногу. Булгаков одно время проживал в его квартире № 34, потому что Манасевич предпочел пустить к себе другого жильца сам, не дожидаясь успеха уплотнителей, — и списал с этого хозяйского жилья нехорошую квартиру с камином и люстрами.



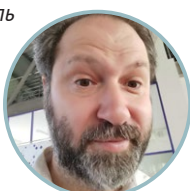
Иероним Босх. Сад земных наслаждений (фрагмент). 1500–1510 годы

Он может рассчитать, что нужно москвичам для счастья, — но так как верить магии не может и он сам, в этом состоит его проклятие как дьявола, духа безверия и при этом свидетеля необходимого, — он не может этот расчет сделать реальностью.

Лёвшин явно иначе осмыслил опыт Воланда в своих популярных математических книгах — увлеченных школьников нетрудно научить переходить от арифметических расчетов к алгебраическим, геометрическим и потом уже высшей математике, где есть место множеству задач и нет места дьяволу, точнее, дьявол приручен и тоже посажен за задачник. Переход на ступень выше — умение щедро решать задачи и щедро делиться подробностями решений. Для зрелого времени, тогдашнего общества потребления, это казалось добром, победившим зло.

Хрупкое чувство шара

Александр Марков, профессор РГГУ
Оксана Штайн, доцент УрФУ



Александр Марков

Чертами Манасевича Булгаков наделил многих своих персонажей, от профессора Преображенского до Степана Лиходеева.

По версии Лёвшина, Булгаков делился с ним всеми своими творческими замыслами, гуляя с ним по Патриаршим прудам. Лёвшин якобы был первым человеком, кому Булгаков рассказывал о необычных характерах для будущих романов. Специалисты по Булгакову скептически относятся к такой роли двадцатилетнего хозяйского сына — хотя, например, фантазмагорию появляющегося на Патриарших прудах трамвая (трамваи там никогда не ходили) в такой беседе вполне можно представить. Легко предположить и появление образа Воланда в одном из таких разговоров, хотя проверить мы это не сможем — Лёвшин легко приписывал позднее полученные знания своим начальным встречам с писателем.

Ведь Лёвшин был адептом Булгакова в самом прямом смысле, копируя в книгах по популярной математике сюжеты любимого писателя. Например, одна из повестей, «Великий треугольник», в которой он сводит Мольера, Паскаля и Пьера Ферма, представляет собой вариацию, конечно, булгаковской «Жизни господина де Мольера». Адепт и считает, что любое подражание писателю — это как встреча с ним в первый раз, реальное писательство и мечта пережить всё как впервые смешиваются до неразличимости.

Тогда Воланд с его сеансом черной магии с последующим разоблачением — идеальной кубист и шарист. Кроме оторванной головы Бенгальского замечательный выстрел Фагота прямо вверх, где висят белые шары ламп, — оттуда и вываливается густеющий шар купюр. Шар всякий раз оказывается несоизмерен эффекту: он вызывает ажиотаж, цирковой восторг, но восторг сменяется недоумением, разоблачением черной магии, фрустрацией, ужасом. Правильно подобрать оклейку шара не получается.

Воланд имеет дело с дефицитом, испортившим москвичей квартирным вопросом, с нехваткой простой одежды и парфюмерии.



Оксана Штайн

Итак, шар хоть и вызывает мгновенное чувство восторга, но требует и расчетов, чтобы его присутствие не было разоблачено как фальшивое, как ошибка. Это особое чувство расчета, не сводящееся ни к интуиции, ни к практическому употреблению вещей. Такой образ шара как наиболее логического устройства мира известен из досократической философии, например из систем Ксенофана Колофонского и Парменида, но существенно для нас, каким именно телом мысли оказывается шар.

Бдительная хрупкость и любовная охота

Шар в наших бытовых привычках — пустота места и полнота зрелища: «шаром покати», но при этом шар катается в сказке на блюдечке — и мы видим дальние края. Можно сказать, что шар — это сама тревога, как мы видим в скульптурах львов, опирающихся на шар. Это по происхождению *шинуазри*, китайщина, но смыслом этой скульптуры называется бдительность: если лев засыпает, то шар выкатывается из-под лапы — и он просыпается. Лев стоит на страже дома, всегда бодрствует, и это, кажется, отличается от начального китайского замысла. В Китае львиные структуры парные: лев охраняет шар, вероятно, богатство дома, а львица — детеныша. В Европе оставили только львов, годных к охоте.

Вероятнее всего, такое решение обязано специфическому западному различению истины и лжи. У Гомера и Вергилия мы встречаем различие истинных и ложных снов: истинные сны приходят через роговые ворота, а ложные — через ворота из слоновой кости. Ученые спорят до сих пор, имеются ли в виду какие-то шаманские обряды, подражание шамана рогатому зверю, в противовес по-

► казной роскоши слоновой кости, или ключ к этим образам иной. Но очевидно, что рога — охотничьи трофеи, требующие бдительности и запрещающие ложь: если человек будет хвастаться, что убил какого-то огромного зверя, можно потребовать показать трофей. Тогда как слоновая кость — это воспроизведение фактуры человеческой кожи, человеческого цвета. Это ложный сон, когда во сне ты видишь будто бы самого себя, схватываешь себя, постигаешь свою грезу как кожу, границу своего существования, но на самом деле остаешься только со своим мнимым образом.

Простое воспроизведение своего образа в детеныше для греческого вкуса поэтому было недостаточным. Это было создание образа, лепка, пластика, в чем-то притворство. Тогда как бдительность, охотничья точность, охотничья правдивость и оказывалась тем, что и заслуживает запечатления. В классицистских стражах особняка проступил античный вкус, и городская топография раннего Нового времени унаследовала античную литературно-философскую топiku.

Охотничья топика роговых ворот пережила века. Так, Томас Стернз Элиот в стихотворении *Sweeney among the Nightingales* («Суини среди соловьев» [т. е. среди ночных жриц], 1920) изображает посещение одичавшим Суини, представляющим дух потребительского отношения к культуре, непристойного заведения. Для него достоверна только собственная похоть, в ней он вполне правдив:

*The circles of the stormy moon
Slide westward toward the River Plate,
Death and the Raven drift above
And Sweeney guards the hornèd gate.*

(Дословный перевод: «Круги бурной луны / скользят на запад к Ла-Плате, / Смерть и Ворон дрейфуют выше, / а Суини охраняет роговые ворота».)

Расшифровывается этот пародийно-астрологический или пародийно-естественнонаучный текст просто: ночные приключения героя имеют в виду многократное осуществление похоти, герой не боится ни смерти, ни тревог, но охраняет роговые ворота, т. е. только хвастается, что в нем автоматически воспроизводится потребительское отношение к миру, победа на любой охоте.

Шар здесь невозможен: шар есть хрупкая бдительность, это чувство охотника, который

должен не спугнуть добычу. Это как бы хрустальная сфера вокруг охотника, который не смеет даже шептать, даже громко дышать. Он и не будет кликать никого по имени, но зайца будет именовать «косой», волка — «матерый» и назовет едоком меда, медведем, обитателем берлоги. Таков и шар любовной охоты — не спугнуть само дыхание любви, сказать дыханием больше, чем словами. Такая охота и есть охота сердечной любви, а не дрейфующей страсти.

Хрустальная стрела Амура

Стереоскопический вариант переживания шара — воспоминание Ольги Седаковой в эссе «Похвала поэзии». Она напоминает читателю сказку Ганса Христиана Андерсена «Нехороший мальчик» (*Den uartige Dreng*, 1835). Напомним: к пожилому поэту, запекающему яблоки и сочувствующему нищим, приходит маленький мальчик, весь голый. Поэт угощает его яблоком и вином, чтобы тот не умер от холода, но мальчик набирается сил и стреляет в хозяина из лука, тот падает и решает потом отомстить неблагодарному мальчику — рассказать о его проделке всем. Но рассказ (вероятно, любовная поэзия), напротив, только помогает Амуру попадать в сердце самым разным людям от мала до велика. Ведь на словах они остерегаются Амура, стараются не попадать в те ситуации, когда могут влюбиться, но влюбляются самым неожиданным образом.

Андерсен явно противопоставлял элегическую поэзию, рассказывающую о ситуациях с необходимыми бытовыми подробностями, и любовную лирику, в которой можно обойтись без быта, в которой любовь уже с первого взгляда. Историко-литературно в сказке Андерсена всё очевидно, но Седакова интересно решила этот сюжет противостояния элегии и любовной лирики: «Переживание замкнутости мира, его как бы уютности, освещенности и обогретости было для меня радостью — иногда почти невыносимой — лет в 15–16. Вокруг него было беспросветное, неизмеримое остальное, которого я представить не могла и не пыталась: его делом и была непредставимость. Зато замкнутый шарообразный мир представлялся легко. Он был освещен изнутри, полуосвещен, подсвечен, как из раскрытой печи или камина, освещен

и обогрет сразу, как фигуры у Рембрандта. Но главное было не в нем самом по себе, а в его встрече с „остальным“. Из этого остального нечего было ждать другого гостя, кроме губительного — Злого Мальчика, озябшего Амура. По версии Андерсена я и не поняла, что его стрела смертельна все-таки по-другому, что речь идет о „любви“ и что это античный сюжет. Я думала, что этот Злой Мальчик — просто убийца, невинный при этом, потому что виноват не он, а его природа, его принадлежность законному ненастью. Но дело было не в мальчике, а в хозяине шарообразного дома: он-то был вполне сознателен и, быть может, всеведущ и прозорлив. И то, что он мог впустить гостя, зная или догадываясь, чем дело кончится, казалось мне чудом».

В этом воспоминании наложены друг на друга последовательно элегическое прочтение, и последовательное любовно-лирическое прочтение. В элегическом прочтении Амур — убийца, потому что лишает человека возможности участвовать в обычных жизненных событиях, например сочувствовать бедным или печь свои золотистые яблоки. Он не просто извлекает человека из готовых ситуаций, но вообще лишает человека тех ситуаций, в которых тот может подтвердить, что еще жив. Герой убит для жанра элегии; в этом смысле названное Седаковой чудо — в том, что кроме элегического чувства жизни существуют и другие жанры жизни.

Но есть и другое, любовное прочтение, где любовь не то, чтобы недоступна всеведущему человеку, но действует как событие среди ситуаций. Ее нельзя не впустить, даже если она грозит худшими последствиями. Такое прочтение и задается образом шара. Этот шар великолепен наличием в нем света и тени, света и тепла. Свет, который мы считаем константой, постоянной, оказывается *переменной*, зависимой от тени, тепла, уюта, переживания. В конце концов, от той влюбленности, которую спугнуть нельзя. Шар не просто источник бдительности, но самая хрупкая вещь, удержанная от падения только ровным светом знания о том, что настоящая непритворная любовь возможна.

«За мной, читатель! Кто сказал тебе, что нет на свете настоящей, верной, вечной любви?» ♦

ИНФОРМАЦИЯ

Помощь ТрВ-Наука

Дорогие читатели!

«Троицкий вариант» нуждается в вашей поддержке.
Теперь есть удобный канал пожертвований
через банковские карты:

trv-science.ru/vmeste

Редакция



JUICE у Юпитера.
Изображение ESA



Исследования Солнечной системы — 2022–2024



*Лев Каменцев, лицей Физико-техническая школа
Академического Университета РАН, Санкт-Петербург,
координатор Юношеской астрономической школы*

Прошло уже три года после нашего предыдущего обзора¹. За это время удалось достичь значительных успехов в изучении объектов Солнечной системы благодаря космическим аппаратам. Сегодня мы поговорим об исследовательских миссиях последних лет и планах на будущее.

¹ trv-science.ru/2021/12/issledovaniya-solnechnoj-sistemy-2021-2022/

Солнце

Продолжается полет станции STEREO-A, запущенной в октябре 2006 года на гелиоцентрическую орбиту, близкую к орбите Земли. В ходе движения вокруг Солнца станция несколько обгоняет нашу планету.

Также продолжают исследования Солнца и солнечно-земных связей запущенные в предыдущие годы ACE (Advanced Composition Explorer), SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) и DSCOVR (Deep Space Climate Observatory) в точке Лагранжа L_1 системы Солнце — Земля.

Находящийся на гелиоцентрической орбите американский зонд Parker, запущенный в 2018 году, периодически совершает пролеты Солнца на рекордном расстоянии почти в 7 млн км. При этом перигелии его гелиоцентрическая скорость составляет рекордные 176 км/с. 28 декабря 2024 года Parker прошел на минимальном расстоянии от Солнца (почти 6 млн км), при этом его аппаратура выдержала тепловые нагрузки. Следующие два близких прохода Parker Solar Probe к Солнцу, примерно на том же расстоянии и скорости, произойдут 22 марта и 19 июня 2025 года.

Запущенный в феврале 2018 года аппарат Европейского космического агентства Solar Orbiter продолжает исследования полярных областей Солнца. Несколько гравитационных маневров у Венеры и Земли позволили аппарату выйти на эллиптическую гелиоцентрическую орбиту с большим наклоном к плоскости вращения Земли вокруг Солнца и перигелием внутри орбиты Меркурия. Подобное наклонение позволит аппарату наблюдать полярные области Солнца, недоступные

с Земли. В случае сохранения работоспособности аппарата и научных приборов работа зонда планируется до 2030 года.

В ноябре 2022 года наряду с несколькими другими малыми аппаратами (кубсатами) в качестве попутной нагрузки при запуске тяжелой миссии «Артемида-1» (Artemis I) взял старт находящийся сейчас на гелиоцентрической орбите японский зонд EQUULEUS.

В сентябре 2023 года стартовал первый индийский аппарат для исследования Солнца «Адитья-L1». В январе 2024 года он был выведен в точку Лагранжа L_1 системы Солнце — Земля.

Луна

Успехи

Продолжается полет запущенного в 2009 году американского спутника Луны Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). Он достаточно результативно осуществляет прицельную съемку поверхности Луны, в частности снимает места посадок аварийных и действующих лунных посадочных отсеков и луноходов.

Два небольших американских микроспутника ARTEMIS P1 и ARTEMIS P2 с 2007 года успешно продолжали изучать магнитные поля и солнечно-земные связи вблизи Луны.

Продолжает функционирование находящийся в точке Лагранжа системы Земля — Луна запущенный в 2018 году аппарат связи «Цюэцзяо». В частности, он обеспечивает связь с находящимся на обратной стороне Луны луноходом «Юйту-2» и посадочной платформой «Чаньэ-4». Эта автоматическая станция была запущена в декабре 2019 года, а в январе 2020-го «Юйту-2» впервые начал движение по поверхности обратной стороны Луны. В настоящее время «Юйту-2» продолжает свое движение по поверхности.

С августа 2019 года на окололунной орбите продолжает работу индийская станция «Чандраян-2». В сентябре 2019 года от нее отделился посадочный модуль «Викрам» с луноходом «Прагьян» на борту, но перед посадкой связь с ним была потеряна.

Запущенный в июне 2022 года на окололунную орбиту тестовый аппарат CAPSTONE осуществлял тестовую навигационную орбитальную подготовку будущей орбитальной лунной платформы-шлюза LOP-G (Lunar Orbital Platform-Gateway) и в ноябре того же года был выведен на высокоэллиптическую гало-орбиту вокруг Луны для выполнения основной миссии полета.

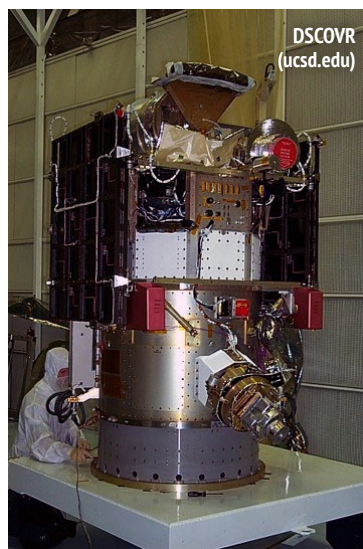
Первый межпланетный аппарат Южной Кореи, лунная станция «Данури», взял старт в августе 2022 года и был выведен на орбиту вокруг Луны в декабре 2022 года. Он может находиться в работоспособном состоянии до весны 2025 года.

В марте 2024 года к Луне старт взяли пять вспомогательных китайских лунных спутников связи — ретранслятор с попутной научной полезной нагрузкой «Цюэцзяо-2» и два аппарата, DRO-A и DRO-B, в задачу которых входила отработка технологий космической навигации, а также спутники космической навигации и связи «Тяньду-1» и «Тяньду-2». Срок активного существования «Цюэцзяо-2» должен

составить восемь лет. При этом планируется поддержка не только «Чаньэ-6», но и дальнейших миссий «Чаньэ-7» и «Чаньэ-8» к южному полюсу Луны.

В июле 2023 года к нашему естественному спутнику отправился индийский аппарат «Чандраян-3», в составе которого находились посадочная платформа «Викрам» с луноходом «Прагьям». После нескольких маневров она 5 августа она успешно вышла на орбиту искусственного спутника, 17 августа посадочный модуль миссии отделился от перелетного модуля, который остался на окололунной орбите. 23 августа посадочный модуль вместе с луноходом совершил посадку в районе южного полюса, а через день «Прагьям» начал движение по поверхности Луны. 3 сентября

его работа была завершена. Перелетный модуль после нескольких маневров на окололунной орбите 10 ноября 2023 года покинул сферу ее притяжения и через несколько дней вышел на аномально вытянутую орбиту вокруг Земли с параметрами 1,15 млн на 3,8 млн км. Эти маневры предпринимались в рамках отработки запланированных Индией экспедиций по доставке на Землю лунного вещества. ▶



3 мая 2024 года к Луне стартовал китайский зонд «Чаньэ-6». Через пять дней аппарат вышел на окололунную орбиту, и в тот же день от него отделился взятый в качестве дополнительной нагрузки небольшой первый пакистанский межпланетный аппарат ICUBE-Q. 30 мая посадочный отсек «Чаньэ-6» отделился от орбитального отсека и двое суток осуществлял самостоятельное движение по орбите, а 1 июня осуществил посадку на обратной стороне Луны и практически сразу приступил к отбору образцов для доставки их на Землю. Небольшой луноход отделился от посадочного аппарата сразу после его прилунения. 3 июня взлетная часть «Чаньэ-6» с собранными образцами лунного грунта стартовала с обратной стороны Луны и снова вышла на окололунную орбиту. 6 июня взлетный модуль станции совершил на окололунной орбите стыковку с еще соединенным тогда орбитальным модулем и возвращаемым аппаратом. При этом было осуществлено перемещение образцов лунного грунта на возвращаемый аппарат, после чего взлетная часть «Чаньэ-6» была заторможена, сведена с окололунной орбиты и разбита при падении на поверхность Луны. 21 июня возвращаемый отсек «Чаньэ-6» стартовал с лунной орбиты к Земле с собранным лунным веществом. 25 июня 2024 года спускаемая капсула при приближении к Земле была отделена от служебного модуля, а уже 25 июня она штатно совершила посадку в пустынном районе Внутренней Монголии на севере Китая. При этом служебный модуль после отделения от него спускаемой капсулы продолжает движение по очень вытянутой околоземной орбите. Пока дальнейшие планы его использования китайские исследователи не обнаруживали, но направят в одну из точек Лагранжа системы Солнце — Земля, чтобы в дальнейшем, возможно, послать его к одному из околоземных астероидов.

Неудачи

Несколько небольших аппаратов, выведенных к Луне в качестве попутной полезной нагрузки во время старта миссии «Артемида-1» 16 ноября 2022 года, потерпели неудачу. Японский орбитальный аппарат «Омотэнаси», предназначенный для отработки технологии посадки на Луну, не смог выйти на лунную орбиту из-за проблем со связью и ориентацией. С американским микроспутником Lunar IceCube, в задачу которого входил поиск на Луне водяного льда, связь была потеряна вскоре после запуска. Американский аппарат LunIR совершил пролет Луны, но из-за проблем с радиосвязью научные данные получены не были. Другой американский микроспутник Луны, Lunar Polar Hydrogen Mapper (LunaH-Map), в задачу которого входил поиск на Луне водяного льда, не смог выйти на

орбиту вокруг Луны из-за проблем с двигательной установкой.

В декабре 2022 года на одной ракете-носителе были запущены два зонда: Hakuto-R (Emirates Lunar Mission), совместный проект Японии и ОАЭ, и американский Lunar Flashlight, планировавшийся для вывода на орбиту Луны с целью поиска водяного льда. С первым из них в апреле 2023 года была потеряна связь на конечном этапе снижения над поверхностью, перед этим он несколько недель совершал маневры в поле тяготения Земли и Луны, чтобы выйти на траекторию мягкой посадки. Вторая станция не смогла попасть на окололунную орбиту из-за проблем с двигательной установкой.

В январе 2024 года взяла старт комплексная миссия, включающая посадку на Луну спускаемого аппарата Peregrine с несколькими небольшими луноходами. Реализовывался этот проект в рамках новой коммерческой программы по доставке полезной нагрузки на Луну. Вскоре после пуска возникли проблемы с двигательной установкой, сделавшие невозможной посадку на Луну. Через десять дней после старта аппарат, так и не выйдя на траекторию полета к Луне, сгорел в атмосфере Земли.

Российская автоматическая станция «Луна-25» была запущена 11 августа 2023 года и через пять дней успешно выведена на окололунную орбиту, однако 19 августа из-за нештатной работы двигательной

установки. Работа аппарата продолжалась до конца мая. Кроме того, успешно отработали запланированный небольшой интервал времени отделившиеся при посадке на малой высоте мини-луноходы LEV-1 и LEV-2.

Планы

В рамках коммерческой программы исследования Луны Commercial Lunar Payload Services на февраль 2025 года запланирован запуск посадочного аппарата IM-2. При этом планируется осуществить первый полет беспилотного летательного аппарата Nova, предназначенного для доставки полезной нагрузки в радиусе до 25 км от места посадки.

Следующая миссия IM-3, использующая тот же лунный посадочный модуль Nova-C, запланирована на октябрь 2025 года. Четвертый запуск этого цикла предварительно намечен на 2027 год.

В рамках той же программы Commercial Lunar Payload Services планируется еще несколько запусков. В ходе миссии Griffin в сентябре 2025 года будет направлен посадочный аппарат в полярную область Луны. В январе 2025 года запланирован запуск посадочного аппарата Blue Ghost 1 с посадкой в районе Моря Кризисов через 45 дней после старта. Вторая миссия Blue Ghost 2 предполагает высадку на обратную сторону Луны в 2026 году. При этом также одним запуском планируется вывести на орбиту вокруг Луны спутник связи Lunar Pathfinder Европейского космического агентства. Далее на 2028 год предварительно запланирован третий полет, уже с доставкой на поверхность лунохода.

Израиль намеревается отправить к Луне в 2025 году комплексный зонд «Берешит-2». В нем будет орбитальный и два небольших посадочных отсека.

Индия совместно с Японией после 2026 года должна запустить очередную станцию «Чандраян-5» (Lunar Polar Exploration Mission) с посадочной платформой и луноходом.

Старт японского посадочного аппарата Hakuto-R планируется на 2025 год.

Запуск очередной китайской автоматической станции «Чаньэ-7» в район южного полюса Луны намечен на 2026 год. Посадочная платформа доставит на поверхность вблизи южного полюса нашего естественного спутника луноход ОАЭ «Рашид-2». Посадочный модуль доставит на Луну также и летающий мини-зонд, который будет совершать периодические прыжки по поверхности.

Первая турецкая межпланетная станция AYAP-1 будет запущена в 2026 году. Полет пройдет по упрощенной схеме и завершится жестким столкновением с поверхностью Луны.

Следующая индийская станция «Чандраян-4» будет запущена в 2028 году и при благоприятном исходе впервые в истории индийских космических исследований доставит на Землю образцы лунного грунта. Возможный план полета включает в себя старт двух отдельных аппаратов, запускаемых двумя ракетами, и последующую стыковку на орбите Луны. Затем произойдет посадка, сбор образцов вещества и старт возвращаемого аппарата к Земле.

Запуск китайской лунной станции «Чаньэ-8», запланированный на 2028 год, ознаменует возможное начало создания китайской лунной базы в южной полярной области Луны. Посадочный аппарат с луноходом, прыгающим



«Чаньэ-6»
(«Википедия»)



«Прагьян» (isro.gov.in)

установки станция сошла с орбиты и с нерасчетной повышенной скоростью разбилась о поверхность Луны.

Американская лунная миссия Intuitive Machines Mission 1 (IM-1 «Одиссей») стартовала в феврале 2024 года, но ей сопутствовал лишь частичный успех — при посадке модуль завалился на бок и проработал лишь до окончания лунного дня.

Также значительные коллизии имели место при посадке японского посадочного зонда SLIM, стартовавшего 7 сентября 2023 года. После длительного перелета он совершил посадку в заданном районе 19 января 2024 года. В ходе прилунения возникла неисправность в двигательной установке, вследствие чего спускаемый аппарат перевернулся, но сохранил работоспособность и смог передать науч-

► зондом и производственным роботом будет доставлен на поверхность Луны, в том числе для того, чтобы провести эксперименты по использованию на месте лунных ресурсов и даже протестирует 3D-печать из них.

Российская программа исследований Луны предусматривает запуск осенью 2027 года станции «Луна-26». Планируется выход на лунную орбиту и длительные дистанционные наблюдения поверхности. Затем планируется запуск аппарата «Луна-27» с посадочной платформой и небольшим луноходом, а также доставка на Землю лунного грунта (по аналогии со станцией «Луна-16»).

На 2027 год предварительно запланирован запуск электродвигательного модуля PPE и Малого жилого модуля HALO при помощи ракеты-носителя Falcon Heavy. Впрочем, запуск вполне может быть перенесен на более позднее время. Реализация этой программы тесно связана с осуществлением масштабного проекта пилотируемых полетов к Луне «Артемиды», первый из них в беспилотном варианте был осуществлен в 2022 году. Миссия «Артемиды-1» стартовала 16 ноября 2022 года и стала полетом испытанием сверхмощной межпланетной ракеты-носителя Space Launch System (SLS) и корабля «Орион» без экипажа, а также первым испытательным выходом «Ориона» на внеземную траекторию. Целью первого подобного полета являлся вывод «Ориона» на окололунную орбиту, а затем его возвращение на Землю. «Орион» вышел на ретроградную дальнюю полярную лунную орбиту и провел на ней шесть дней, после чего возвратился к Земле. 11 декабря капсула «Ориона» отделилась от служебного модуля, осуществила спуск в атмосфере при помощи аэродинамического торможения и успешно приземлилась. Это был первый с 1972 года полет космического корабля, предназначенного для пилотируемых полетов к Луне (осуществленный, правда, без экипажа).

Следующие полеты по программе «Артемиды-1» номинально планируются на ближайшие годы, но их осуществление ранее неоднократно переносилось; сейчас планируется, что миссия «Артемиды-2» стартует к Луне в апреле 2026 года. Программой полета предусматривается облет Луны с экипажем из четырех человек — трех американцев и канадца. Общая продолжительность этого тестового полета составит 10 суток. Следующий полет запланирован на 2027 год, и в случае успеха это будет первая с 1972 года пилотируемая высадка на поверхность нашего естественного спутника. Общая продолжительность экспедиции «Артемиды-3» (экипаж из четырех человек) составит около 30 дней. В ходе этой экспедиции впервые будет использоваться система Starship Human Landing System, которая представляет собой лунную посадочную версию космического корабля Starship, который станет доставлять астронавтов с лунной орбиты на поверхность Луны и обратно. В ходе последующей экспедиции «Артемиды-4», запланированной предварительно на сентябрь 2028 года, планируется доставить четырех астронавтов на лунную орбитальную станцию Gateway, а также высадить экипаж на поверхность Луны.

Лунная орбитальная платформа-шлюз Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G) Gateway —

это первая стадия создания возглавляемой США международной обитаемой окололунной станции, предназначенной на первом этапе для изучения Луны и дальнего космоса, а в дальнейшем — в качестве станции пересадки для астронавтов, направляющихся на Марс и обратно. Проект осуществляется совместно с ESA, Канадой и Японией. NASA считает эту станцию и упомянутые выше коммерческие полеты, а также создание небольших спускаемых лунных аппаратов подготовкой к запуску тяжелых автоматических станций и последующему возобновлению пилотируемых полетов на Луну.

Станция, скорее всего, будет располагаться на почти прямолинейной гало-орбите (near-rectilinear halo orbit, NRHO): минимальное расстояние от поверхности Луны — около 3 тыс. км, максимальное — около 70 тыс. км; продолжительность одного оборота — около 7 суток. Помимо такой орбиты, позволяющей использовать станцию в качестве транзитного пункта полетов на Луну и в дальний космос, рассматривался вариант размещения станции на низкой окололунной орбите высотой от 100 до 200 км, откуда проще осуществлять высадку на Луну. Предусматривается, что экипажи на станцию будут доставляться кораблями «Орион» с помощью ракеты Space Launch System.



Solar Orbiter. Фото O. Usher (UCL MAPS)

Однако в последнее время сроки и вообще возможность осуществления последующих полетов по программе «Артемиды» подвергаются коррекции. Обнаружены очень серьезные недочеты — в частности, большие опасения вызывает теплозащита спускаемого отсека. В целом дальнейшее осуществление программы вызывает большие сомнения многих специалистов. Не исключена замена носителя Space Launch System на существенно более дешевый Starship компании SpaceX Илона Маска. Также не исключается комплектация Gateway при помощи корабля Starship, но в случае такого решения создание лунной орбитальной станции может затянуться на несколько лет.

Россия в этих проектах больше не участвует. Предполагаемое строительство (постоянное или с перерывами) российско-китайской обитаемой Международной научной лунной станции (МНЛС) с участием некоторых других стран (Венесуэлы, Азербайджана, Белоруссии, ОАЭ, Пакистана, ЮАР) на поверхности Луны или на ее орбите предполагается начать в 2031–2035 годах. Станцию планируют использовать сперва в непилотируемом режиме. Предполагается активное взаимодействие Китая с Россией при создании

и дальнейших исследованиях, проводимых при помощи этой беспилотной станции.

Меркурий

Запущенная в октябре 2018 года автоматическая станция Европейского космического агентства BepiColombo сначала в ходе последовательных пролетов планет с торможением осуществила пролет Земли и два пролета Венеры, затем в 2021 году был совершен первый пролет Меркурия. С начала 2022 года совершены пять пролетов Меркурия (в июне 2022-го, июне 2023-го, сентябре и декабре 2024-го, последний — 8 января 2025 года). Из-за неполадок электрореактивных двигателей (они стали вырабатывать недостаточную тягу) были изменены параметры четвертого пролета планеты в сентябре 2024 года, в результате чего после двух последних сближений с планетой срок выхода на орбиту вокруг нее был отложен с декабря 2025-го на ноябрь 2026 года. В предшествующие и будущие непосредственно перед выходом на орбиту месяцы аппарат будет следовать на небольшом расстоянии в пределах 2 млн км от Меркурия.

В течение нескольких недель после выхода на орбиту от основного аппарата отделится японский спутник ММО для исследования магнитосферы планеты. Срок активного существования искусственного спутника планеты должен составить не менее одного года.

Других запусков к Меркурию в настоящее время не планируется.

Венера

Находящийся на орбите этой планеты с декабря 2015 года японский зонд «Акацуки» продолжает сбор информации. Срок окончания миссии не определен. Японские исследователи рассчитывают, что активное существование аппарата продолжится до конца 2028 года. Гораздо менее известны в плане исследований Венеры солнечные аппараты — американский Parker и европейский Solar Orbiter. В обозреваемое нами время Solar Orbiter совершил пролет планеты в сентябре 2022-го, а «Паркер» — в августе 2023-го и в ноябре 2024 года.

У Solar Orbiter в будущем запланировано еще пять пролетов Венеры — 18 февраля 2025 года, в декабре 2026-го, в марте 2028-го и в июне 2029 года. Объем и научное значение данных, полученных при пролетах Венеры зондами для исследования Солнца, сравнительно невелики, ведь их аппаратура создана для изучения Солнца, но тем не менее все эти данные имеют определенную ценность.

31 августа 2025 года гравитационный маневр с увеличением скорости у Венеры должен совершить направляющаяся к системе Юпитера тяжелая американская межпланетная станция JUICE.

В январе 2025 года к Венере будет запущена крошечная частная американско-новозеландская капсула Venus Life Finder (VLF) с единственным научным прибором. Она войдет в атмосферу Венеры в середине мая и передаст данные о составе атмосферы и облаков во время спуска к нашей соседке. Создатели капсулы надеются найти в атмосферном составе органические вещества.

В марте 2028 года на Венеру запланирован запуск индийского орбитального аппарата ►

► «Шукраан-1» (Venus Orbiter Mission, VOM), а в 2031 году к ней стартуют орбитальные зонды — в июне американский VERITAS, в декабре — европейский EnVision. В 2032 году к «Утренней звезде» отправится посадочный аппарат DAVINCI (Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry, and Imaging), однако даты этих миссий могут быть сдвинуты.

Земля

В последние годы многие межпланетные станции осуществляют маневры у нашей планеты с целью изменения траектории, уменьшения или (чаще) увеличения скорости для более оптимального достижения конечных целей. В обозреваемый период пролет нашей планеты в октябре 2022 года совершила направляющаяся к троянским астероидам Юпитера американская станция Lucy («Люси»). Да и вышеупомянутый зонд JUICE, направляющийся к Юпитеру и его спутникам, в августе 2024 года также пролетел мимо Земли — интересной особенностью этого пролета стали попутные детальные исследования Луны. В сентябре 2026-го и январе 2029 года этот зонд снова совершит близкие пролеты нашей планеты, получив в результате приращение скорости.

В декабре 2026 года гравитационный маневр у Земли выполнит направляющаяся к Юпитеру и его крупному спутнику Европе американская станция Europa Clipper.

Марс

В декабре 2022 года прекратил свое активное существование американский посадочный аппарат InSight. В апреле того же года прекратил передачу информации работавший с октября 2014 года индийский спутник «Мангальян».

В настоящее время на поверхности Красной планеты функционируют тяжелые марсоходы Curiosity (с августа 2012 года) и Perseverance (с февраля 2021-го), китайский марсоход «Чжужун» с посадочной платформой (с мая 2021 года). С орбиты планеты передают информацию искусственные спутники — американские Mars Odyssey (вышел на орбиту в октябре 2001 года), Mars Reconnaissance Orbiter (март 2006 года), MAVEN (сентябрь 2014 года), европейский Mars Express (декабрь 2003 года), российско-европейский TGO (Trace Gas Orbiter, октябрь 2016 года), аппарат ОАЭ «Аль-Амаль» (февраль 2021 года) и доставивший к Марсу марсоход «Чжужун» китайский «Тяньвэнь-1» (также февраль 2021 года).

По пути к своим основным целям в феврале 2025 года окрестности Марса посетит американская межпланетная станция Europa Clipper, далее в марте 2025-го исследования Марса с пролетной траектории проведет следующий к астероидной системе Дидим — Диморф зонд ESA Hera. В ходе пролета будет осуществлено близкое сближение с Деймосом. В сентябре 2026 года у Марса окажется направляющаяся к астероиду Психея американская станция Psyche.

На весну 2025 года намечен старт двух американо-новозеландских аппаратов Blue и Gold по программам Escape и Plasma Acceleration and Dynamics Explorers (EscaPADE). Эти не-

большие частные, запущенные по заказу NASA зонды придут на околомарсианскую орбиту в начале 2026 года.

Японская автоматическая станция Martian Moons eXploration (MMX) будет запущена в октябре 2026 года и придет к системе Марса в августе следующего года. В ходе длительного совместного полета планируется взятие образцов вещества Фобоса и близкое дистанционное зондирование Деймоса. На поверхность Фобоса будет высажен франко-немецкий самоходный исследовательский аппарат. В 2030 году возвращаемый отсек MMX примет старт к Земле и в 2031 году впервые доставит вещество Фобоса на нашу планету.

После неоднократных изменений и уточнений основная объединенная американо-европейская программа исследования Марса стала предусматривать запуск в 2027 году автоматической станции Earth Return Orbiter. Она будет ожидать прилета двух посадочных модулей Sample Retrieval Lander, запуск которых запланирован предварительно на 2028 год. Они сядут на поверхность у кратера Езеро, где в 2021 году приземлился американский марсоход Perseverance.

После достижения поверхности в 2028 году марсоход Sample Fetch Rover, доставленный



одним из двух посадочных модулей, заберет у находящегося на Марсе с 2020 года марсохода Perseverance собранные им геологические образцы. Они будут подняты на околомарсианскую орбиту с помощью особой, специально сконструированной для условий Марса ракеты-носителя Mars Ascent Vehicle, смонтированной на другом модуле, прибывшем вместе с Sample Fetch Rover. Ракета отправится с контейнером с образцами на марсианскую орбиту, после чего сблизится с запущенным к Марсу годом ранее зондом ESA Earth Return Orbiter и передаст их на его борт. Earth Return Orbiter достигнет нашей планеты в 2033 году. Впрочем, финансовые ограничения побудили NASA объявить, что данная миссия может быть подвергнута «изменению масштаба» из-за нехватки средств, в итоге перспективы ее выполнения и предлагаемые сценарии могут быть пересмотрены. Один из возможных сценариев предполагает перенос проекта на 2035–2040 годы.

Марсоход Европейского космического агентства «Розалинд Франклин» будет отправлен в октябре — декабре 2028 года в сотрудничестве с NASA. Его первоначальный запуск летом 2022 года в рамках совместного с Россией проекта ExoMars был отменен, после чего аппарат был законсервирован.

Китайская миссия «Тяньвэнь-3» предусматривает два запуска в течение 2028 года. Первый состоится в ноябре 2028 года, отправит к Марсу орбитальный возвращаемый аппарат с прибытием на околомарсианскую орбиту в августе — сентябре 2029 года. В мае или декабре 2028 года к Красной планете будет запущен спускаемый возвращаемый аппарат, осуществляющий посадку в августе 2030 года или июле 2029-го. Он займется сбором образцов и в октябре 2030 года стартует с поверхности Марса, состыковавшись на околомарсианской орбите с ожидающим его орбитальным аппаратом. Тот в свою очередь должен стартовать к Земле после принятия на свой борт образцов в октябре 2030 года и достигнет нашей планеты в июле 2031-го.

Индия предполагает в ближайшие годы запустить зонд «Мангальян-2», но конкретные даты и формат этой миссии пока не вполне ясны.

Система Юпитера

С июля 2016 года исследования Юпитера и его спутников ведет американская орбитальная станция Juno (Jupiter Polar Orbiter). В настоящее время она осуществляет цикл тесных сближений с тремя галилеевыми спутниками — Ио, Европой и Ганимедом.

В апреле 2023 года была запущена европейская JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer). После ряда маневров у других тел Солнечной системы этот аппарат в июле 2031 года также должен выйти на орбиту вокруг Юпитера. После двух близких пролетов Европы в декабре 2034 года этот зонд выйдет на орбиту вокруг Ганимеда и проведет его детальное исследование. Предполагается, что через год работы, в декабре 2035 года, миссия завершится падением аппарата на поверхность Ганимеда, однако есть вероятность, что срок активного существования зонда может быть продлен.

Запуск другого зонда NASA в систему спутников Юпитера, Europa Clipper, состоялся в октябре 2024 года. Его прибытие к газовому гиганту ожидается в апреле 2030-го, после чего в течении трех лет будет осуществлен ряд близких пролетов Европы с детальнейшим ее исследованием. Формально завершение миссии запланировано на апрель 2034 года, когда аппарат должен будет столкнуться с поверхностью Ганимеда.

Согласно предварительным планам, китайский зонд «Тяньвэнь-4» может быть запущен в октябре 2029 года и через несколько лет придет к Юпитеру, но детали сценария этого полета нуждаются в уточнении.

Система Сатурна

Запуск американского аппарата Dragonfly к спутнику Сатурна Титану планируется осуществить в июле 2028 года, прибытие к Сатурну и последующий спуск на поверхность Титана ожидается в 2036 году, после чего аппарат сможет работать на крупнейшем сатурнианском спутнике более двух с половиной лет. Аппарат представляет собой винтокрылый летательный аппарат для движения в достаточно плотной атмосфере Титана.

Окончание см. на стр. 29



Stable Diffusion

Бесконечность и только бесконечность

Рассказ Павла Амнуэля



Павел Амнуэль

Саймонс-Филд, Кэлди, Пикеринг, Британия. Доктору Олафу Стэплдону

Уважаемый доктор Стэплдон,

Не сочтите за дерзость обращение к вам с просьбой, которая, надеюсь, не окажется обременительной. По дошедшим до меня сведениям (Буэнос-Айрес, хотя и не находится на краю земли, но всё же информация из Европы поступает к нам с изрядным опозданием), три года назад вы опубликовали книгу «Создатель звезд». Несколько человек, англичан, посетивших Аргентину, мнению которых я доверяю, были высочайшего мнения о философских и фантастических идеях книги. Сейчас я работаю хранителем в муниципальной библиотеке Мигеле Кане в Альмагро (Буэнос-Айрес) и почел бы удачей получить от вас для библиотеки экземпляр «Создателя звезд». Безусловно, стоимость книги и пересылки будет оплачена.

С глубоким уважением, Хорхе Луис Борхес
17 июля 1940. Буэнос-Айрес

Дорогой г-н Борхес,

С удовольствием отправляю бандероль, содержащую два экземпляра «Создателя звезд» — для вас и для библиотеки Мигеле Кане. Рад был бы обсудить с вами идеи моей книги, суховатой по стилю, но, надеюсь, интересной по содержанию. Я знаком (к сожалению, недостаточно) с вашим литературным творчеством. На полке в моей домашней библиотеке стоит «История вечности», из которой я часто перечитываю «Циклическое время»,

получая большое удовольствие и пищу для размышлений.

Наверняка у нас есть общие взгляды на мироздание, как наверняка есть и взгляды отличающиеся, которые могут стать предметом увлекательной дискуссии.

С искренним уважением, Олаф Стэплдон
2 августа 1940

P.S. Разумеется, и речи быть не может об оплате.

Синьору Хорхе Луису Борхесу, с почтением, от автора.

Олаф Стэплдон. 2 августа 1940

Дорогой доктор Стэплдон,

Спасибо за книги. Сейчас, когда война в Европе идет уже почти год, почта, как ни странно, работает даже лучше, чем в иные довоенные годы. Ваша бандероль дошла за 18 дней, и я немедленно приступил к чтению «Создателя звезд».

Книга очень хороша. Как я и ожидал, там множество рассуждений, изложенных увлекательно и убедительно. Это именно та литература, к которой я испытываю в последнее время особую склонность. Интереснейшая, на мой взгляд, проблема: взаимовлияние литературы и науки. Пока мне не удалось достичь равновесия двух этих составляющих. Идеи философского толка получается изложить в жанре эссе, но в рассказах жизненные обстоятельства берут свое, и наука, философия отступают на второй план, нарушая

задуманное равновесие. Как мне кажется, вы в «Создателе звезд» не стали заботиться о том, чтобы придать произведению равновесие, предпочтя изложение идей изложению ситуаций, где идеи выявлялись бы в ходе сюжетных перипетий и взаимоотношений персонажей.

Главное, что меня взволновало в «Создателе звезд», поскольку оказалось созвучно моим размышлениям, — это соотношение конечного и бесконечного. Мы живем в мире конечных, ограниченных предметов и явлений. Всё, что мы видим, ощущаем, всё, что способны понять разумом и вообразить, — конечно. И тем не менее из конечного, будто прекрасный цветок на коротком стебле, произрастает понятие бесконечности, развитое Кантоном до совершенства.

Литературе оно бесконечное чуждо. Какие бы необъятные просторы ни описывал автор, он всё равно имеет дело с конечными величинами, сущностями и явлениями. Я не встречал в литературе — от древних саг и мифов до современной прозы и поэзии — ничего, что хотя бы отдаленно было бы связано с бесконечностью. «Я бесконечно в вас влюблен» — фраза банальная именно потому, что бессмысленна. И говорящий, и та, кому он это говорит, прекрасно понимают красноречивую безнадёжность слов, связывающих конкретное человеческое чувство с абстрактным понятием, которое математики представляют в виде числовых рядов, не оканчивающихся нигде и никогда. Числовой ряд бесконечен не только в пространстве, но и во времени, поскольку ум, следуя вдоль числовой оси, никогда, сколько бы времени он ни потратил, конца не достигнет. Конца попросту нет. Как изобразить это в художественном произведении, я пока не придумал и не уверен, что это вообще возможно, разве что в сугубо поэтической форме, к которой вы приблизились, оставшись, тем не менее, в рамках привычных словесных описаний.

Бесконечность бесконечно сложна (не смог обойтись без тавтологии...) и потому непознаваема для нашего мозга, конечного по своей природе. И вы, хотели или нет, показали это в «Создателе звезд».

Свое поражение перед Вечностью (и бесконечностью пространства, что, в сущности, одно и то же) я вынужден был признать в эссе «Циклическое время». «Я вечно возвращаюсь к Вечному Вовращению» — признание содержится в первой же фразе. Невозможность осознания (и понимания, а тем более описания) Вечности заставляет философов — от Платона до Шопенгауэра — бесконечно возвращать время к исходной точке и начинать историю заново. Циклы проще понять, даже если они лишь приблизительно напоминают друг друга. Мозг не желает осознать, что Вечность состоит из никогда и ни в чем не повторяющихся событий.

Человек, ограниченный в пространстве, в Вечности непременно бесконечное число раз повторит сам себя, и вновь речь заходит о циклическости, а не о бесконечности в истинном ее смысле.

Бесконечным в пространстве и Вечным может быть только Бог, но Бог не принадлежит материальному мирозданию, о котором идет речь. Бог как Абсолют непознаваем и неопишем. Художественные изображения Бога ►

► красивые, но обманчивы и низводят божественное до уровня понимания обывателя, сколь бы сведущ в искусствах он ни был.

Читая «Создателя звезд», я представлял (может, ошибочно), какие мысли владели вами, когда протагонист создавал миры, всё более изощренные, всё более поражающие воображение, но тем не менее столь же далекие от Бесконечности и Вечности, как и в тот момент, когда он принялся за свою работу.

Когда я писал «Циклическое время», то был терзаем желанием написать рассказ, герой которого обрел истинное бессмертие. Разумеется, у такого рассказа не должно быть ни начала, ни конца, как нет начала и конца у Вечности. Разумеется, герой рассказа не мог быть человеком, иначе стал бы жертвой циклического времени и не отвечал бы моим целям как автора. Я подумывал даже сделать персонажем пресловутый больцмановский мозг, но меня оттолкнул ужас его вечно-го существования в тоскливом одиночестве. Ужасное в литературе должно иметь художественный, эстетический смысл — у больцмановского мозга такого смысла я не увидел.

Пришла мне в голову также мысль, которую я поначалу отверг, но, возможно, все-таки к ней вернуться, поскольку так и не сумел найти иного варианта истинного бессмертия. Суть идеи в том, что наша вселенная (бесконечная и вечная!) все-таки не единственная. Цифра «1» — признак ограничения, невысказанного, если речь идет о бесконечностях. Вселенных должно быть бесконечно много.

Вы можете себе это представить? Но истинное бессмертие только в этом случае и может существовать. Бесконечная неповторимость бесконечного.

Сознаюсь, рассказ я написал и назвал его «Надежда». Рассказ о молодом человеке, полюбившем юную девушку, ответившую ему взаимностью. Они готовятся к свадьбе, но девушка умирает. Действие происходит в бедной аргентинской деревне, где практически отсутствует медицина. Юноша от горя хочет покончить с собой на могиле любимой, но ему является Некто, утверждающий, что в «мире Отца моего горниц много» (конечно, вы узнали цитату), и в одной из бесконечно большого числа «горниц Господа» (в одном из бесконечно большого числа мирозданий) девушка жива. И он может найти любимую, переходя из горницы в горницу.

«Нужно ли подписать договор кровью?» — спрашивает юноша. «Я не Дьявол, — отвечает Некто. — Я предлагаю бессмертие. Тебе придется перебрать бесконечно много горниц, это займет Вечность, но ты найдешь любимую, потому что в бесконечности вечных горниц есть Всё».

Юноша соглашается, проживает бесконечно долгую жизнь в бесконечно большом числе горниц Господа, и Надежда остается, хотя по-прежнему бесконечно далека.

Последняя фраза рассказа: «Говорят, надежда умирает последней. Надежда не умирает. Никогда».

Подумав, я не стал публиковать рассказ. Пока — нет. Буду думать еще. Я хотел раскрыть образ бесконечности и смысл бессмертия, написав о смысле жизни бессмертного человека. Похоже, мне это не удалось. Как не удалось и вам в «Создателе звезд» — ваш протагонист, по идее, бессмертен и так

же, как мой герой, не способен представить истинную бесконечность, даже прожив в ней бесконечное число лет...

Искренне ваш, Хорхе

P. S. Я ни слова не сказал о войне, которую ведет сейчас ваша страна. Здесь, в Буэнос-Айресе, война представляется далекой. Надеюсь — уверен — Британия выстоит. Тьма не сможет накрыть свет.

22 августа 1940

Дорогой Хорхе! Время действительно военное, немецкие самолеты бомбят Лондон каждую ночь, люди погибают, это ужасно. До нашего Кэлди самолеты пока не долетают. Но в океане немецкие подводные лодки уже угрожают британским судам. Очень надеюсь, что мое письмо благополучно достигнет берегов Аргентины.

В свое время я, как и вы, много размышлял о сути и природе бесконечного. Я знаком с трудами Кантора и помню слова, сказанные недавно Эйнштейном в одном из интервью: «Я рад, что природа познаваема». Да, открытия физиков в последние полвека поражают воображение, а создание теории относительности и теории квантов заставляет думать, что природа действительно познаваема, но... возникает призрак той самой бесконечности, о которой вы пишете. Если мироздание вечно и бесконечно, то познаваемо оно лишь на ограниченном отрезке пространства и времени. Полагаю, говоря о познаваемости природы, Эйнштейн имел в виду *процесс* познания, его сиюминутность, а не возможность достичь абсолютного знания.

Возникает противоречие, о котором я рассуждаю как философ, а физики, насколько могу судить, не придают (пока?) этому противоречию особого значения.

Я имею в виду открытие Хабблом разбегания галактик из некоего центра и публикацию доктора Папской академии Леметра о взрыве Первоатома, когда-то породившем нынешнее состояние космоса. Если верно, что Вселенная возникла из Первоатома, то Вечности не существует, и, если верно, что космос расширяется, то не существует и пространственной бесконечности. Вселенная за конечное число лет достигла конечных пределов, за которыми находится... что?

Бесконечную и вечную Вселенную рассматривал Эйнштейн в своей общей теории относительности, но, как оказалось, уравнения, прекрасно подтвердившиеся при описании аномалий в движении Меркурия и во время солнечного затмения 1919 года, тем не менее описывают неустойчивую Вселенную: она должна расширяться или сжиматься, то есть и современная физика не приемлет ни бесконечности пространства, ни Вечности.

Кстати, описанное вами бессмертие тоже отрицает Вечность, ибо жизнь бессмертного имеет начало.

Как разрешить это противоречие? Похоже, современная физика не может с ним справиться. Надежда на метафизику, философию и, как ни странно, — на художественное слово.

Всецело ваш, Олаф

12 сентября 1940

Дорогой Олаф, рад был получить сегодня ваше письмо. Всемерно сочувствую англичанам, более других европейских народов страдающим от налетов немецкой авиации. Наша страна пока придерживается нейтралитета в этой ужасной войне, но, боюсь, правительство, испытывающее сильное давление с обеих сторон, не сможет долго стоять над схваткой. Пока не вижу даже намеков, на какой стороне мы в результате окажемся.

Согласен с вами: бессмертие, описанное в моем рассказе, не может быть адекватным представлением Вечности. Но вот что меня занимает. Творец, создавший мироздание из Первоатома, по идее, должен был сосредоточить в нем ВСЁ, что впоследствии окажется в бесконечно расширяющейся Вселенной. Возможно ли, чтобы в ограниченном объеме пространства могло быть сосредоточено бесконечно большое количество материи: не только всё, что доступно нашим наблюдениям, но и то, что наблюдениям пока недоступно, но было создано?

Вся бесконечность Вселенной, бесконечность материального и духовного, бесконечность будущего — и всё это в едином Первоатоме материи?

В который раз перечитываю гениальную «Эврику» Эдгара Аллана По, почти сто лет назад великолепно описавшего и совместившего в единой божественной структуре бесконечность мироздания с бесконечным числом разбросанных по мирозданию конечных «островов». Вот что я прочитал: «Действительно существует некая беспредельная последовательность Вселенных, более или менее подобных той, о которой мы имеем осведомленность»... И, кстати, именно По в своей поэме разрешил парадокс ночного неба, остававшийся неразгаданным многие десятилетия с того времени, как Ольберс этот парадокс описал.

И еще раз кстати — о взаимодействии научного и поэтического познания. «Эврика» всё еще остается (всего лишь!) прекрасным поэтическим произведением, а ученым, разрешившим парадокс ночного неба, считается Мальтерс, давший в точности такое же объяснение тринадцать лет спустя. На память приходят многочисленные прозрения философов и поэтов всех времен. Частично я описал их в «Циклическом времени». Мог бы привести гораздо больше примеров, но в далеком не бесконечном эссе сделать это невозможно.

Сейчас, когда я сижу за столом, читаю ваше письмо, а перед моими глазами кажущийся бесконечным ряд книжных полок, приходит в голову аналогия, от которой не могу избавиться. Представляю, что Вселенная как раз и является такой бесконечной библиотекой, где в книгах, которые никто никогда не прочитает, поскольку их бесконечно много, содержится всё знание мироздания о самом себе, и знание это так же бесконечно, как бесконечна библиотека, знание содержащая. Книжки в библиотеке написаны на всех мыслимых и немыслимых языках, на языках, реально существующих и еще не созданных, равно на языках мертвых, и — до чего доходит воображение — на языках невозможных ни в какой логической системе. В том числе — на языке Творца. Языке, на котором было произнесено: «Да будет свет!».

►

► Может быть, я даже напишу рассказ о такой Библиотеке, хотя сейчас мне кажется, что для этого нужен бесконечно большой талант, не чета моему.

Ваш Хорхе

1 октября 1940

Дорогой Хорхе,

Не уверен, что мое письмо благополучно пересечет океан. В последние недели ситуация только ухудшается. Бомбардировки Лондона и окрестностей уже, к сожалению, стали привычными. Ночные затемнения проводят даже у нас, куда немецкие самолеты не залетают. Несколько дней назад разбомбили почтовое отделение в одном из лондонских портов. К счастью, никто не погиб, но были раненные и сгорело, как пишут в газетах, много посылок, бандеролей и писем.

Меня чрезвычайно заинтересовала ваша красивая идея о том, что Вселенная может представлять собой бесконечно большую Библиотеку. К вашему описанию я только добавил бы еще один отдел, столь же бесконечно большой и разнообразный: книги по математике. Язык математики не менее, если не более разнообразен, чем язык слов и художественных образов. Может ли в вашей Библиотеке появиться новый том? Новая полка? Можно ли добавлять что бы то ни было к бесконечности? Не будет ли это порождать цикличность, о которой вы писали? Ведь если на полках уже есть всё, то добавление чего-то может быть только повторением. А если добавленное — суть что-то новое, чего не было на полках раньше, значит, Библиотека была не полной и, следовательно, не бесконечной?

Если Вселенная содержит ВСЁ, то за ее пределами нет ничего. ТАМ находится НИЧТО. Но как НИЧТО может где бы то ни было находиться?

Мне приходилось дискутировать с философами, полагающими, что индуистский Брахман есть истинная суть и Абсолют. Но я убежден, что древние, при всем их уме (они наверняка были не глупее нас), не смогли бы понять суть мироздания просто потому, что не знали того, что знаем мы. Мой Создатель звезд придумал многое из того, что сейчас неизвестно, но ведь бесконечно много он не создал, потому что в природе существует Нечто, о чем мы не имеем ни малейшего представления и потому вообразить не можем.

Библиотека Природы бесконечно велика, а мы все (начиная с Платона и заканчивая каким-нибудь молодым гением из Кембриджа) бродим по первым ее комнатам, не зная даже, существуют ли двери в соседние помещения.

Сердечно ваш, Олаф

18 октября 1940

Дорогой Олаф,

Меня заинтересовали ваши слова о том, что такое НИЧТО. И я задумался над тем, какова разница между понятиями «пустота» и «НИЧТО». Можно описать самую разную пустоту. Мне трудно понять отсутствие материи во Вселенной Де Ситтера, которая тем не менее сжимается и расширяется, но я это могу представить. Возможно, абсолютной пустоты в природе быть не может. «Природа не терпит пусто-

ты» — трюизм, однако в пустом пространстве де Ситтера существует нечто — само пространство, описываемое уравнениями Эйнштейна.

НИЧТО и пустота — понятия различные. Пустота — отсутствие всего. НИЧТО — присутствие чего-то, чему мы не знаем ни определения, ни сути, ни выражения. В моей фантастической Библиотеке нет ни одной пустой полки, хотя библиотека бесконечно велика, заполняет Вселенную, и тем не менее я ощущаю присутствие в ней того, чего быть не может, — присутствует НИЧТО, как в романе ужасов НИЧТО всегда присутствует, и ужасно оно именно тем, что, присутствуя и непостижимым образом влияя на всех и всё, оно не может быть описано никакими художественными средствами.

Вы можете описать НИЧТО? Изымая из реальности ВСЁ, вы получаете не НИЧТО, а пустоту. НИЧТО остается. И получается, что НИЧТО бесконечно так же, как сама Библиотека. НИЧТО присутствовало, когда Творец создавал мироздание. Он создавал его не из пустоты, а из НИЧЕГО. Непознаваемое НИЧТО было той «глиной», из которой Творец лепил мир?

Если мироздание материально, а Творец — сущность сугубо духовная, то, возможно, именно НИЧТО было переходной структурой между Творцом и созданным Им миром.

Мы рассуждали о бесконечности и вечности. НИЧТО бесконечно и вечно по определению, вы не находите? Где находится НИЧТО? Можно ли ничто создать? Можно ли НИЧТО уничтожить?

Вы можете назвать мои рассуждения схоластикой, но это не так. Я сижу сейчас за столом, заваленным книгами и исписанными листами бумаги, я закрываю глаза и представляю мировую пустоту, полное отсутствие чего бы то ни было. Но не могу вообразить НИЧТО, и меня охватывает страх. Скажу больше — ужас.

Бесконечно ваш, Хорхе

11 ноября 1940

Дорогой Хорхе,

Ваши рассуждения легли на благодатную почву. Я раздумывал о смысле понятия НИЧТО несколько лет назад, когда готовил к публикации написанного уже «Создателя звезд». Мой персонаж творил в материальной Вселенной, творил из материи, и мое воображение блуждало в поисках неожиданных, невиданных прежде решений в поисках идей, которые не противоречили бы научному знанию, но еще не были бы обнаружены в природе. Разумные планеты? Почему нет? Жизнь вездесуща, а разум — естественный результат эволюции. В голову приходили и такие идеи, воплощение которых я так и не решился приписать Создателю, хотя и очень хотелось, особенно сейчас, когда всё больший вес приобретает принципиально новая наука — квантовая механика, позволяющая увидеть мироздание таким, каким прежде его никто не описывал. Когда мы говорим о разуме и эволюции, то имеем в виду, конечно, теорию Дарвина, но представим возможную эволюцию в квантовой Вселенной — а она, судя по работам Гейзенберга, Бора, Шрёдингера и их уважаемых коллег, существует в реальности. Пять лет назад Эйнштейн с коллегами Подольским и Розеном описали мысленный эксперимент (в физике мысленные эксперименты порой приводят к выдающимся выво-

дам) с участием дальнего действия, о котором Эйнштейн сказал, что оно «ужасно». Но что, если описанное явление реально существует? Противоречит ли оно основам науки? Нет ответа, и только потому я не «угворил» Создателя звезд «проверить» на собственном опыте принципиально другой вариант эволюции — не биологической, а квантовой.

Если существует квантовое дальнее действие, то почему бы не существовать взаимодействию элементарных частиц, находящихся на огромных расстояниях друг от друга, но «чувствующих» друг друга и, соответственно, взаимно меняющихся. Изменения приводят к появлению форм, которые даже выдающийся разум может не принять за живые, но они живые, хотя части этих странных «существ» находятся в разных местах Галактики. Или даже в разных галактиках. Почему нет, если существует дальнее действие?

Создатель звезд, по моей мысли, вызывает к жизни такое существо. Мы говорим о бесконечности и о том, что в ней есть ВСЁ. Значит, есть, не может не быть (если верна квантовая механика) описанной выше эволюции квантовых объектов!

Не уверен, что создатели квантовой механики одобрили бы подобную гипотезу (точнее, уверен, что не одобрили бы), но идея меня увлекла. Она безумна, понимаю, но достаточно ли безумна, чтобы внимательный читатель с ней согласился?

Мне эта мысль, повторяю, пришла в голову, когда книга была уже подписана к печати, но оставалась возможность включить несколько новых абзацев. Я этого не сделал и сейчас сожалею. Может быть, в следующем издании — если таковое состоится — я все-таки «заставлю» Создателя запустить совершенно новый тип эволюции. А может, он уже существует, и в бесконечной Вселенной есть разум, проникающий всюду, как всюду проникают квантовые частицы?

P.S. На прошлой неделе у нас впервые ввели светомаскировку. В каждой комнате установили маскировочные шторы, и теперь по вечерам я тщательно проверяю, не проникает ли наружу хотя бы один лучик света. Нас пока не бомбят. Так далеко на север немецкие самолеты не залетают, но кто знает... И это «кто знает, что произойдет завтра» управляет жизнью. Каждый день в газетах вижу страшные фотографии, каждый день по радио сообщают о потерях...

Нет ничего хуже войны. И вовсе не утешает мысль, что война не может продолжаться вечно. Если только... и эта мысль пугает... если только война не превратит наш мир в НИЧТО. Вечное и бесконечное НИЧТО, заполняющее ВСЁ...

С почтением, Олаф

2 декабря 1940

Дорогой Олаф,

Мне трудно оценить, насколько «безумна» ваша идея. Однако я понимаю, что для вас она чрезвычайно важна. Обсуждать фантастические гипотезы с учеными бесполезно. Любая фантастическая идея, даже полностью основанная на современном научном знании, неизбежно, отталкиваясь от этого знания, противостоит ему по сути — иначе какая же это фантастика? Воображение не устанавливает пределы возможного, но расширяет их — ►

► в том числе до бесконечности, о которой мы рассуждали.

Не менее важна и другая сторона. Автор фантастического произведения, в отличие от ученого, не доказывает, а убеждает. Уверен, что, написав рассказ о «квантовой эволюции», вы сумеете меня как читателя убедить. Пока же я лишь перечитываю ваше письмо и пытаюсь найти краски, которыми можно было «раскрасить» рассказ.

Наша переписка представляется мне важной для творчества нас обоих. Я несколько раз перечитал те места в «Создателе», где вы пишете о различных измерениях времени. Я много размышлял о Вечности, но мысли мои постоянно возвращались к уже использованной идее цикличности — к рассказу, где последняя страница продолжает первую, что и позволяет ему продолжаться сколько угодно. Долгое время я потратил, чтобы отойти от этой мысли, и наконец пришел к идее рассказа, который сейчас пишу. Надеюсь, вы простите мне, что идея навеяна вашим «Создателем» и, по сути, повторяет его.

Как и ваш протагонист, мой герой верит в бесчисленность временных рядов, в головокружительную сеть расходящихся и сходящихся параллельных времен. Времена ветвятся, перекрещиваются и заключают в себе все мыслимые возможности. Вечно разветвляясь, время ведет к неисчислимым вариантам будущего. В большинстве времен мы с вами не существуем; в каких-то существуете вы, а я — нет; в других есть я, но нет вас; в иных существуем мы оба. В таких мирах мы и ведем переписку, получая взаимное удовольствие от умственных опытов.

В рассказе — война. К сожалению, сейчас за что бы я ни взялся, мысли и сюжеты вертятся вокруг военной темы. Я еще не полностью продумал финал, но идея бесконечно ветвящегося времени захватила меня.

Очень хотел бы видеть новое издание «Создателя звезд», где вы все-таки развиваете идею «квантовой эволюции», не опасаясь (не обращая внимания!) критики физиков. Не доказывайте свою правоту, но убеждайте читателя, что вы правы. Если читатель поверит (а ученые в этом случае тоже читатели), то пойдет за вами. У науки и фантастики свои пути, но, как и в идее бесконечно ветвящихся и пересекающихся времен, пути науки и фантастики расходятся, сходятся и пересекаются. Полагаю, на таких пересечениях и рождаются шедевры.

Пишу это письмо незадолго до Рождества и наступающего Нового года. Очень надеюсь, что 1941 год окажется последним в этой европейской войне. Не сомневаюсь, что британцы выстоят, и, надеюсь, краткое время войны сменится вечностью мира.

Ваш Хорхе

P.S. Кстати, пока писал письмо, пришло в голову название будущего рассказа: «Сад расходящихся тропок».

23 декабря 1940

Примечание. Цитаты из рассказа «Сад расходящихся тропок» приведены в переводе Б. Дубина. Цитата из «Эврики» Эдгара По — в переводе К. Бальмонта.

Окончание. Начало см. на стр. 22-25

Малые тела Солнечной системы

26 сентября 2022 года запущенная в ноябре американская автоматическая станция DART осуществила столкновение с астероидом Диморф, спутником Дидима. Непосредственные последствия столкновения наблюдались при помощи запущенного совместно с DART итальянского микроспутника LICIACube. Выяснилось, что столкновение привело к видимым изменениям орбитальных параметров двойной астероидной системы.

Кубсат NEA Scout, который предполагалась использовать для исследований малого околоземного астероида 2020 GE, был выведен как попутный груз в ходе старта миссии «Артемиды-1» 16 ноября 2022 года, но после отделения от ступени ракеты не вышел на связь.

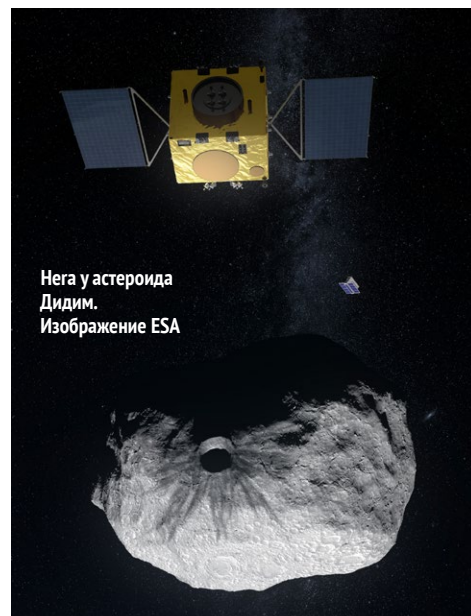
В предыдущем обзоре мы уже упоминали американскую станцию OSIRIS-Rex. В октябре 2020 года она отправилась от астероида Бенну с образцами его вещества, а 24 сентября 2023 года отделившись от основного блока посадочная капсула была доставлена на Землю. Основной блок AMC в рамках расширенной миссии проведет исследования астероида Апофис в 2029 году.

Продолжается полет запущенной в декабря 2014 года японской станции «Хаябуса-2». Ранее она при помощи спускаемого отсека доставила на Землю образцы вещества с астероида Рюгу. После утверждения расширенного продленного плана миссии планируется пролет астероида 2001 CC21 в июле 2026 года и исследование астероида 1998 KY26 с орбиты его спутника (с лета 2031 года).

Запущенная в октябре 2021 года американская станция Лусу продолжает свое движение к астероидам. 1 ноября 2023 года она пролетела мимо астероида Динкинеш. Примечательно, что этот астероид оказался не одиночным телом, а тройной системой небольших астероидов, в которой меньший компонент Селам представляет собой контактную двойную систему из двух малых тел. 20 апреля 2025 года уже в главном поясе астероидов станция должна с пролетной траектории исследовать астероид Дональд Джохансон. В 2027 году в планах прибытие в точку Лагранжа L_1 системы Солнце — Юпитер, где станция должна провести исследование с близкого расстояния астероидов «греков» Эврибат, Полимеда, Левк и Орус. После этого «Люси» вернется к Земле, чтобы провести гравитационный маневр, который доставит ее в другую точку Лагранжа L_5 системы Солнце — Юпитер, где она в марте 2033 года проведет исследование двойной системы астероидов «тройянец» Патрокла и Менетия.

В октябре 2023 года была запущена американская станция Psyche. В ее задачу входит исследование металлического астероида Психея с его орбиты. Она должна прибыть к астероиду в 2029 году.

Станция Нера («Гера») запущена 7 октября 2024 года. В декабре 2026 года она должна достигнуть двойной системы Дидим — Диморф и приступить к оценке столкновения с Диморфом зонда DART. Вместе с ней эту задачу будут выполнять доставляемые ею малые зонды-кубсаты — итальянский Milani и датский Juventus. После завершения программы исследований кубсаты Milani и Juventus должны сестер на астероид Диморф и провести измерения его гравитацион-



Нера у астероида Дидим. Изображение ESA

ного поля. Станция «Гера» в конце своего срока службы может быть посажена на астероид Дидим.

Китайская миссия «Тяньвэнь-2» должна стартовать в 2025 году. Сначала аппарат выйдет на орбиту вокруг астероида Камоалева и проведет его исследование, затем постарается забрать образцы вещества астероида массой до 1 кг. От основного аппарата отделятся малые орбитальный и спускаемый аппараты, которые проведут дистанционное исследование, а наличие или отсутствие подповерхностных льдов будет выявлено с помощью небольших взрывов. Затем «Тяньвэнь-2» вернется к Земле, при пролете которой от основного аппарата будет отделена спускаемая капсула с образцами астероидного вещества. Далее эта станция приблизится к загадочной комете 133P/Эльста — Писарро, находящейся в главном поясе астероидов, выйдет на орбиту и в течение по крайней мере одного года будет ее изучать.

Запущенный в марте 2028 года зонд ОАЭ MBR Explorer посетит семь астероидов Главного пояса, последним будет изучен астероид Юстиция, который планируется исследовать не только с орбиты, но и при помощи спускаемого аппарата.

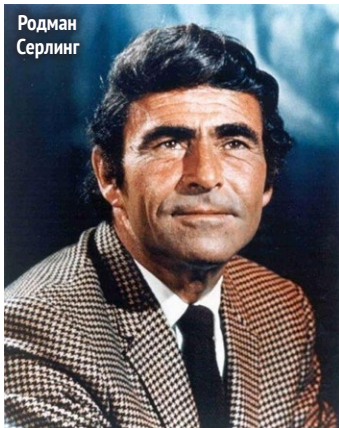
Полет по проекту ESA Ramses предусматривает старт в 2028 году и последующее изучение в 2029 году при сближении с Землей астероида Апофис с выходом на орбиту вокруг него.

Японская автоматическая станция DESTINY+ для изучения космической пыли будет запущена в 2028 году. В ее задачу входит отработка нового постоянно действующего двигателя малой тяги, благодаря которому аппарат непрерывно на протяжении более чем одного года будет набирать скорость у Земли, далее в программе полета предполагается исследование астероида Фаэтон.

Внешняя область Солнечной системы

Продолжается полет давно преодолевших рубежи орбит Нептуна и Плутона и набравших третью космическую скорость станций «Вояджер-1» и «Вояджер-2». Они продолжают передавать ценную информацию о межпланетной среде, магнитных полях, космическом излучении. Особую ценность при этом составляют данные, полученные «Вояджером-1», так как он находится дальше от Солнца. Руководители полета «Вояджеров» надеются получить от них информацию и в дальнейшем. ♦

Календарь фантастики



Родман Серлинг

25 декабря: Создатель Сумеречной зоны

100 лет назад родился **Родман «Род» Эдвард Серлинг** (Rodman «Rod» Edward Serling, 1924–1975), американский писатель и сценарист, продюсер и автор многих эпизодов сериалов «Сумеречная зона» и «Ночная галерея», автор сценариев кинофильмов «Семь дней в мае» и «Планета обезьян».

По мнению американских литературоведов Серлинг входит в первый десяток наиболее популярных писателей-фантастов США.

Не удивляйтесь, если это имя вам незнакомо. На русский язык переведено два десятка его рассказов, но прославился Серлинг не ими, а своей работой в кино, когда запустил один из самых успешных научно-фантастических телесериалов «Сумеречная зона». Всего он написал более 250 сценариев, при этом активно занимался политикой, часто спорил в руководителями телевидения и спонсорами по широкому кругу вопросов, включая цензуру, расизм и войну (а о войне он знал не понаслышке, во время Второй мировой войны служил во взводе подрывников, который из-за высокого уровня потерь назывался «Отрядом смерти»).

26 декабря: Отец магического реализма

120 лет назад родился **Алехо Карпентьер И Вальмонт** (Alejo Carpentier Y Valmont, 1904–1980), кубинский писатель, автор романов «Царство земное», «Век просвещения», «Арфа и тень», «Превратности метода».

Алехо Карпентьер практически первым обозначил в своих произведениях жанр магического реализма, описав в романе «Царство земное» революцию на Гаити и мифологическую стихию, присущую сознанию негров. Здесь Карпентьер открывает «чуждую реальность» Латинской Америки, подлинный мир народной жизни, где чудо порождается на каждом шагу мифологизированным сознанием народа. А еще Карпентьер был музыковедом и композитором, в своих произведениях использовал афро-кубинскую музыку. А также написал либретто к балету «Ребамбарамба и Чудо Анакилье» кубинского композитора А. Рольдана.



Алехо Карпентьер И Вальмонт

26 декабря: Актер и певец

75 лет назад родился **Михаил Сергеевич Боярский** (р. 1949), российский актер, исполнитель ролей в кинофильмах «Новогодние приключения Маши и Вити» (Дикий кот Матвей), «Как Иванушка-дурачок за чудом ходил» (Фёдор Иванович, конокрад), «Мама» (Волк), «Пеппи Длинныйчулок» (Капитан Эфрам Длинныйчулок, отец Пеппи), «Сезон чудес» (Камео), «Гум-гам» (Папа Максима), «Выше Радуги» (Отец Алика Радуги, композитор), «Чокнутые» (Император Николай I), телеспектаклях «Лиш-



Михаил Боярский в роли Люцифера («Захудалое королевство»)

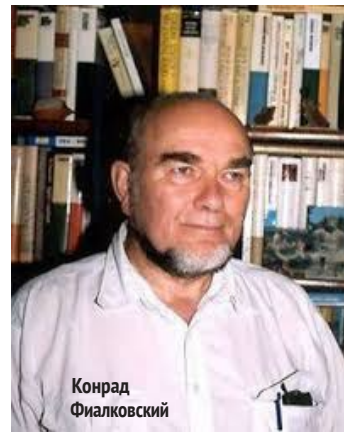
ний день в июне» (Сэм Пенти; по роману Дж.Б. Пристли «31 июня»), «Захудалое королевство» (Люцифер).

Кроме того, Михаил Боярский играл в спектаклях Театра имени Ленсовета «Дульсиния Тобосская» (Луис де Карраскиль), «Трубадур и его друзья» (Трубадур), «Снежная королева» (Советник), в новогодних телевизионных мюзиклах «Золотая рыбка» (Старик), «Золотой ключик» (Папа Карло), «Красная Шапочка» (Король), «Три богатыря» (Д'Артаньян), «Золушка» (Начальник стражи), озвучивал и дублировал мультфильмы, исполнял вокальные партии.

29 декабря: Один из самых известных фантастов Польши

85 лет назад родился **Конрад Фиалковский** (Konrad Fiałkowski, 1939–2020), польский ученый-информатик и писатель, автор сборников «Воробьи Галактики», «Через пятое измерение», «Волокно Клаперуиса», «Космодром», «Космодром 2», «Бессмертный с Веги», «Нулевое решение», романов «Homo divinus» и «Адам, один из нас».

Конрад Фиалковский занимался информационными технологиями и с 1981 года проживал в Вене, где проводил научные исследования, работая в ЮНЕСКО.



Конрад Фиалковский

Большинство его фантастических рассказов можно отнести к теме «чудесного изобретения», в которых создатель сталкивается с тем, что продукт его технической мысли ведет себя нестандартно, т. е. не так, как хотелось бы самому изобретателю. Герой романа «Homo divinus» — наш современник, перенесенный в будущее, который пытается понять законы, управляющие необычной реальностью.

2 января: Специалист по тиотимолину

105 лет назад родился **Айзек Азимов** (Др. А; Джордж Э. Дейл; Г. Б. Огден; Пол Френч) — Isaac Asimov (Dr. A; George E. Dale; H. B. Ogden; Paul French, 1920–1992), американский писатель и популяризатор науки, автор более 400 книг, трех законов роботехники, сериала об эволюции Галактической Федерации, о Счастливчике Старре, составитель многочисленных антологий, критик и редактор «Журнала научной фантастики Айзека Азимова».

Работая над докторской диссертацией, Азимов попутно написал пародийную статью, выдержанную в подлинном диссертационном стиле. Оформленная с таблицами, графиками и ссылками на несуществующие журналы, она была отправлена Джону Кэмпбеллу и опубликована в мартовском номере журнала *Astounding Science Fiction* 1948 года. Называлась эта статья «Эндохронические свойства редуцированного тиотимолена». Речь в ней шла о необычном веществе, которое растворяется в воде за 1,12 секунды ДО того, как эту воду добавляют.



Айзек Азимов

Азимов опасался, что эта несерьезная статья может помешать защите диссертации, и попросил Кэмпбелла напечатать ее под псевдонимом. А тот попросту забыл об этом (или сделал это сознательно, теперь уж и не определить), и статья вышла под настоящей фамилией автора. Статья пользовалась огромным успехом у читателей, прочли ее и многие химики. Азимов чувствовал себя несчастным и решил, что диссертацию ему не защитить.

Последний вопрос на защите звучал так:

— Что вы можете сказать нам, мистер Азимов, о термодинамических свойствах вещества, известного как тиотимолин?

Азимов вспоминал: «На мгновение меня словно ударило молнией, затем истерия, с которой я всё время боролся, победила, я счастливо заржал, и меня пришлось выводить из комнаты».

4 января: Главные немецкие сказочники

240 лет назад родился **Якоб Людвиг Карл Гримм** (Jacob Ludwig Karl Grimm, 1785–1863), немецкий исследователь сказок и мифологии, автор сборников «Детские и домашние сказки», «Немецкие предания», исследования «Германские героические сказания» (все — с младшим братом Вильгельмом Карлом).



Братья Гримм

В 1987 году в СССР вышел на экраны очередной выпуск детской телепередачи «Будильник», ведущая которой, журналистка по профессии, по сюжету этой серии получила от главного редактора задание взять интервью у братьев Гримм. Расстроенная такой абсурдной и невыполнимой задачей, она села в лифт, который оказался своеобразной «машиной времени», благодаря чему эта журналистка попала из 1987 года в XIX век, где и смогла встретиться вживую с легендарными сказочниками. Эта серия тележурнала «Будильник» так и называется «Интервью с братьями Гримм». Вильгельм Гримм — Александр Галибин, Якоб Гримм — Владимир Сальников.

5 января: Мистификатор

120 лет назад родился **Борис Викторович Липатов** (Рис Уильям Ли, 1905–1954), русский писатель, поэт, киносценарист, автор повести «Вулкан в кармане» (с Иосифом Келлером), романов «Бесцеремонный Роман» (с Вениамином Гиршгорном и Иосифом Келлером), «Блеф».

Игорь Халымбаджа писал об этом авторе: «Липатов создал еще один фантастический роман — „Блеф“ (1928). При этом он очень удачно вкупе с А.Н. Толстым разыграл читающую публику, выдав себя за иностранца — некоего Риса Уильяма Ли (псевдоним, впрочем, весьма прозрачный — **БОРИС Липатов**). Автор-мистификатор и героев подобрал себе под стать — они мистифицируют всю Америку, инсценировав „визит марсиан“. Разыскав непризнанного технического гения, они сооружают небывалый воздушный корабль, который приземляется в Америке. Сенсация обрастает деловыми людьми, акционерными обществами. Когда дурачить публику становится невозможно, герои книги отправляются в Европу и жертвуют добытые деньги французским рабочим... Любопытно, что книга Липатова стала первой и рядом сочинений об инсценировке космического вторжения».



5 января: Не вешать нос, гардемарины!

90 лет назад родился **Виктор Михайлович Лебедев** (1935–2021), русский композитор и музыкальный пе-

Виктор Лебедев

дагог, автор оперы «Волшебник Изумрудного города», балета «Походжения солдата Пешкина», музыки к кинофильмам «Орех Кракату», «Трудно быть богом».

Племянник Анны Ахматовой написал музыку к сотне кинофильмов. Старинный друг композитора Марк Розовский рассказывал, что Лебедев долго болел и испытывал муки, но продолжал работать, несмотря на это: «Замечательный композитор, весельчак, жизнелюб, изящный человек, питерский интеллигент высшего класса».

6 января: Корифей Золотого века фантастики

120 лет назад родился **Эрик Фрэнк Рассел** (Eric Frank Russell, 1905–1978), английский писатель, автор романов «Зловещий барьер», «Стражи из космоса», «Смертельное святилище», «Великий взрыв», «Оса», «Трое на завоевание», сборников «Люди, марсиане и машины», «Глубокий космос», «И слышался голос».

«Эрик Фрэнк Рассел первый в списке моих любимых писателей — его произведения самые смешные из всех, когда-либо мной прочитанных», — таково мнение культового писателя современной Америки Джорджа Р. Р. Мартина. В 1970 году Рассел получил 4689 фунтов за продажу прав на экранизацию сатирического романа «Оса» компании Apple Corps, основанной участниками группы «Битлз»; со стороны компании контракт подписал Ринго Старр. Съемки фильма так и не начались, но сама сделка оказалась наиболее прибыльной в биографии писателя.



Эрик Рассел

9 января: Пионер антифашистской фантастики

135 лет назад родился **Карел Чапек** (Karel Čapek, 1890–1938), чешский писатель и драматург, автор романов «Фабрика Абсолюта», «Кракатит», «Война с саламандрами», пьес «R.U.R. Россумские универсальные роботы», «Средство Макропулоса», «Белая болезнь», «Мать».



Карел Чапек

Первый роман Чапека, «Фабрика Абсолюта», одним из персонажей связан с последним романом «Война с саламандрами». Этот персонаж — пан Бонди, президент правления концерна заводов, крупный промышленник, который ради прибыли готов пойти на любую, самую сомнительную сделку. Так или иначе деятельность Бонди в обоих романах способствует началу мировой войны, хотя и по-разному. Впрочем, романы не объединяются в дилогию или цикл, каждый из них самостоятелен.



Вадим Шефнер

12 января: Скромный гений

110 лет назад родился **Вадим Сергеевич Шефнер** (1915–2002), русский поэт и писатель, автор повестей и романов «Скромный гений», «Дворец на троих», «Девушка у обрыва», «Счастливый неудачник», «Лачуга должника».

В 1978 году Лев Кузлин отметил: «Как никто другой в нашей поэзии (за исключением Леонида Мартынова, пожалуй), Шефнер часто оперирует категориями современной научно-технической мысли. Его поэзия легко включается в цепи электронных, генетических

и иных ассоциаций. Лирика от этого приема ничуть не страдает, наоборот — заметно расширяет свои возможности». И герои фанта-

стических произведений Шефнера иногда сочиняют стихи, например, Павел Белобрысов из «Лачуги должника»:

*Жизнь состоит из деяний и пауз,
Смена событий порой незаметна, —
Но тосковавший в безветрии парус
Всё же дожждется счастливого ветра!*

14 января: Автор сказок об Изумрудном городе

75 лет назад родился **Сергей Стефанович Сухинов** (1950–2024), русский писатель, автор сериалов «Война сказок», «Волшебная страна», переводчик произведений Пола Андерсона, Эдмонда Гамильтона, Роджера Желязны.

Ушедший год назад писатель называл себя учеником Корнея Чуковского и Аркадия Стругацкого, продолжателем литературных традиций Льюиса Кэрролла и Дж. Р. Р. Толкиена. Свою первую фантастическую повесть он написал в возрасте восьми лет. Романы и повести Сухинова составляют два основных цикла — истории о стране Оз и Изумрудном городе (как продолжения книг Баума и Волкова) и о Звездном Волке (как продолжения книг Гамильтона).



Сергей Сухинов

Владимир Борисов

ИНФОРМАЦИЯ

Вниманию читателей

С нового года мы переводим верстку газеты с формата А3 на А4. Таким образом, число страниц удваивается, а каждая страница становится компактней. Это делается по нескольким причинам. Во-первых, со временем «Троицкий вариант» по своему характеру стал скорее журналом, чем газетой. Соответственно, А4 — формат более подходящий для журнала. Во-вторых, формат А4 удобней распечатывать на принтере, что важно, пока мы делаем регулярные выпуски только в электронном виде. В-третьих, сами читатели неоднократно просили выпускать в формате А4, и этот вариант победил в опросе, который мы проводили в соцсетях. Пока мы сохраняем старый объем, что соответствует 32 полосам А4, но впоследствии планируем увеличить объем.

Редакция

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Научно-фантастические книги Бориса Штерна, изданные «Троицким вариантом», на маркетплейсах и в нашем магазине



«Ковчег 47 Либра»

Довольно известная книга о колонизации экзопланеты в реалистичном и драматически-оптимистичном сценарии. Переиздание книги уже поступило в продажу:
ozon.ru/product/1733434732
market.yandex.ru/pr/5856505139



«Феникс сапиенс»

Оптимистический постапокалипсис. Цивилизация гибнет от сущей ерунды, которую двести лет назад едва ли бы заметили, и возрождается через тысячи лет. Далекие потомки расследуют причины гибели цивилизации. Приключения и путешествия трех групп похожих друг на друга героев, разделенных во времени тысячами лет.
ozon.ru/product/1724345590
market.yandex.ru/pr/5856505140

«Ледяная скорлупа»

История цивилизации жителей подледного океана Европы — спутника Юпитера. Физически эти существа смахивают на головоногих моллюсков, но по духу антропоморфны. В книге излагается история постижения европейцами окружающего мира, что хорошо воспринимается школьниками, но есть и моменты, полезные для научных работников среднего возраста. Само собой — социальная сатира с намеком на обитателей другой планеты. Книга переиздана в твердом переплете.



ozon.ru/product/1724345603
market.yandex.ru/pr/5856505150

Также книги можно приобрести с автографами автора в магазине ТрВ-Наука:
trv-science.ru/product-category/books



«Троицкий вариант»

Учредитель — ООО «Тривант»
Главный редактор — Б. Е. Штерн
Зам. главного редактора — Илья Мирмов, Михаил Гельфанд
Выпускающие редакторы — Алексей Огнёв, Максим Борисов
Редаксовет: Юрий Баевский, Максим Борисов, Алексей Иванов, Андрей Калинин, Алексей Огнёв, Андрей Цатурян
Верстка — Олег Кузнецов. Корректура — Максим Борисов

Адрес редакции 121170, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Дорогомилово,
и издательства: пр-кт Кулузовский, д.36 стр. 41, помещ. 1П;
e-mail: info@trv-science.ru, интернет-сайт: www.trv-science.ru

Использование материалов газеты «Троицкий вариант» возможно только при указании ссылки на источник публикации.
© «Троицкий вариант»