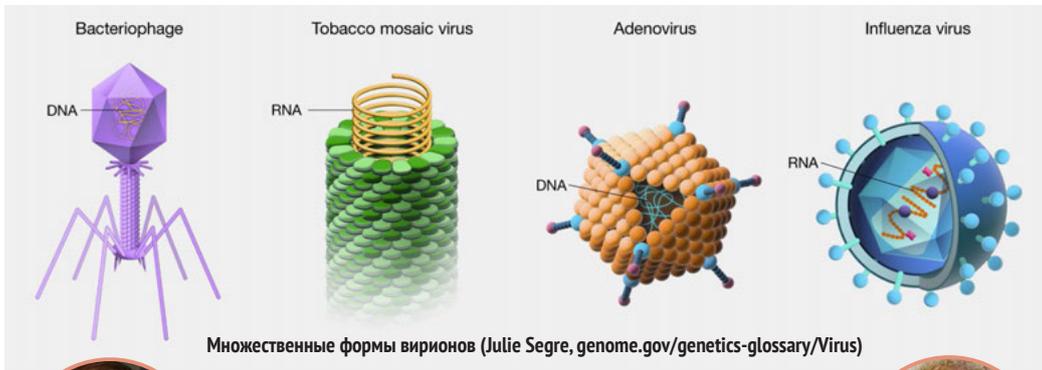


газета, выпускаемая учеными и научными журналистами



Борис Шерна

ВИРУСЫ И ЭВОЛЮЦИЯ

Беседа главного редактора ТрВ-Наука **Бориса Шерна** с биологом **Евгением Куниным**, сотрудником Национального центра биотехнологической информации Национальных



Евгений Кунин

институтов здравоохранения США. Речь идет о вирусах и их роли в эволюции. Видеоверсия: youtu.be/d5CPSoJN344 (Rutube: rutube.ru/channel/36379070/; VK Video: vk.com/video/@trvscience).

— Здравствуйте! Сегодня у нас в гостях снова Евгений Кунин с интервью на тему «Место жизни во Вселенной»¹. Это некий цикл, который мы воспроизводим в газете, выкладываем на канале «Троицкого варианта», и из этого цикла в последствии сложится книга. Она на самом деле готова уже процентов на 80, и я думаю, что где-то к лету мы ее уже выпустим.

До сих пор мы говорили о происхождении репликатора — о самом-самом истоке жизни, — об его эволюции, появлении клетки, эукариот², животных... Но мы не успели затронуть иную сторону жизни и биологии: есть ведь еще и вирусы. Я думаю, что практически каждый ощутил на себе их существование. Вот вопрос для начала: собственно, что такое вирус? Давайте я попробую дать свое дилетантское определение, а Евгений потом меня поправит — я думаю, что с таким заходом это поймет больше народу. Мое определение: вирус — это некий контейнер, в котором содержатся генетические материалы в виде РНК или ДНК. Когда этот контейнер попадает в клетку с генетическим материалом, он его высвобождает, и эта РНК или ДНК попадает в клеточную генетическую машинерию производства белков и всего остального. Но вместо того, чтобы заниматься полезной для клетки работой, эта машинерия делает новый вирус. Таким образом они размножаются. Вот так это выглядит с точки зрения дилетанта, и так я себе это представляю. Евгений, где я не прав? И что бы надо здесь уточнить?

— Ну, прежде всего, Борис, большое вам спасибо за приглашение! Я очень рад поговорить о вирусах, поскольку это в некотором смысле моя первая любовь, которая цветет по сей день: исследования в этой области активно продолжаются. Ваше описание, в общем-то, было вполне корректным — ничего неправильного вы вообще не сказали. Хотя есть нюанс терминологиче-

ский... Что, собственно, такое вирус? Вирус — это, так сказать, вся эта реплицирующаяся система. Пакет, состоящий из белков и часто еще и липидов, с ДНК или РНК внутри более корректно называть вирионом, или вирусной частицей. А вирус — это вся эта вот реплицирующаяся система вместе. Вирионы сами по себе инертные, они ничего делать не могут, зато могут долго храниться и распространяться. Когда они проникают в клетку, то раздеваются, и начинается репликация. Описание, которое вы давали, конечно, вполне корректное, но, наверное, как определение не годится: оно длинное и немножко сбивчивое. Определение более твердое можно сформулировать примерно так: вирусы — это облигатные внутриклеточные паразиты, обладающие геномами, которые кодируют как минимум структурный белок вирусных частиц.

Далее нужно понимать два момента. В первую очередь следует обратить внимание на то, что вирусы абсолютно повсюду. Я бы сказал, что они повсюду не только, так сказать, эмпирически, по факту, но и теоретически, поскольку паразиты непременно возникают в каждой реплицирующейся системе. Это абсолютно неизбежно. И вообще, я бы сказал, что это — исключительный общий закон, который не ограничен биологией и обосновывается в теории игр. То есть те акторы, которые называются *cheaters* — обманщики, жулики, шулеры, — возникают совершенно детерминистским образом в любой системе, где есть какой-то ресурс, который можно украсть. В случае репликаторов это система репликации, система синтеза нуклеиновой кислоты и белка. Поскольку всё это можно украсть, то обязательно возникают паразиты, которые это дело и воруют, а не производят.

— Теперь вопрос: откуда они взялись? Это какой-то неожиданный продукт, который произвели клетки себе на беду, или всё это возникло раньше клеток, независимо от этих паразитов?

— Из сказанного выше следует совершенно непреложный вывод, который состоит ▶

В номере

Триллионы комет, окончание миссии Gaia...

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



Семь лет колонии за научный прорыв?

Дело Олега Кабова: реплика адвоката и заключения экспертов — стр. 8–9

Как нам обустроить диссертации?

Андроник Арутюнов критикует ГОСТ и вносит свои предложения — стр. 12–13

Выход астрономии за пределы Млечного Пути

Алексей Левин об эпохальной открытии Эдвина Хаббла — стр. 14–17

«Горение графита», «китайский синдром», «чернобылит»...

...и другие мифы, связанные с Чернобыльской аварией. Обзор **Бориса Буракова** — стр. 18–24

«Русские и эфиопы очень похожи друг на друга»

Трагикомические миниатюры япониста **Александра Мещерякова** — стр. 25

Роковая власть комнатных цветов

Александр Марков и **Оксана Штайн** рассматривают историю **Черубины де Габриак** и профессора **Плейшнера** с точки зрения флористики — стр. 26–27

Сны и только сны

Неизвестные страницы жизни **Эдгара Аллана По** в рассказе **Павла Амнуэля** — стр. 28–31



Подписывайтесь на наши аккаунты:

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

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

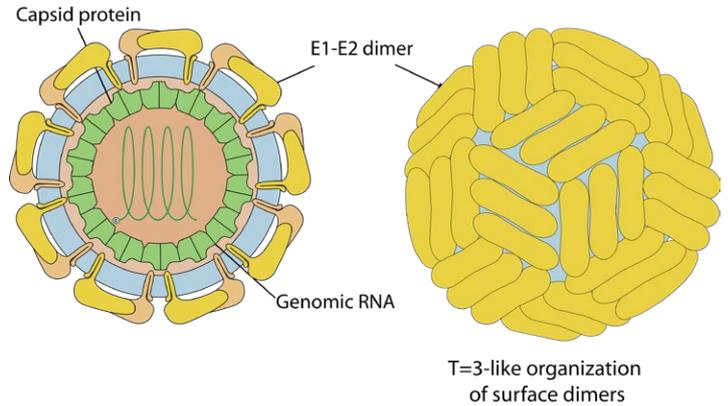
² trv-science.ru/2024/03/koonin-o-proisxozhdenii-eukariot/

► в том, что генетические паразиты (заметьте, я сейчас не говорю о вирусах, я уточню это) — т. е. нуклеиновые кислоты, которые представляют собой геномы, но кодируют не всё, что нужно для их репликации, воруя часть из этого, возникли вместе с первыми репликаторами. А это, как говорится, лишь один, простой вопрос. Второй, уже трудный: где и как возникли первые репликаторы? Разумеется, это произошло до клеток в полном современном понимании. Вот это всё, что есть в современных клетках, — большие геномы, состоящие из двухцепочечной ДНК, тысячи белков, многочисленные рибосомы, всё такое — не могло возникнуть, так сказать, одним скачком и сначала было что-то существенно более простое. И, в общем, для нашей темы сейчас не принципиально, как это что-то существенно более простое было устроено. Я сильно подозреваю, что липидные пузырьки с самого начала имели большое значение. Это были как бы протоклетки. В начале жизни совершенно необходима была компарментализация, как говорится, — пространственное ограничение. Как это происходило в точности, наверное, для нашей темы сейчас даже и не важно. Было, несомненно, что-то, что можно назвать в широком смысле протоклетками, и внутри них возникли первые репликаторы. Как только возникли первые репликаторы, они разделились на два класса: автономные репликаторы, которые заботятся о своей репликации сами, и паразиты, которые о ней не заботятся, а воруят. Как говорится, опять-таки, в теории игр — *cooperators and defectors*, кто-то сотрудничает, а кто-то предаёт. Так что, несомненно, генетические паразиты возникли до современных клеток.

Вирус — это немножко сложнее. Как мы уже с самого начала сказали, определение вируса включает существование частиц. Тут есть свои нюансы, которых мы, может быть, коснемся, но тем не менее в определение входит существование вирионов, вирусных частиц. И вот это дело, видимо, — несколько более поздняя инновация, постольку для того, чтобы проникать в эти клетки и распространяться между ними, нужны определенные механизмы, так что это происходило уже на более поздней стадии. И тому есть совершенно конкретные подтверждения, которые заключаются в том, что если это исследовать внимательно — а это делалось в значительной степени именно моей группой, — то обнаружится, что для основных структурных белков вирионов и, как говорят, белков капсида (т. е. центральной белковой структуры в вирионе) можно проследить происхождение от клеточных белков, которые уже достаточно дифференцированы и которые не могли существовать на самой ранней стадии эволюции. Хотя, конечно, мы не можем полностью исключить ситуации, когда какие-то формы переноса этих паразитических репликаторов между клетками возникли очень рано, а потом их заместили уже более продвинутые белки. Такое, конечно, тоже возможно представить себе, но вот получить конкретные свидетельства очень трудно.

— **Понятно. Смотрите: наверное, любой паразит как-то влияет на эволюцию хозяина — может быть, ускоряет ее, а может, замедливает. Вирус тоже паразит, и он тоже как-то должен был влиять на эволюцию хозяев. Вот вопрос: какая это роль? Деструктивная ли, или же, наоборот, подстегивающая эволюцию? Каковы механизмы влияния?**

— Это весьма интересно и не так уж просто. Прежде всего надо сказать, что я, когда отвечал на ваш предыдущий вопрос, немножко увлекся этими общими проблемами и не упомянул про вторую принципиальную вещь, которую тоже нужно озвучить, если мы обсуждаем вирусы. Она заключается в существовании исключительного, просто фантастического разнообразия вирусов. Начнем с того, что размеры вирусных геномов варьируют в пределах почти четырех порядков. От нескольких сотен нуклеотидов до более двух миллионов — вероятно, есть и больше. И соответствующим образом разнятся и размеры вирусных частиц. Самые маленькие из них — совершенно, так сказать, наноскопические — имеют примерно такой размер, как внутриклеточные органеллы, как, скажем, рибосомы или даже меньше. В то время как самые большие вирусные частицы больше многих клеток, и их генетическое разнообразие просто фантастическое. Мы говорим, что вирусы — это, так сказать, *cheaters*, паразиты, которые отбрасывают ненужное и многое берут у клетки. Но это, в свою очередь, большое упрощение, потому что, действительно, все из них берут от клетки что-то важное. В частности, никто из них не носит с собой всю систему трансляции. Уровень их автономии совершенно различный. Количество вирусных белков, которые они используют для собственной репликации, для



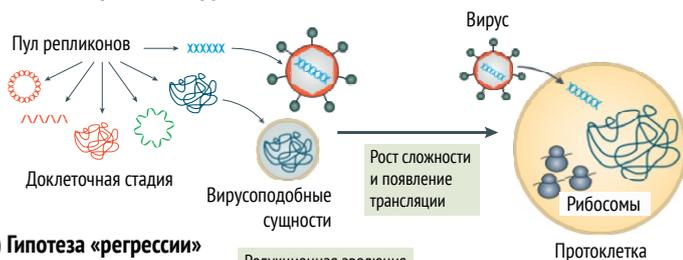
Вирион гепацивируса. Внешняя оболочка (капсид) этого вириона состоит из повторяющихся простых граней, каждая из которых построена из трех белковых димеров (SIB, Швейцарский институт биоинформатики, viralzone.expasy.org)

транскрипции, экспрессии своих генов, а также для взаимодействия с хозяином, варьирует от нуля до нескольких тысяч. Таким образом, разнообразие стратегий (если можно так несколько антропоморфно выразиться), которые паразиты используют в своих взаимоотношениях с хозяевами, оно, безусловно, не бесконечное, но совершенно огромное. И, в общем, вирусы делают всё, что может быть сделано, в частности, в отличие от клеток, используют любые возможные формы нуклеиновых кислот: одно- и двухцепочечные РНК и ДНК, кольцевые молекулы того и другого, линейные молекулы... Короче говоря, просто всё, что можно сделать из нуклеиновых кислот, используют в качестве своих геномов.

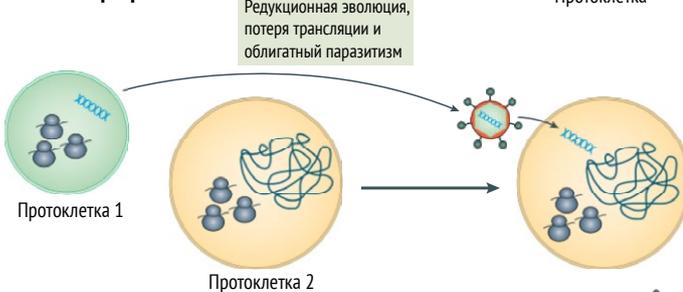
Здесь мы уже можем сразу перейти к ответу на ваш вопрос, как вирусы взаимодействуют с хозяевами и влияют на общий ход эволюции. Может быть, лучше описывать это именно так, чем говорить, что вирусы влияют на эволюцию хозяев (хотя они, конечно, влияют). Потому что на самом деле вообще вся жизнь на этой планете — а если она существует где-либо еще, то и там, — с самого начала и до конца представляет собой процесс коэволюции генетических паразитов и хозяев. Как влияют на это вирусы? Их влияние совершенно огромное и исключительное, проявляющееся в разных формах. Прежде всего хозяева защищаются. Процесс коэволюции вируса и хозяина не без оснований достаточно стандартно описывается как гонка вооружений — *Arms Race*, — в которой вирусы постоянно вырабатывают за счет селекции и, разумеется, за счет отбора средства для эксплуатации хозяина. Нет, они не разрабатывают средства, чтобы убивать хозяина, этого им совсем не надо. Они эволюционируют разнообразные средства для того, чтобы успешно эксплуатировать функциональные системы хозяйской клетки. А хозяева, конечно же, не стоят на месте. Они эволюционируют исключительно разнообразные иммунные системы. Надо сказать, что в этой области исследований в последние несколько лет происходит просто самый настоящий бум в изучении защитных систем прокариотических клеток — бактерий и архей. Ну, казалось бы, эти клетки относительно простые, у них там всего несколько тысяч генов, и в течение довольно долгого времени считалось, что их системы защиты от вирусов относительно просты и однообразны. Уже много десятилетий были известны системы рестрикции и модификации: это, так сказать, *innate immunity* (врожденный иммунитет), и позднее, но тоже уже довольно давно, были открыты CRISPR-системы. Это то, что называется *adaptive immunity* — иммунитетом приобретенным. Открытие *adaptive immunity* у прокариот было большим сюрпризом, но я бы сказал, что не меньшим сюрпризом является то, что происходит за последние несколько лет, когда были открыты и продолжают открываться буквально сотни разнообразных систем иммунитета бактерий и архей против вируса, которые действуют по совершенно разным биохимическим принципам. Одни из них разрушают геном вируса, другие блокируют его репликацию. Есть еще третьи, которых оказалось очень много, и это общебиологически важная вещь — они не делают ничего плохого вирусу, но совершают, так сказать, альтруистическое самоубийство, убивая внутри пораженную клетку, тем самым позволяя остальной популяции клеток избежать заражения по крайней мере от этой клетки. Таким образом, огромная часть того, что происходит в эволюции, связана именно с защитой от вируса. ►

► Тут, пожалуй, нужно привести некоторые сведения и числа, которые следовало упомянуть раньше. Защита от вирусов — это огромная часть жизни. Вирусы, вообще говоря, — наиболее распространенный на Земле класс биологических объектов. Вирусных частиц, вирионов, про которые мы уже говорили, на Земле в каждый момент времени (вот сейчас, когда мы разговариваем) имеется приблизительно 10^{30} – 10^{31} . (Если я правильно помню, в видимой части Вселенной где-то 10^{27} звезд, так что вирионов на четыре порядка больше.) На эту тему ведутся некоторые дискуссии, но в любом случае это в несколько раз больше, чем число клеток. Таким образом, клетки просто, так сказать, живут в среде, состоящей из вирусов. И поэтому эволюция иммунных систем — это абсолютно неотъемлемый, принципиально важный компонент эволюции. Поскольку это гонка вооружений, и каждый всё время выдумывает новое, то разнообразие возникает абсолютно фантастическое. Но тут еще дальше нужно заметить, что так же, как и в человеческой гонке вооружений, существует такое понятие, как конверсия, когда военное производство переводят на мирные рельсы, а потом говорят, что обычно всё равно получается автомат Калашникова, но все-таки не всегда. И в биологической эволюции систематически происходит то же самое, когда организмы переориентируют защитные системы на какие-то другие функции. Ну, например, в нашем развитии играют большую роль, скажем, системы программированной клеточной смерти, которые исходно явно эволюционировали как защитные. И таких примеров достаточно много. Это некоторые из важных аспектов, в которых вирусы влияют на эволюцию. Есть еще другое: хозяева очень часто, систематически берут гены у вирусов и используют их для своих функций. Очень часто они как раз и представляют собой новые пути защиты от вирусов. Одни и те же белки, скажем, одни и те же ферменты (опять-таки, по аналогии с оружием в военном конфликте) используются как для на-

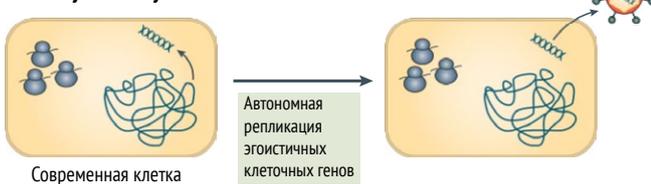
а) Гипотеза «раннего вируса»



б) Гипотеза «регрессии»



с) Гипотеза «ускользнувших генов»



Три основных сценария происхождения вирусов. а) Гипотеза «раннего вируса» предполагает, что вирусы произошли от ранних репликативных элементов, которые предшествовали первым клеточным формам жизни. б) Гипотеза «регрессии» предполагает, что вирусы возникли в результате дегенерации клеток, которые затем приняли паразитический образ жизни. с) Наконец, гипотеза «ускользнувших генов» предполагает, что клеточные гены приобрели способность к «эгоистичной» репликации и распространению.

Иллюстрация из статьи:

Mart Krupovic, Valerian V. Dolja & Eugene V. Koonin. Origin of viruses: primordial replicators recruiting capsids from hosts // Nature Reviews Microbiology, 29 May 2019, vol. 17, pp. 449–458

падения, так и для защиты (или же они могут быть немного модифицированными). Но далеко не только: вирусные белки и целые функциональные системы работают вместе и для вполне мирных, нормальных, клеточных целей. Я могу привести знаменитый пример, что рецепторы, которые удерживают эмбрион в плаценте млекопитающих, исходно являются генами оболочки ретровирусов. Тем образом, в определенном смысле мы совершенно конкретно своим существованием просто обязаны вирусам. И примеров таких много. Так что вообще всю эволюцию жизни единственно правильно представлять себе как коэволюцию клеточных форм жизни — ну, собственно, вообще организма — с генетическими паразитами: вирусами и другими генетическими паразитами, такими, как транспозоны — что называется, прыгающие гены.

— **Коэволюция хозяина и паразита — это, в общем, достаточно широкая вещь. Она относится не только к вирусам, но и клеточным, животным паразитам и т. д. А чем радикально отличается коэволюция вируса с хозяином от остальных паразитов? Есть ли там какое-нибудь радикальное отличие?**

— Я думаю, что есть. Но начнем с того, что вы совершенно верно заметили: в ряде случаев даже по отношению к вирусам правильнее говорить о симбиозе, а не паразитизме, потому что есть много вирусов, которые ощутимого вреда хозяевам не наносят и даже приносят некоторую пользу, например, защищая их от других агрессивных вирусов. Но в целом паразитизм — это действительно очень общее явление, и никакие другие типы паразитов не являются столь вездесущими, как вирусы. Они есть у всех существующих организмов, у других паразитов — клеточных; у клеток, паразитирующих на клетках; даже у многоклеточных организмов, паразитирующих на других многоклеточных, их тоже очень много, хотя полностью вездесущими их всё же не назовешь. Это одно.

Второе и фундаментальное свойство вирусов заключается в том, что они размножаются внутри клеток и, так сказать, образуют с ними единую функциональную систему. Зараженная клетка, вирус-клетка — это как бы отдельная сущность. Есть, конечно, внутриклеточные паразиты и клеточные, когда, скажем, бактерии проникают в эукариотические клетки, там живут и размножаются, но их уровень автономии от хозяина всё равно гораздо выше, чем у вируса. Они сохраняют свою мембрану, которая их, так сказать, жестко отграничивает от собственно хозяйской клетки. И, соответственно, от этого есть и преимущества, и трудности. Нужны транспортные механизмы, чтобы туда что-то вносить. В общем, их уровень автономии гораздо выше, чем у вирусов. Можно сказать, что вирусы гораздо более интегрированы в функциональные системы хозяина — в трансляцию, транскрипцию.

И, заметим, вирусы полностью зависимы от хозяина в смысле производства энергии. Они никогда не делают свою аденозинтрифосфорную кислоту (АТФ). Ну, с внутриклеточными паразитами есть тонкости. Некоторые из них тоже научились воровать хозяйскую АТФ, но большинство из них все-таки ее делают.

— **Не происходит ли изменение генома под прямым действием вируса? Скажем, клеточный паразит влияет на клетку, заставляя ее вести гонку вооружений. Не оказывают ли вирусы прямого влияния, скажем, на геном? Они же приносят туда какой-то генетический материал. Он как-нибудь вообще влияет прямым образом на хозяина?**

— Конечно, влияет. Мы уже обсуждали это в несколько более общей форме. Вирусы используют самые разнообразные стратегии взаимодействия с хозяином. Одной из распространенных таких стратегий является встраивание вирусного генома в геном хозяина. Это делают далеко не все вирусы — трудно сказать, большинство или не большинство, — но очень многие. Классические примеры — это, с одной стороны, бактериофаги, которые образуют очень часто так называемые профаги, т. е. есть встраивают прямо полный свой геном в геном хозяина, для этого есть определенные системы интеграции. И, с другой стороны, в нашей собственной жизни это ретровирусы, которые имеют РНК-геном, но имеют также и фермент — обратную транскриптазу, которая делает ДНК-копии, что встраиваются в хозяйский геном. Это является обязательной стадией их репродукции, иначе они размножаться не могут. Встраиваясь в хозяйский геном, они, конечно, оказывают на него влияние. Оно может быть разным — как немедленным, так и задержанным во времени, но всё равно важным. Прежде всего скажем, что это влияние на экспрессию соседних генов, которое в некоторых случаях может приводить к таким вещам, как рак, если это, так ►

► сказать, соответствующие гены. Но тут еще есть другая динамика, которая состоит в том, что эти вирусные геномы, которые встраиваются в геном хозяина, рискуют своим будущим. В принципе, они имеют механизмы, чтобы проснуться и размножиться снова, но за счет мутаций разного рода эта способность может быть утрачена, что происходит систематически в ходе эволюции. Ну, например, чтобы быть конкретным: наш с вами геном больше, чем на 50%, состоит из остатков геномов вирусов и вирусоподобных мобильных элементов. И используются они, разумеется, для всяких разных целей, очень широко — для целей регуляции: из них возникают промоторы, энхансеры. Так что, да, многие вирусы очень даже непосредственно влияют на хозяйский геном.

— **Приводит ли это к росту разнообразия хозяев?**

— Безусловно. В частности, вся эволюция многоклеточных эукариот, растений и животных теснейшим образом связана с волнами встраивания таких элементов в геномы. Во всяком случае популярна идея о том, что вот такой взрыв вообще привел, например, к радиации разных отрядов млекопитающих или разных классов позвоночных животных. В общем, это очень важно...

— **То есть вирусы ускоряют эволюцию, так получается? Или как это еще можно назвать? Даже, может быть, не ускоряют, а делают ее более гибкой...**

— Да, конечно, они повышают, стимулируют возникновение разнообразия и, значит, ускоряют эволюцию. Я даже не очень рад пользоваться такой терминологией: ускоряют в сравнении с чем? по сравнению с эволюцией в отсутствие вирусов? Такой эволюции нет.

— **Сейчас уточню вопрос. В сравнении с чем? Есть мутации — просто случайные, под действием радиации и т. д. — чего угодно. Просто ошибки репликации. Это тоже, казалось бы, некий двигатель эволюции. Есть еще один, значит, мотор эволюции, о чем вы только что сказали, — вирусы. Можно ли эти два мотора эволюции как-нибудь сравнить, количественно или качественно?**

— Конечно, можно. И, в общем, действительно, если речь идет о встраивании вирусных геномов или даже отдельных вирусных генов в геном хозяина, то это представляет собой более радикальный путь эволюции, чем точечные мутации. Но надо сказать, что есть и другие более радикальные пути эволюции, например дупликация генов, геномные перестройки. В этом смысле эволюция ни в коей мере не сводится к замене отдельных нуклеотидов, и вклад в это вносят далеко не только вирусы.

— **Давайте поставим такой мысленный эксперимент: по какой-то причине вирусов не стало — скажем, от них клетки нашли какую-то очень радикальную защиту. Как бы это повлияло на эволюцию? То есть, как я понимаю, в результате произошло бы некое замедление.**

— Да, произошло бы существенное замедление и стагнация. Но вы знаете, мне не очень нравится эта постановка вопроса. Если мы несколько перейдем в вашу область, то давайте скажем, как бы изменилась Вселенная, если бы не было электромагнитных взаимодействий?

— **Было бы совершенно что-то невообразимое, просто ужас! Представить себе это было бы невозможно.**

— Так вот, эволюцию без вирусов себе представить невозможно точно в такой же степени.

— **Понятно. Ответ принят. А насколько хорошо вообще исследованы все эти ранние моменты происхождения вирусов? Скажем, вирусы возникли от одного корня, и потом вот произошла некая радиация. Возникали несколько раз...**

— Хотя исследование глубоких корней эволюции всегда представляет трудности, тем не менее этот вопрос конкретно осмысленный, и мы можем на него дать конкретный ответ. Вирусы возникли довольно много раз. Не сотни раз, но где-то порядка десяти. И разные группы вирусов — например, чтобы не быть совсем голословным, маленькие вирусы с РНК-геномами и большие вирусы с двухцепочечными ДНК-геномами, — эволюционно не связаны. Они имеют совершенно разное происхождение и в этом смысле радикально отличаются от клеточных организмов, для которых можно построить совершенно законное единое древо жизни, и это делается различными способами. Для вирусов этого сделать нельзя в принципе, и не потому, что мы чего-то не умеем, а скорее наоборот: мы умеем достаточно, чтобы понять, что такого сделать совершенно нельзя. Другое дело, что, к счастью исследователей, для значительных частей виросферы это сделать можно. Например, опять же, чтобы не

быть голословным: для всех или почти всех вирусов с РНК-геномами. У них есть единый консервативный элемент, а именно полимераза, занимающаяся репликацией генома и обратной транскрипцией, которая тоже ей родственна. И вот тут можно строить филогенетические деревья и, в общем, оперировать примерно на той же базе, на которой мы оперируем, изучая эволюцию клеточных организмов. И другие части вирусного мира это делать позволяют, но таких частей все-таки, как я сказал, по-видимому, порядка десяти. Может быть, даже несколько больше. И возникали они совершенно независимо. Вирусы существовали по крайней мере с того времени, когда появились клетки современного типа, — точно тогда же возникли и современные типы вирусов, но вовсе не обязательно всё то разнообразие, которое мы наблюдаем теперь. Разнообразие очень быстро стало довольно большим, но тем не менее новые группы вирусов могли возникать и позднее.

— **Вирусы — это очень важный элемент нашей жизни. Используются ли эти вирусы, грубо говоря, в народном хозяйстве — в той же селекции, генетической инженерии и т. д.?**

— Ну конечно! Прежде всего приходит в голову использование вирусов в биотехнологии и молекулярной медицине. Например, так называемые лентивирусы — определенный тип ретровирусов. Это основное средство доставки генов внутрь животных клеток. Такие вирусы будут полезны, если вам нужно что-то экспрессировать в животной, в том числе, естественно, и в человеческой клетке, для исследования или даже для наработки какого-то протеина; или даже для целей молекулярной медицины, которая, конечно, еще не достигла своего полного развития, но работ ведется огромное количество — всё это делается при помощи лентивируса. И я уж не говорю об использовании вируса в качестве вакцины — это вещь естественная. Например, когда Луи Пастер использовал ослабленный вирус бешенства, это уж совсем понятно. А вот если вспомните недавнюю пандемию, то одна из стратегий производства вакцины — может быть, не лучшая, но тем не менее распространенная — заключалась в том, чтобы гены опасного вируса встраивать в геном безопасного вируса, такого как аденовирус. Так что, конечно, вирусы широко используются. Ну и нужно еще тут сказать, что вирусы имеют огромное экологическое, а бы даже сказал, биогеохимическое значение. Потому что, скажем, в океане, да и в почве, вирусы являются основной причиной массивной гибели бактерий, водорослей и других организмов. И этот процесс приводит к отложению органических веществ на дне океана, в почве — где угодно. И это очень существенный, фундаментальный вклад во все био- и геохимические циклы азота, углерода — чего угодно...

— **В принципе, у меня вопросы кончились. Давайте дадим вам заключительное, обобщающее слово о роли вирусов в эволюции.**

— Давайте, конечно. И тут еще будет маленькое добавление, которого мы не коснулись в силу ограниченности времени. Прежде всего нужно понимать, что вирусы — это неотъемлемая часть эволюции любой формы жизни. Если когда-либо где-либо во Вселенной будет обнаружена новая форма жизни, то, без всякого сомнения, будет обнаружен также и новый мир вирусов. Вся эволюция жизни — это коэволюция хозяев клеток и вирусов, которые оказывают огромное взаимное влияние, приводя к возникновению исключительного разнообразия с обеих сторон. Это вот такое заключительное слово об эволюции: роль вирусов в эволюции не просто большая, это принципиальный, неотъемлемый компонент эволюционирующей жизни. И вот что я еще хотел добавить: разнообразие вирусов, как я сказал, гигантское, и в этой области в последние годы происходит фантастический прогресс. Мы ударными темпами увеличиваем наше знание этого разнообразия за счет конкретных методологий, за счет того, что называется метагеномикой и метатранскриптомикой, когда вирусные геномы можно секвенировать в ДНК или РНК непосредственно из среды, не культивируя их в лаборатории. Это несколько недооцененный, но на самом деле совершенно революционный шаг вперед в понимании биологического разнообразия, и разнообразия вирусов даже особенно.

— **Спасибо. На этом мы заканчиваем наше интервью. Большое спасибо Евгению, и большое спасибо читателям, которые будут потом всё это читать уже в «Троицком варианте». Так что до свидания. Спасибо всем. ♦**

АСТРОНОВОСТИ



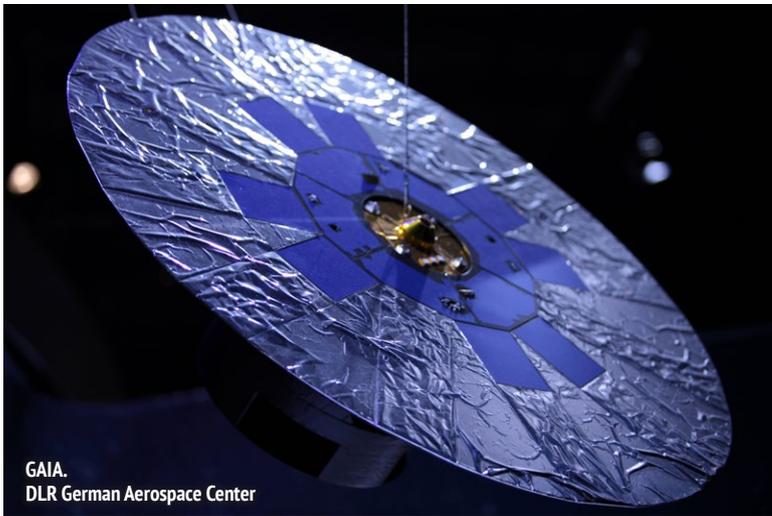
Алексей Кудря

Алексей Кудря

Спасибо, Gaia

Gaia — космический аппарат Европейского космического агентства, занятый составлением карты Млечного Пути. 15 января он официально завершил работу по сканированию неба в рамках своей миссии [1]. За последнее десятилетие аппарат провел более 3 трлн наблюдений примерно за 2 млрд звезд и других объектов, что позволило по-новому взглянуть на нашу родную галактику и ее космическое окружение. Топливный бак Gaia, который содержал изначально 55 кг топлива, с момента запуска 19 декабря 2013 года почти опустел.

В ходе своей работы Gaia отслеживала положения, расстояния, движения, изменения яркости, состав и множество других характеристик звезд с помощью своих инструментов. Это позволило достичь основной цели — создать самую обширную и точную карту Млечно-



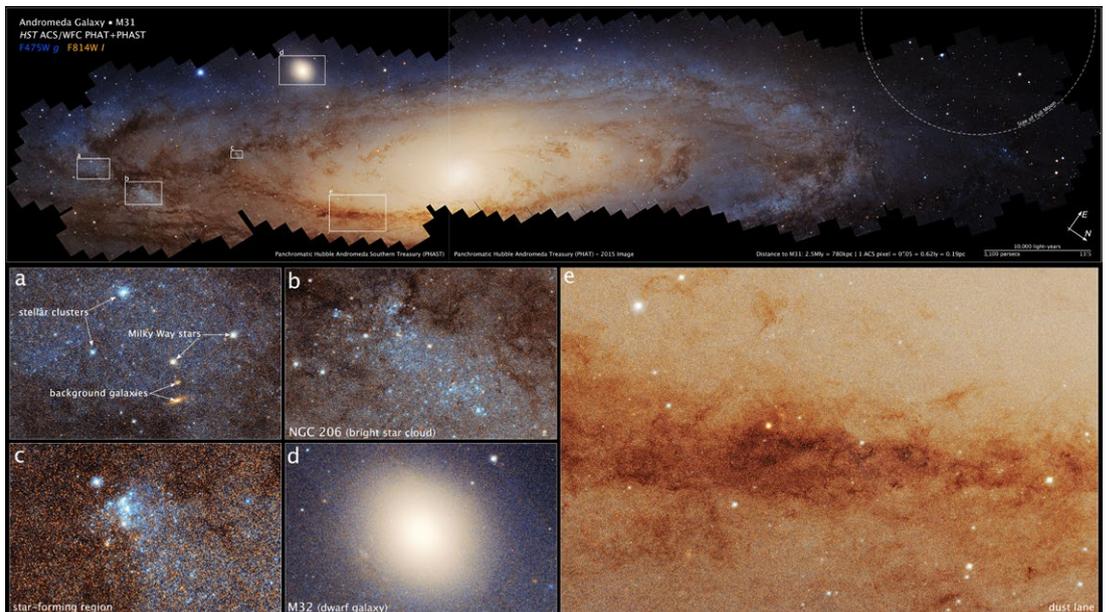
GAIA.
DLR German Aerospace Center

го Пути, показав его так, как не удавалось ни одной другой миссии. Даже многие базовые идеи в результате были пересмотрены, например вращение центральной части нашей галактики, искривления в диске, детальная структура спиральных рукавов и распределение межзвездной пыли вблизи Солнца.

Впрочем, более отдаленные области Млечного Пути всё еще остаются предметом гипотез, базирующихся на фрагментарных данных. Анализ свежих результатов Gaia позволит сделать общую картину окружающего мира еще более полной.

В процессе сканирования звезд нашей галактики Gaia обнаружила многие весьма интересные объекты — от астероидов «на задворках» Солнечной системы до галактик и квазаров — ярких и активных галактических центров, питаемых сверхмассивными черными дырами.

Коллаж с панорамным изображением галактики Андромеды и отдельных увеличенных участков.
Изображение: NASA, ESA, обработка изображения: Джозеф ДеПаскуале (STScI)



Были получены точные данные об орбитах свыше 150 тыс. астероидов, проведены настолько качественные измерения, что удалось обнаружить вероятные спутники вокруг сотен из них. Gaia также создала самую обширную трехмерную карту примерно 1,3 млн квазаров, причем самые далекие из них ярко сияли, когда Вселенной было всего 1,5 млрд лет. Gaia также обнаружила новую разновидность черных дыр, в том числе одну с массой, почти в 33 раза превышающей массу Солнца, — она находится в созвездии Орла, менее чем в 2000 световых годах от Земли. Это первый случай, когда в Млечном Пути была обнаружена черная дыра звездного происхождения таких размеров.

Научная и инженерная команды уже активно готовятся к четвертому выпуску данных Gaia (DR4), который ожидается в 2026 году. С каждым новым выпуском объем и качество данных улучшаются, и Gaia DR4, в котором ожидается 500 Тбайт данных, не является исключением. Кроме того, им будет охвачено уже 5,5 начальных лет миссии, что соответствует всей предварительно запланированной ее продолжительности.

В четвертом выпуске данных Gaia планируется дополнительно расширить каталог двойных звезд, который на сегодняшний день уже является самым обширным из подобных каталогов. Последнее наблюдение Gaia, проведенное 10 января, было посвящено двойной звезде 61 Лебеда. Эта знаковая звезда привлекала внимание астрономов с XIX века — тогда были проведены первые измерения ее собственного движения и параллакса — подобные методы Gaia использует для наблюдений примерно двух миллиардов звезд.

В течение следующих месяцев команда, работающая с данными, продолжит обрабатывать полученную информацию и будут готовиться к пятому и последнему крупному выпуску данных, охватывающему уже все 10,5 лет работы миссии.

В настоящий момент инженеры миссии проводят тестирование систем для оценки состояния аппарата после десяти лет пребывания в космосе. После нескольких недель испытаний Gaia покинет свою нынешнюю орбиту вокруг точки Лагранжа L_2 , находящейся на расстоянии 1,5 млн км от Земли, и выйдет на финальную гелиоцентрическую орбиту «захоронения». Окончательно космический телескоп будет выведен из эксплуатации 27 марта 2025 года.

1. esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Gaia

Детальный взгляд на галактику в Андромеде

Столетие назад Эдвин Хаббл, работая в обсерватории Маунт-Вилсон на телескопе Хукера, установил, что эта так называемая спиральная туманность на самом деле находится далеко за пределами нашей галактики Млечный Путь (см. в этом номере соответствующий очерк Алексея Левина). До этого астрономы долгое время считали, что Млечный Путь — ▶



► это и есть вся наша Вселенная. Открытие Хаббла позволило переосмыслить многие базовые представления человечества об устройстве космоса.

В 2015 году астрономы взялись за кропотливую работу по объединению изображений, сделанных космическим телескопом «Хаббл» нашей соседки — галактики M31 в Андромеде. И недавно было объявлено, что десятилетняя работа завершена [2]. В результате получился потрясающий панорамный снимок, на котором запечатлена вся галактика с высочайшей детализацией. Изучение подробностей полученного изображения может нам дать более подробную информацию о том, как спиральные галактики во Вселенной формируются и развиваются. Полученное изображение содержит 100 млн звезд, уместившихся примерно в 1,5 млрд пикселей. Технические возможности телескопа «Хаббл» позволяют получить четкие изображения только тех звезд Андромеды, которые ярче нашего Солнца. Таких звезд там насчитывается около 200 миллионов. На полученных снимках они выглядят как песчинки на пляже. А общее количество звезд в M31 должно составить около 1 триллиона.

Изображения были получены в ближнем ультрафиолетовом, видимом и ближнем инфракрасном диапазонах с использованием Advanced Camera for Surveys и Wide Field Camera на борту аппарата для фотографирования северной половины Андромеды.

Позже в рамках программы PHAST были добавлены изображения приблизительно 100 млн звезд в южной половине Андромеды. Этот регион структурно уникален и более чувствителен к истории слияний галактики, чем северный, отображенный обзором PHAT.

Галактика Андромеды (туманность Андромеды, M31) — спиральная галактика, наблюдаемая в созвездии Андромеды. Она находится на расстоянии 2,5 млн световых лет от нас. Галактику можно наблюдать в ясную осеннюю ночь невооруженным глазом как неяркий сигарообразный объект на звездном небосводе. Истинный ее диа-

Панорамное изображение галактики Андромеды. Изображение: NASA, ESA, обработка изображения: Джозеф ДеПаскуале (STScI)

метр примерно в 1,4 раза превышает диаметр Млечного пути, а по массе они практически одинаковы (при этом M31 содержит в несколько раз больше звезд, чем наша галактика).

2. esahubble.org/images/heic1502a/

WASP-127b: загадка экстремальных условий

Последние астрономические исследования принесли удивительные результаты: на одной из далеких экзопланет был зафиксирован самый быстрый ветер во всей известной нам Вселенной. Эта планета, известная под названием WASP-127b, находится примерно в 500 световых годах от нас и представляет собой горячий юпитер, вращающийся вокруг звезды класса G, схожей с нашим Солнцем [3].

Как измеряют скорость ветров в атмосферах экзопланет? Чтобы определить скорость воздушных потоков на столь удаленных объектах, ученые используют методы спектроскопии. Этот подход позволяет анализировать, каким образом атмосфера планеты поглощает и отражает свет своей родительской звезды. Наиболее точные данные удается получить для тех планет, чьи орбиты проходят перед звездой, создавая так называемые транзиты. Именно такие наблюдения позволяют ученым детально изучать атмосферу этих небесных тел.

На основе данных спектроскопии было установлено, что скорость ветра на экваторе WASP-127b достигает невероятной отметки — около 7,7 км/с. Это значительно превышает все ранее известные показатели. Например, до этого момента самым быстрым ветром считался тот, что дул на Сатурне, со скоростью «всего» 0,43 км/с. Таким образом, новый рекорд почти в 18 раз превосходит предыдущий!

Экзопланета WASP-127b выделяется также своими уникальными характеристиками. Год на этой планете длится всего 31 земной час — невероятно короткий период вращения вокруг звезды. Кроме того, ее радиус на 30% больше, чем у нашего Юпитера, что делает эту планету настоящим гигантом среди газовых экзопланет. Но при этом плотность атмосферы WASP-127b — одна из самых низких среди всех исследованных экзопланет, что добавляет еще одну загадку ко всему странному набору характеристик этой планеты.

Новые открытия подчеркивают разнообразие космических объектов и ставят ученых продолжать поиск ответов на вопросы о том, какие условия могут царить в столь экзотических мирах. Ветер, движущийся со скоростью, близкой к 8 км/с, вызывает множество вопросов об атмосферных процессах и динамике экзопланет. Возможно, дальнейшие исследования позволят раскрыть новые тайны этого уникального объекта и помогут глубже понять природу космического пространства.



Экзопланета WASP-127b
в представлении художника

3. doi.org/10.1051/0004-6361/202450438

В инозвездных планетных системах найдены триллионы комет

Экзокометные пояса, или «пояса планетезималей», предшественники пояса Койпера, обнаружены возле 74 внеземных звездных систем, что свидетельствует не только о существовании там триллионов ледяных экзокомет, но и о наличии в этих системах большого количества водяного льда. Исследование опубликовано в январском выпуске журнала *Astronomy & Astrophysics* за 2025 год [4].

Открытие было сделано в ходе совместных наблюдений ALMA (Атакамской большой решетки миллиметрового диапазона) в Чили и Субмиллиметрового телескопа (SMA) на горе Мауна-Кеа на Гавайях. Поскольку предшественники пояса Койпера находятся далеко от своей центральной звезды, их температуры невелики — от 23 до 123 К. Таким образом, они излучают в основном в длинноволновых диапазонах, отсюда и необходимость в применении ALMA и SMA. Эти волны представляют больше данных о холодных областях, в отличие от более привычных нам нанометровых волн видимого света и микронных длин волн инфракрасного излучения, с которыми имеют дело другие обсерватории, в том числе и космический телескоп «Джеймс Уэбб».

Данные в субмиллиметровом диапазоне, полученные ALMA и SMA, свидетельствуют о наличии бесчисленного множества песчинок размером всего в несколько миллиметров, которые отделились от более крупных кометных тел, сталкивающихся друг с другом на протяжении длительного времени. Астрономы уверяют, что такого типа «пояса планетезималей» широко распространены среди экзопланетных систем. Экзокометы — каменно-ледяные глыбы, которые как раз и сталкиваются друг с другом в этих поясах. По утверждению исследователей, экзокометные пояса встречаются как минимум у 20% планетарных систем.

В нашей Солнечной системе пояс Койпера — это царство ледяных тел, иногда пролетающих через ее внутреннюю часть в виде комет. Но по большей части они находятся далеко от Солнца — на расстояниях от 30 до 55 а. е.

Экзокометы за пределами Солнечной системы были ранее уже обнаружены космическим аппаратом NASA Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). Как и наши кометы, экзокометы становятся заметнее, когда проходят близко к своей звезде и выпускают кометные хвосты. Планетарные пояса также обнаруживались ранее, но никогда в таких количествах, как в ходе реализации данного проекта. Все описываемые 74 экзопланетных пояса находятся от нас в пределах 500 световых лет. Они различаются по возрасту: некоторые только что сформировались, другим уже миллиарды лет. От своих звезд они удалены на расстояния от десятков до сотен астрономических единиц, некоторые из них наклонены или вытянуты, как будто их искажает гравитация невидимых планет. В целом среди 74 планетезимальных поясов наблюдается тенденция к тому, что они обширнее, чем ожидалось, простираются на большие расстояния от центральной звезды.

Изучение этих структур даст астрономам больше информации о том, как формируются и развиваются эти ледяные пояса, позволит узнать о той роли, что они играют в планетарных системах в целом. Сравнение пояса планетезималей вокруг других звезд с нашим собственным поясом Койпера, астрономы смогут многое узнать и о эволюции нашей собственной Солнечной системы.

4. doi.org/10.1051/0004-6361/202451397

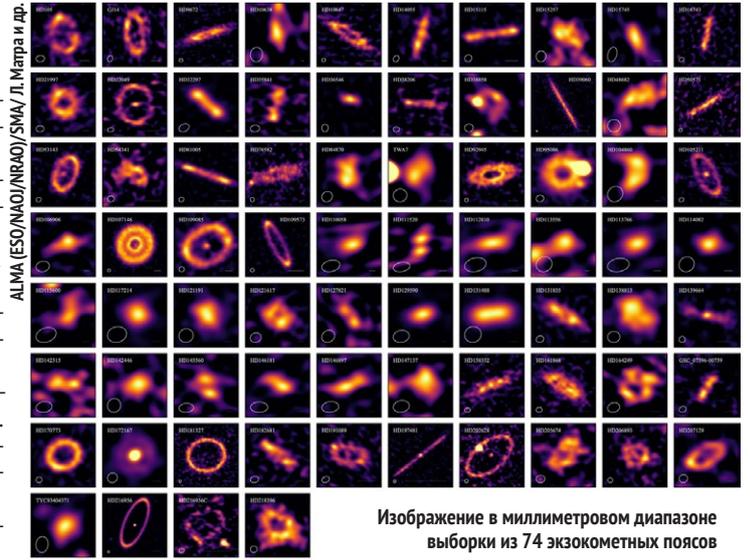
5. almaobservatory.org/en/audiences/alma-and-smas-survey-of-exocomet-belts-is-transforming-our-understanding-of-planetary-systems/

Изображение номера — Млечный Путь

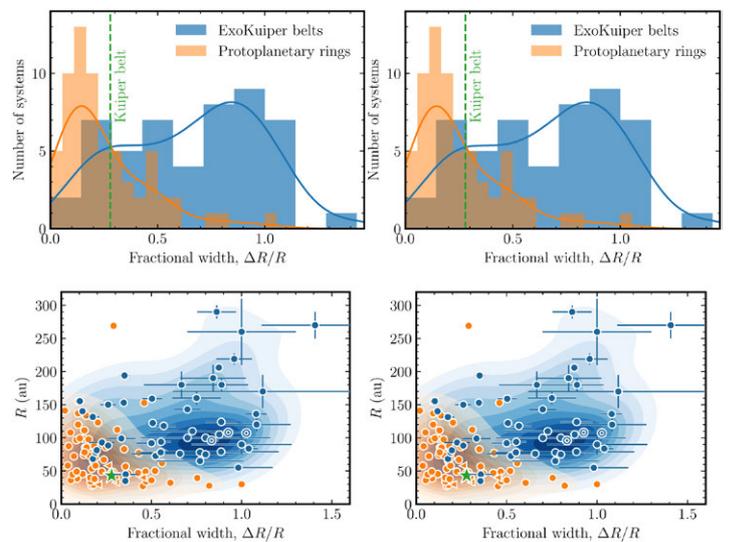
Визуализация того, как наша галактика Млечный Путь могла бы выглядеть, если смотреть на нее сверху. Моделирование по данным обсерватории Gaia.

Туманный овал, излучающий слабый золотистый свет в центре изображения, — это центральная часть, ядро Млечного Пути, в котором скрывается сверхмассивная черная дыра Sgr A*. От центральной области несколько блестящих спиральных рукавов расходятся в стороны, образуя почти идеально круглую спираль.

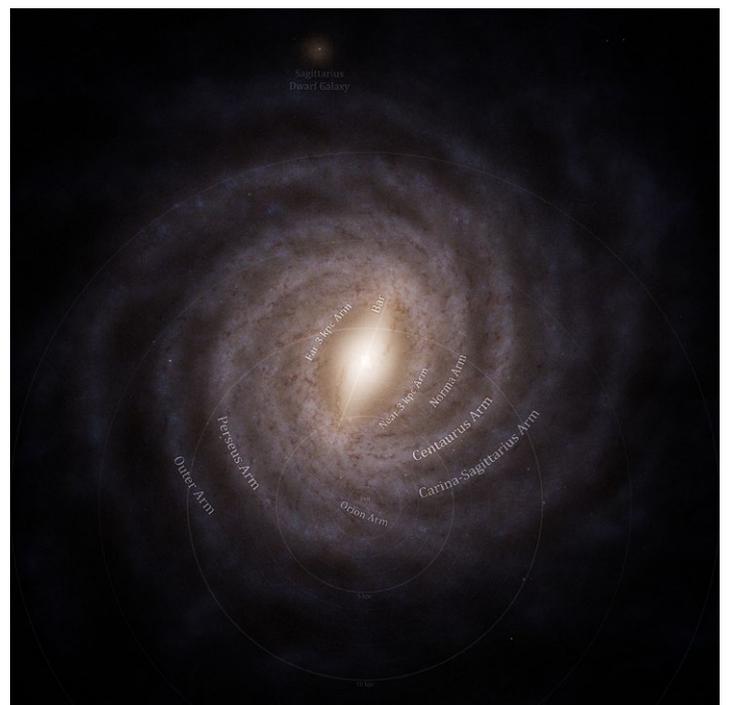
Метки на карте указывают на расположение нашего Солнца (Sun), различных рукавов и бар Галактики. Вверху отмечена галактика в Стрельце (SagDEG) — эллиптическая галактика-спутник Млечного Пути.



Изображение в миллиметровом диапазоне выборки из 74 экзокометных поясов



Распределение относительной ширины экзопланетных поясов Койпера (синего цвета) и протопланетных колец (оранжевого цвета). На верхней панели показана гистограмма относительной ширины, на нижней — двумерное распределение относительной ширины и центральных радиусов. Зеленая пунктирная линия и зеленый круг обозначают относительную ширину пояса Койпера и его центральный радиус. Пояса с промежутками вокруг HD 92945, HD 107146 и HD 206893 обозначены символами ⊙



Семь лет колонии за научный прорыв?

Олег Кабов
(itp.nsc.ru)

Редакция «Троицкого варианта – Наука» призывает руководство РАН и научную общественность публично высказать свою позицию по делу члена-корреспондента Олега Кабова, ученого с мировым именем, заведующего лабораторией интенсификации процессов теплообмена Института теплофизики Сибирского отделения РАН. Его обвиняют в том, что он якобы сфальсифицировал научные отчеты по проекту, выполненному в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки» и похитил часть денег, выделенных на проведение работ. Однако эксперты со стороны защиты дали высокую оценку работе Олега Кабова и его коллег и отметили некомпетентность авторов судебной экспертизы, предоставленной обвинением. Уголовное дело в отношении ученого рассматривается в Советском районном суде Новосибирска. Все важные материалы, связанные с делом Кабова, включая документы и аудиозаписи, адвокат ученого публикует в своем блоге «Открытое судебное заседание»¹.



¹ t.me/advshishebarov

Судебный процесс

21 января на судебном процессе Олега Кабова сторона обвинения потребовала назначить наказание в виде лишения свободы в колонии общего режима сроком на семь лет и штраф в размере заработной платы подсудимого за три года, а также на три года лишить его права заниматься деятельностью, связанной с руководством региональных, федеральных и международных научных проектов в области теплофизики.

Академик РАН **Алексей Хохлов**, заведующий кафедрой физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ, отмечает в своем блоге: «Обвинение не приняло во внимание никакие прозвучавшие в ходе судебных заседаний доводы о высоком научном уровне результатов О.А. Кабова и его коллег. Напомню, что О.А. Кабов – ведущий ученый мирового уровня, один из наиболее цитируемых российских ученых в своей области, входит в 2% наиболее цитируемых ученых мира»¹.

26 января супруга Олега Кабова, канд. филос. наук **Елена Быковская**, направила директору ФСБ открытое письмо с просьбой провести служебную проверку в отношении следователей УФСБ России по Новосибирской области Е.В. Андреева и Е.П. Здерова. «В основе обвинения моего мужа в научном мошенничестве (ч. 4 ст. 159 УК РФ) – чудовищная, абсурдная ложь. Но, вот уж действительно, чем чудовищнее ложь, тем больше в нее верят!» – отмечает Елена Быковская.

28 января с речью выступит сторона защиты (по словам адвоката, выступление растянется на несколько заседаний), затем будет последнее слово подсудимого и оглашение приговора.

¹ t.me/khokhlovAR/906

Мнение адвоката

Адвокат ученого **Геннадий Шишебаров**² в беседе с корреспондентом ТрВ-Наука сказал: «Мой подзащитный, похоже, повторяет судьбу Левши из одноименного рассказа Лескова. Для меня совершенно очевидно, что Кабова надо было за этот научный проект награждать, там действительно был совершен научный прорыв. Но ни прокуратура, ни следователи ФСБ не заинтересованы в исправлении своей грубейшей ошибки. Давайте будем честно, глядя правде в глаза, исходить из того, что все-таки независимость судебная у нас на сегодняшний день практически ликвидирована, особенно по тем процессам, где уголовное дело инициировано и направлено в суд следователями ФСБ. Хотя, я еще раз подчеркиваю, это экономическое дело».

На вопрос нашего корреспондента, что может сделать научное сообщество в этой ситуации, адвокат отвечает: «Конечно, должно быть обращение „наверх“. Можно задействовать контакты руководства РАН с высшими представителями власти в России. Можно направить и коллективное обращение ученых, но, честно говоря, все-таки, думаю, и вы понимаете, что все обращения общества к власти не особо рассматриваются, и жизнь показывает, что власть прислушивается лишь тогда, когда один руководитель разговаривает лично с другим руководителем. Геннадий Яковлевич Красников, придя на должность президента РАН, заявил в том числе и о том, что будет защищать научное сообщество от произвола правоохранительных органов. Тем более он сейчас член Совета безопасности. Он мог бы вполне доложить о деле Кабова в администрации президента, в правительстве или, в конце концов, лично руководителю ФСБ. И попытаться разобраться в этом деле».

В чем суть работы Олега Кабова?

Напомним, что новосибирские ученые под руководством Олега Кабова работали над научным проектом «Создание технологии охлаждения теплонапряженных элементов с использованием однокомпонентных двухфазных потоков»³.

О.А. Кабов с молодыми учеными лаборатории Института теплофизики СО РАН Валентином Белослудцевым и Дмитрием Кочкиным (2022 год). Фото предоставлено Е.Ф. Быковской



² 66-летний юрист Геннадий Шишебаров в советские годы долгое время работал в органах прокуратуры, затем в мае 1992 года был избран председателем горсовета города Обь, но после событий 1993 года ушел из системы государственной власти и переключился на адвокатуру. Он выступал защитником на судебных процессах академика РАН Евгения Багаева (1941–2024) и председателя Сибирского отделения РАН Александра Асеева.

³ fcpir.fcntp.ru/participation_in_program/contracts/14.613.21.0011/

▶ Теплонапряженные элементы — это устройства, с большим выделением энергии в маленьком объеме, которые надо интенсивно охлаждать через поверхность малой площади. В основном это высокопроизводительные процессоры в вычислительной технике. В частности, они особенно важны для бортовой электроники в космонавтике, авиации и на современном наземном транспорте. Другая область — мощные светодиоды.

Что такое двухфазный поток? Вдоль охлаждающей поверхности прокачивается не просто жидкость, а жидкость с полостями (пузырьками), заполненными газом. В местах, где полость примыкает к охлаждаемой поверхности («сухое пятно»), идет интенсивное испарение тонкой пленки жидкости на смоченной поверхности. При этом за счет теплоты испарения теплоотдача гораздо выше, чем просто за счет теплопроводности. Ранее использовались двухкомпонентные потоки — жидкость и некий газ, не являющийся паром этой жидкости и не конденсирующийся в потоке. Такой метод эффективен, но неудобен: требуется газовый компрессор на входе и сепаратор газа и пара жидкости на выходе.

Олег Кабов предложил и разработал методику без постороннего газа — полости в потоке заполняются паром прокачиваемой жидкости. При этом, если правильно подобрать параметры потока, испарение в сухих пятнах происходит достаточно интенсивно. Особенно сильно испарение идет на краях сухого пятна, где резко меняется геометрия потока. Такой метод оказывается гораздо проще, и он более гибок: можно на ходу менять режим, от обычного однофазного течения при умеренной теплоотдаче до расслоенного течения при предельных тепловых потоках.

В ходе исследования была создана работающая установка (стенд), на которой изучалось испарение на контакте образца с контролируемым массивом микронагревателей с двухфазным потоком. Кроме самой установки в эксперименте использовалась довольно сложная измерительная система для контроля параметров потока и температуры.

При этом была продемонстрирована работоспособность и перспективность метода, выявлен оптимальный режим, попутно обнаружено несколько интересных эффектов, оформлено 5 патентов, опубликована 21 научная статья (эти данные взяты из аннотации проекта, выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»).

Отчет по проекту был принят, результат налицо.

Судебная экспертиза и ее оценка

Подробная подборка документов из уголовного дела, относящихся к судебной экспертизе, опубликована⁴ в блоге адвоката. Изначально экспертизу по делу Кабова выполнили заместитель директора Республиканского исследовательского научно-консультационного центра экспертизы (РИНКЦЭ), канд. экон. наук Елена Березина⁵ и материаловед, докт. физ.-мат. наук, профессор МИФИ Иван Чернов⁶. По их оценке, проект лаборатории Кабова по созданию технологии выполнен лишь на 37,76%.

Профильное Отделение энергетики, механики, машиностроения и процессов управления РАН высоко оценило результаты выполнения проекта под руководством О.А. Кабова, отметив:

«Все плановые показатели Соглашения, подписанного с Министерством, были выполнены, а по количеству публикаций в индексируемых в международных базах журналах и по объему привлеченных средств они были перевыполнены.

В целом, благодаря выполнению Проекта российские ученые вошли в группу мировых лидеров в этой области науки. Была сформулирована и обоснована новая научная идея повышения интенсивности теплообмена, включая методику ее осуществления. Результаты были приняты мировым сообществом. Укажем, в этой связи, приглашение авторов Проекта к написанию обзорной статьи для журнала *Annual Review of Fluid Mechanics*, занимающего первую строку в мировом рейтинге журналов по механике жидкости и газа».

⁴ t.me/advshishebarov/12

⁵ www.extech.ru/about/structure/

⁶ home.mephi.ru/ru/users/1524/public

Булат Нигматуллин, докт. техн. наук, генеральный директор Института проблем энергетике, и академик РАН Роберт Нигматуллин в ответе на адвокатский запрос отмечают, что заключение по результатам научно-технической экспертизы было заведомо ложным. Они обосновывают недопустимость и нерелевантность избранной методики, а также некомпетентность авторов экспертизы:

«Ни эксперт И.И. Чернов, ни эксперт Е.В. Березина не являются компетентными и успешными в области теплофизики двухфазных потоков, к которой относится экспертируемая работа <...> И.И. Чернов является специалистом в области физического материаловедения, специализирующегося в реакторном и радиационном материаловедении, и не является специалистом в области теплофизики двухфазных потоков, у него нет ни одной публикации в этой области; к. э. н. Е.В. Березина является специалистом в области экономики, организации и управления предприятиями, отраслями, комплексами промышленности. Она даже не является специалистом в области естественных наук и тем более в теплофизике двухфазных потоков».

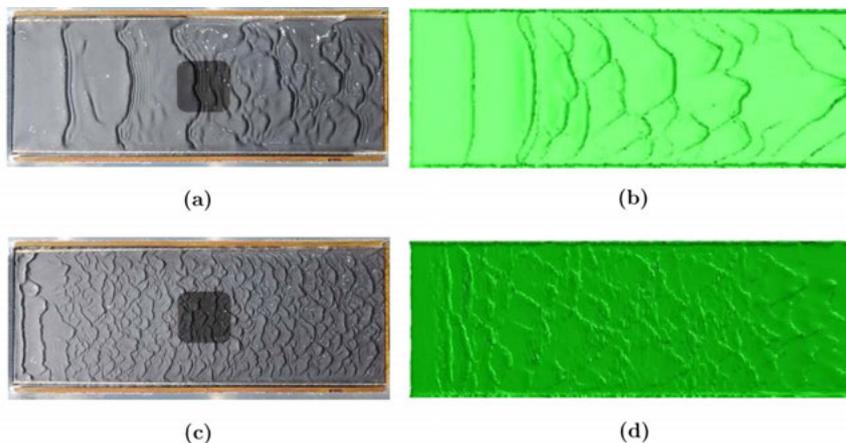
Олег Цвелодуб, докт. физ.-мат. наук, главный научный сотрудник лаборатории моделирования Института теплофизики, показывает ошибки не только в методологии, но и в расчетах, которые использовали Чернов и Березина.

В ответ на призыв адвоката высказались не только отечественные, но и зарубежные ученые. Профессор Кембриджского университета Наталья Берлова в отзыве на работу Кабова и его коллег отмечает:

«После тщательного обзора публикаций хочу дать не только свою положительную оценку, но и отметить по-настоящему инновационные и впечатляющие результаты авторов <...> Эти результаты не просто академические; у них есть потенциал для значительного продвижения в области систем терморегулирования. Результаты, полученные в этом исследовании, дают ценную информацию, выходящую за рамки первоначального масштаба целей гранта. Такой вклад свидетельствует о высоком качестве научных исследований и демонстрирует профессионализм команды».

Профессор Булат Нигматуллин в своей статье⁷, опубликованной в газете «Поиск» в мае 2024 года, отмечает: «Если мы не будем бить тревогу в таких случаях, то жди большой беды: любой ученый может попасть под такого рода раздачу. Раз в научной среде появляются такие нелепые экспертизы, эксперты и нелепая система, которая их использует, то наша среда должна вести себя жестко, агрессивно и противодействовать всему этому. Если мы все не соберем и не остановим это постыдное уголовное дело, то мракобесие восторжествует».

⁷ [poisknews.ru/nauchnaya-politika/ekspertom-mozhesh-ty-ne-byt-uchenye-dolzhy-obedinitsya-protiv-nekompetentnyh-zaklyuchenij-o-nir/](https://poinknews.ru/nauchnaya-politika/ekspertom-mozhesh-ty-ne-byt-uchenye-dolzhy-obedinitsya-protiv-nekompetentnyh-zaklyuchenij-o-nir/)



Результаты эксперимента на установке Олега Кабова (слева) и результаты численного моделирования (справа). Движение пленки охлаждающей жидкости при разных числах Рейнольдса. Темный квадрат — охлаждаемый элемент. Из статьи О.А. Кабова и его коллег «Режимы течения пленки жидкости, увлекаемой потоком газа в плоском горизонтальном канале, в изотермических условиях» (mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jmid=sjim&paperid=1186&option_lang=rus)

Вдвоем к Луне на одной ракете



Денис Альбион

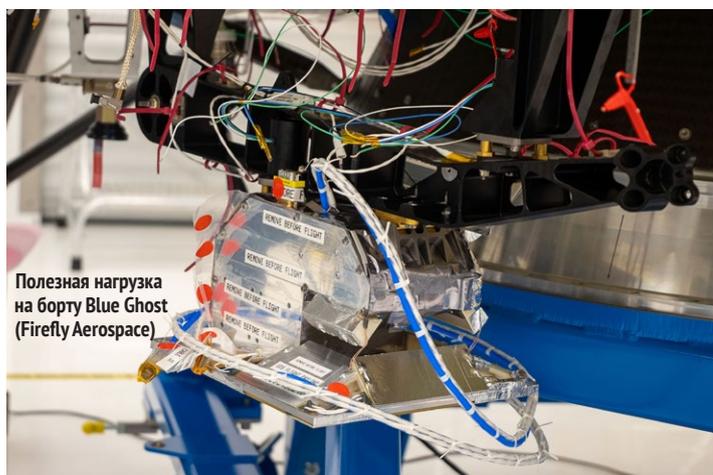
15 января 2025 года успешно стартовала ракета-носитель Falcon 9 FT Block 5 с миссией Blue Ghost с пусковой площадки LC-39А космического центра им. Кеннеди (Флорида, США). В рамках миссии были запущены два частных лунных спускаемых аппарата: Blue Ghost M1 от компании Firefly Aerospace и Hakuto-R M2 от японской компании ispace.

Blue Ghost M1: Лунный посадочный модуль от Firefly Aerospace¹



Firefly Aerospace

Американская компания Firefly Aerospace, базирующаяся в Техасе, активно развивает свои компетенции в области космических технологий – Blue Ghost M1 стал их первым крупным проектом для Луны. Посадочный модуль Blue Ghost M1 создан в рамках контракта NASA по программе CLPS (Commercial Lunar Payload Services). Сумма контракта – 93,3 млн долл. Ключевая цель миссии – доставка полезной нагрузки на поверхность Луны для научных исследований и демонстрации технологий. Примечательно, что полезные нагрузки также представляют собой пример успешного государственно-частного партнерства:



Полезная нагрузка на борту Blue Ghost (Firefly Aerospace)

- LISTER – прибор, предназначенный для изучения тепловых потоков в приповерхностном слое реголита на глубине 2–3 м. Он создан частной компанией Blue Origin.
- LPV – Lunar PlanetVac, предназначен для пневматического сбора

образцов реголита путем их сортировки в камере сбора проб (после посадки будет выпущена струя газа для сбора образцов реголита). Также создан Blue Origin.

- RAC – эксперимент для определения способности реголита прилипать к разным материалам. Изготовлен частной компанией Aegis Aerospace.
- Инструмент NGLR – будет определять расстояние до Луны и Земли во время полета. Предоставлен Мэрилендским университетом.
- RadPC – компьютер, устойчивый к сбоям, вызываемым космическими лучами. Установлен Университетом Монтаны.
- LMS – будет изучать электромагнитные поля мантии Луны. Получен от Юго-Западного исследовательского института.
- Инструменты EDS (эксперимент по удалению лунной пыли прибором с поверхностью без движущихся частей), LEXI (эксперимент для получения нескольких рентгеновских снимков Земли для определения границ ее магнитного поля) и SCALPSS (камера для фиксации воздействия посадочного модуля на реголит во время прилунения) предоставлены NASA.
- И наконец LuGRE (эксперимент по использованию глобальной системы навигации во время полета к Луне) является совместной разработкой NASA и ASI.

План полета включает маневрирование на околоземной орбите в течение 25 дней. После этого аппарат совершит четырехдневный перелет на окололунную орбиту, на которой будет оставаться еще 16 дней. Через 45 дней после старта планируется посадка с четырнадцатидневным сроком активного существования на Луне. Место посадки – Море Кризисов, рядом с горой Латрей. Фотоальбом миссии можно будет просматривать в профиле Firefly Aerospace на Flickr².

Hakuto-R M2: Японский подход к лунным исследованиям³



ispace

Hakuto-R M2 (HAKUTO-R Resilience) – это второй аппарат в серии миссий Hakuto-R японской компании ispace, которая специализируется на разработке технологий для лунной экономики. Hakuto-R M2 представляет собой усовершенствованную версию первого аппарата M1, который пытался совершить посадку на Луну в 2023 году, но потерпел неудачу. Учтя ошибки, ispace модернизировала свою платформу, повысив надежность систем навигации и посадки.

Миссия M2 включает доставку научной нагрузки, а также демонстрацию технологий для работы на Луне. На борту лунного посадочного модуля Resilience размещены полезные нагрузки, также являющиеся примером успешного государственно-частного партнерства:

- Оборудование для электролиза воды. Предоставлено компанией Takasago Thermal Engineering Co.
- Эксперимент по производству пищи. Автономный модуль от компании Euglena Co.
- Датчик для измерения радиации в глубоком космосе. Разработан кафедрой космических наук и инженерии Национального центрального университета Тайваня. ▶

² [flickr.com/photos/fireflyspace/albums/72177720313239766/with/54268842439](https://www.flickr.com/photos/fireflyspace/albums/72177720313239766/with/54268842439)

³ [ispace-inc.com](https://www.ispace-inc.com)

¹ nasa.gov/podcasts/houston-we-have-a-podcast/blue-ghost-mission-1



ispace, Bandai Namco

Памятная пластина на борту Nakuto-R M2

- Памятная пластина. Создана Bandai Namco Research Inc. по мотивам «Хартии Вселенского Века» из анимационного сериала Mobile Suit Gundam UC.
- Микроробот Tenacious. Разработан ispace-EUROPE. Робот будет исследовать место посадки, собирать лунный реголит и передавать данные обратно на посадочный модуль. Он оснащен HD-камерой, установленной спереди, и ковшем.
- Moonhouse — модель дома шведского художника Микаэля Генберга, установлена на шверте.

Перелет до Луны займет 4–5 месяцев, посадка планируется в районе Моря Холода.

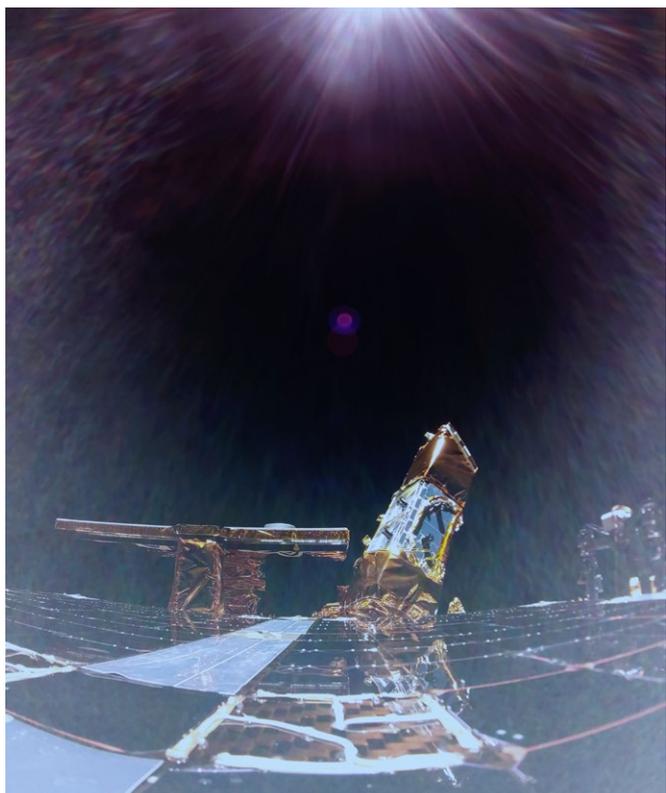
Ключевая цель Nakuto-R M2 — отработать коммерческую модель доставки грузов на Луну и поддержать развитие «лунной экономики». Компания планирует предлагать свои услуги правительствам и коммерческим клиентам.

Будущее лунной логистики

Обе миссии представляют собой часть глобального тренда по созданию коммерческой инфраструктуры на Луне. Успех этих аппаратов будет способствовать развитию технологий, необходимых для освоения Луны, и стимулировать инвестиции в эту область.

Кроме того, Blue Ghost M1 и Nakuto-R M2 являются яркими примерами того, как международное сотрудничество и частная инициатива могут ускорить исследования Луны, обеспечивая поток новых данных для науки и создавая новые возможности для бизнеса.

Мир приближается к эпохе, когда Луна станет не просто объектом исследований, но и платформой для коммерческой и научной деятельности. Blue Ghost и Nakuto-R — важные шаги на этом пути. ◆



Blue Ghost наблюдает солнечное затмение из космоса (Firefly Aerospace)

Научно-образовательные скрепы



Уважаемая редакция!

С радостью и гордостью отметил юбилей своего родного университета. 270 лет — это не шутка! И особенной радостью наполнило мое сердце то, что наш любимый президент почтил мой родной университет своим визитом. Владимир Владимирович посетил музей истории МГУ, где лекцию для него провел лично Виктор Антонович.

В Фундаментальной библиотеке наш ректор показал национальному лидеру главные университетские реликвии, в том числе Указ императрицы Елизаветы Петровны от 1755 года об основании университета. Президент России не остался в долгу и вручил коллективу МГУ орден «За доблестный труд». Владимир Владимирович указал, что на протяжении 270-летней истории Московский университет всегда был и остается сердцем отечественного образования и науки: «Закономерно, что крупнейший историк Сергей Соловьёв уверенно ставил создание Московского университета в один ряд с такими судьбоносными событиями в летописи нашего тысячелетнего Отечества, как крещение Руси, Куликовская битва, основание Санкт-Петербурга и учреждение Академии наук. Правда, Сергей Соловьёв был и ректором университета, поэтому, думаю, что он и не позабыл про университет в этом ряду историческом».

Наш университет, Университет с большой буквы, можно, безусловно, назвать важнейшей российской образовательной скрепой. Если же говорить про научные организации, то крупнейшей организацией-скрепой является Курчатовский институт. И тут нужно отдать должное нашему образовательному сообществу: никто у нас не ставит под сомнение лидерскую роль МГУ, тогда как в научном сообществе ситуация не столь радужная — по адресу Курчатника очень много злопыхательства и недоброжелательства.

Недавно в очередной раз начали раздувать скандалы вокруг этого замечательного института. Один из них связан с Институтом геологии и геохронологии докембрия РАН. Этот институт исторически жил на территории Института химии силикатов РАН, который некоторое время назад был включен в состав нашей великой и прорывной национальной лаборатории. Противотанковому ежу должно было быть понятно, что смена учредителя повлечет за собой определенные последствия, в частности, в отношении бесплатной аренды, однако руководство ИГГД РАН сидело на пятой точке ровно до того момента, пока срок договора о бесплатной аренде не подошел к концу. И тут же начался визг: караул, 9 января ИГГД выселяют, если он не заключит договор об аренде на коммерческих условиях!

Разум просвещенного читателя мог тут нарисовать апокалиптические картины: мордатые охранники выводят из здания пожилых докторов наук с трясущими руками, а грузчики выбрасывают на снег дорогостоящее оборудование. Однако в реальности ничего подобного не произошло: сотрудники института как работали, так и продолжают работать, как я понимаю.

Мало того, что руководство «несчастливого» института проявило халатность, а в результате поднялся шум, так эта история должна породить у нормальных людей разные вопросы. Если так подумать, зачем нам вообще нужен этот докембрий? Это ж было задолго до Кембриджа и кембрики, 500 с лишним миллионов лет назад. Какой практический интерес представляет исследование столь давних времен? Даже поиск ответа на вопрос, отчего вымерли динозавры, представляется более практически значимым. В общем, даже если сотрудников института выгнали бы на улицу, ничего страшного для страны бы не случилось!

Не успела утихнуть эта шумиха, как недоброжелатели начали раскручивать другой сюжет: мол, Суперкомпьютерный центр РАН, который был передан Курчатовскому институту, начал требовать оплаты со сторонних пользователей, что привело к резкому падению загрузки суперкомпьютеров. Якобы в какие-то моменты все суперкомпьютеры вообще простаивали, поскольку внешне пользователи не хотели платить за доступ, а у сотрудников Курчатника не было интереса к задействованию суперкомпьютеров. Неэффективно!

Ну что тут скажешь? На мой взгляд, речь тут скорее идет об откровенном саботаже работы Суперкомпьютерного центра со стороны академического сообщества. О желании в очередной раз положить академический гвоздь в курчатовскую булку. И решение тут может быть самое простое: довести ситуацию до логического конца, то есть передать все бывшие академические институты в ведение Курчатовского института. Тогда и специалисты по докембрию смогут продолжать бесплатно существовать на своих площадях, и академическим пользователям не придется платить за использование суперкомпьютеров.

Ваш Иван Экономов

Как нам обустроить диссертации?

Андроник Арutyюнов, докт. физ.-мат. наук



Прошел год с тех пор, как я защитил докторскую диссертацию¹ и демократично выложил ее в открытый доступ². За это время душевные раны затянулись, а побитые места зажили. Стало быть, настал момент залезть на табуретку и высказать свое мнение о том, как стоит управиться с получением научных степеней.

Тем паче, что отныне состав ВАК формируется по представлению РАН и даже должен рассматривать «предложения по вопросам развития системы государственной научной аттестации» и вносить их в Минобрнауки. А значит, вроде как Академия может развернуться во всю ширину плеч в вопросе усовершенствования процесса защиты диссертаций.

Умные люди регулярно обсуждают, как бы сделать процедуру защиты более удобной, а также как добиться того, чтобы диссертация (особенно докторская) показывала научную квалификацию соискателя, а не была малосодержательной формальностью.

Обсуждают, к примеру, «устную форму», по докладу. Идея, по моему мнению, так себе: такие защиты легко можно провести в формате «обкашливания вопросиков». «Хороший человек» за 40 минут показывает красивые слайды, после чего, не приходя в сознание, проходит голосование. И поди пойми, какие тут результаты основные, в чем состоит заслуга соискателя и какая у него лично научная (а не, к примеру, организационная) квалификация. Безусловно, человек, который хорошо занимается организацией науки, молодец. Джеймс Уэбб, к примеру, великий человек. Но странно было бы называть его великим астрономом, хотя он для космоса сделал поболее многих собственно астрономов.

Для подтверждения научной квалификации необходим текст с исследованием, проведенным на должном уровне и содержащим новые результаты, — та самая диссертация. По меньшей мере такая работа должна быть сборником статей, объединенных в единый текст с введением, пояснениями и унифицированными обозначениями.

Но о том, какими диссертации должны быть, поговорим чуть позже. Сначала о личном.

Я защищался в Московском физико-техническом институте в «неваковском» совете. Тамошние процедуры выстроены вполне разумно, так что бюрократических ужасов я претерпел по минимуму. Но имелись кое-какие вещи, от которых у меня до сих пор глаз дергается. Один из таких моментов — это оформление диссертации по ГОСТу. Вот с этого и начнем.

Их величество ГОСТ

Главный герой ночных кошмаров диссертанта — это ГОСТ 7.0.11–2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации»³.

Чтобы не брызгаться слюной по каждому пункту, я сосредоточусь на требованиях к оформлению текста. Составители ГОСТа желают видеть чудовищно разреженный текст с огромными пропусками. Судите сами.

5.3.5 Заголовки располагают посередине страницы без точки на конце. Переносить слова в заголовке не допускается. Заголовки отделяют от текста сверху и снизу тремя интервалами.

5.3.6 Работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта формата А4 (210x297 мм) через полтора интервала и размером шрифта 12–14 пунктов. Диссертация должна иметь твердый переплет.

5.3.7 Страницы диссертации должны иметь следующие поля: левое — 25 мм, правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, нижнее — 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен пяти знакам.

«Один сорт» белой бумаги — это по нынешним временам дело не простое. Почти политическое. Но главное тут другое.



Иллюстрация автора совместно с ИМ

Односторонняя печать с полуторным интервалом и громадными полями делает текст очень разреженным и неопрятным. Понятно, что в былые времена пустое место оппоненты использовали для своих замечаний. Но так никто не делает уже давным-давно. Так зачем это требование, откровенно уродующее текст, оставлено? Зачем отделять заголовок тремя интервалами? К чему эти проплешины? Видимо, без государственного регулирования размеров полей Земля наскочит на небесную ось.

Вообще, когда читаешь все эти требования (и особенно когда реализуешь), часто хочется спросить: «Какое ваше собачье дело?»

Но есть в этом документе и, страшно сказать, либерализм. Свобода авторского выбора и всё такое. Правда, в очень неожиданном месте:

Буквы греческого алфавита, формулы, отдельные условные знаки допускается вписывать от руки черной пастой или черной тушью.

ТУШЬЮ! Тушью или черной пастой! Господи боже, ну XXI век на дворе, LaTeX есть, Word на худой конец. Ну сколько уже десятилетий никто от руки формулы в текст не вписывает! И ведь очевидно, что в любом нормальном журнале текст с формулами «вписанными черной тушью» редколлегия скорее всего вообще рассматривать не будет.

Но глупости связаны не только с типографическим оформлением. Давайте, например, посмотрим на требования к структуре введения.

Введение к диссертации включает в себя следующие основные структурные элементы:

- актуальность темы исследования;
- степень ее разработанности;
- цели и задачи;
- научную новизну;
- теоретическую и практическую значимость работы;
- методологию и методы исследования;
- положения, выносимые на защиту;
- степень достоверности и апробацию результатов.

По большому счету всерьез тут нужны только «положения, выносимые на защиту» и «степень разработанности», если под этим подразумевать литобзор. Ну, пожалуй, еще и с «актуальностью» можно согласиться. Хотя, кажется, лучше бы говорить скорее про мотивировку данного исследования, а это не то же самое, что актуальность. А, к примеру, «новизна» — хоть и важная штука, но место ей в основном тексте в виде сравнения полученных результатов с предшествующими.

А всё остальное... Значимость результатов и степень их достоверности должен оценивать не соискатель, а совет и оппоненты. Зачем заставлять диссертанта натужно нахваливать или ругать себя? Или диссертанту для обоснования достоверности надлежит пуститься в рассуждения о языке программирования Lean и теории доказательств?

Критикуя — предлагай

Для меня хорошим образцом «как надо» являются диссертации PhD, которые часто защищаются за рубежом на тамошних матфа-

¹ «О дифференцированиях в групповых алгебрах и других алгебраических структурах». old.mipt.ru/education/post-graduate/arutyunov-andronik-aramovich.php

² dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17681.61286

³ dss.rsl.ru/datadocs/doc_291ta.pdf?ysclid=m6b4yvg59a521287258

► ках. Это достаточно подробные исследования, которые содержат все определения, начиная с простейших, и исследование истории вопроса. По сути, первые главы подобных диссертаций — это такие эрзац-учебники. Лично я часто начинаю разбираться с незнакомыми мне разделами математики как раз с чтения защищенных диссертаций.

Требования к диссертации должны быть простыми и понятными. По содержанию: введение (мотивировка, основные результаты, литобзор), основная часть, литература. В основном тексте должны быть все основные определения (или ссылки на них) и сравнение полученных результатов с известными (та самая новизна).

По типографическому оформлению текста требование должно быть одно — читабельность. И оценивать этот параметр должен не ВАК, а диссертационный совет и оппоненты. Все прочие рамочные требования, учитывающие особенности конкретной науки, должны обозначаться конкретным советом. Понятно, что подход к оформлению иллюстраций и таблиц у филологов и геологов сильно различаются. В химии, к примеру, могут требоваться и трехмерные иллюстрации, которые пока бывают только электронными. В вычислительных науках могут быть свои требования к датасетам, у экономистов или социологов — к первичным данным, а у математиков — к способам оформления коммутативных диаграмм и формул.

Аналогично и с библиографией. Оформлять ссылки можно, конечно, и по ГОСТу. Но отмечу, что в нем нет даже в рекомендательном виде пожелания наличия электронных ссылок (doi/url). Причем некоторые советы даже считают, что их наличие противоречит ГОСТу (раз не упомянуто — значит запрещено).

Правило оформления библиографии должно быть одно: единообразие и полнота (т.е. выходные данные, doi и/или ссылка на электронную версию при наличии). А по ГОСТу или по Chicago — какая, в сущности, разница? Разве что стоит рекомендовать делать ссылки на литературу не нумерованным образом (типа [10]), а значащим (типа [ИвПет23] — статья Иванова и Петрова 2023 года). Так гораздо проще читать.

Каким должен быть кирпич?

Внешне — красным или синим, лежащим в книжной палате. Но в первую очередь электронным и общедоступным.

По содержанию (что и должно быть отражено в нормативных документах) диссертация может быть сборником статей автора по теме, который дополнен общим введением, развернутыми рассуждениями и унифицированными обозначениями. И если такой текст устроит диссертационный совет и оппонентов — то всё в порядке, квалификацию автора он подтвердит. Зато сделает естественным упоминания про «тупиковые» ветки исследования, которые иногда оказываются не менее интересными, чем магистральная.

Ну и по поводу автореферата. Требование, которое должно быть (и которого, кстати, в ГОСТе нет), — это совпадение нумерации в автореферате и диссертации. То есть формула (рисунок/таблица/...) с номером x в диссертации должна обладать

тем же номером x в автореферате, иначе концов не соберешь.

Типографически автореферат должен быть оформлен примерно так же, как и диссертация. И главное к нему требование — всё то же: читабельность. Определять которую должен совет и оппоненты.

Известно, как обстоит дело в научных журналах: желая получить определенным образом оформленный текст, редколлегия публикует стиливой файл и образец. То же самое происходит и на конференциях при оформлении тезисов. Так должно быть и с диссертациями.

Отмечу, что в точных науках уже давно стандартом для верстки является TeX. Так что его использование должно быть как минимум рекомендуемым. И если какому-нибудь совету (или самому ВАК) неметя иметь оформление таким-то шрифтом, с таким-то интервалом — то они должны сделать соответствующий стиливой пакет, а не заставлять диссертанта возиться с огромным списком типографических требований.

Вообще, в ГОСТе игнорируется, что автореферат и диссертации — это в первую очередь тексты, используемые в электронном виде. Значит, они должны быть удобными именно как электронные тексты. К примеру, содержать кликабельные кросс-ссылки внутри текста и кликабельное оглавление. Библиографические ссылки должны (по возможности) содержать способ найти соответствующую публикацию в электронном виде. И вот это стоило бы включить хотя бы как рекомендацию по оформлению текста.

Итого

Защита диссертации должна подтверждать определенный уровень квалификации соискателя. Для этого должно быть подготовлено исследование, которое оценивается ведущей организацией и оппонентами. Либо, как в случае МФТИ, характеризуется членами совета. В конечном счете подтверждением квалификации «граду и миру» являются: репутация совета, компетентность совета, оппонентов и ведущей организации и само исследование (диссертация).

Соответственно, общие требования к оформлению диссертации должны сосредоточиться на ее читабельности — как электронного, так и, по возможности, общедоступного текста.

Подчеркну, что основная ответственность за оценку качества диссертации лежит именно на совете. А функции ВАК по большому счету должны сводиться к учету и обеспечению прозрачности всех процедур. Ну и — в случае безобразий — закрытию про штрафившихся советов.

Вот если бы к присуждению ученых степеней подход стал таким, то диссертации превратились бы из ненужной макулатуры, которую в большинстве случаев никто кроме «Диссернета» и не открывает, в важный и вполне осмысленный элемент научной жизни.

Оформить такую работу стало бы куда проще, и всякие там «диссертации в виде доклада» как способ облегчить процесс защиты остались бы редкой опцией для особенно заслуженных исследователей, чья квалификация не вызывает никаких сомнений. ♦

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 драматическом оптимистическом сценарии. *Переиздание книги уже поступило в продажу:*

ozon.ru/product/1733434732
market.yandex.ru/pr/5856505139

«Ледяная скорлупа»

История цивилизации жителей подледного океана Европы — спутника Юпитера. Физически эти существа смахивают на голвоногих 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

«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

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

Год великого перелома II: раскрытие Вселенной

Алексей Левин



Алексей Левин

Первые исследования

Эдвин Хаббл занялся астрономией довольно поздно — в 25-летнем возрасте. Его жизнь в детстве, отрочестве и молодости была весьма нетривиальной, однако у меня просто нет места для ее описания. Его можно найти в десятой главе моей книги «Астрофизика в лицах»³. Так что я начну с 1914 года, когда он (через год после окончания Оксфордского университета, короткой юридической практики и столь же непродолжительной карьеры преподавателя физики, математики и испанского языка в женской гимназии) получил стипендию от обсерватории Чикагского университета. Ее создание в самом конце XIX века субсидировал крупный финансист Чарлз Тайсон Йеркс (к слову, прототип Фрэнка Каупервуда, главного персонажа драйзеровской «Трилогии желаний»), чье имя она теперь и носит. Стипендия была невелика, но давала возможность вести регулярные наблюдения и подготовить на их основе докторскую диссертацию.

В предновогоднем выпуске ТрВ-Наука я опубликовал статью «Год великого перелома и его предыстория»¹. Она была посвящена очень важному этапу в эволюции физики, который занял три десятилетия и в конечном счете сделал возможным появление абсолютно революционных работ с первыми формулировками квантовой механики, обнародованных во второй половине 1925 года. Так что в нынешнем году просвещенное человечество отмечает столетний юбилей квантовой механики — точнее, начала ее создания, которое растянулось на несколько лет. Однако 1925 год стал свидетелем и другого не менее революционного научного прорыва — в наблюдательной астрономии. Речь шла о существовании звездных скоплений того же масштаба, что и наш Млечный Путь, однако лежащих далеко за его границами.

Доказательство существования множества галактик радикально расширило цели и интересы астрономии и астрофизики и, как мне кажется, стало самым фундаментальным достижением науки о Вселенной за всё время ее существования. Спустя всего несколько лет оно привело к открытию расширения космического пространства, стимулировавшему появление космологии как самостоятельной науки. С того времени космология быстро развивалась, что дало повод одному из ее классиков, нобелевскому лауреату по физике 2019 года Филлипу Джеймсу Эдвину Пиблсу, назвать этот временной отрезок Космологическим Столетьем². Так что у меня есть все основания назвать 1925 год Годом Двойного Великого Перелома — по крайней мере, в области точных наук.

Отныне судьба Хаббла была решена. Более того, она была решена вдвойне, хотя он об этом и не подозревал. Перед началом работы в обсерватории он участвовал в сессии Американского астрономического общества. Одно из сообщений стало подлинной сенсацией — такой, что участники впервые за всю историю общества стоя аплодировали докладчику. Им был Весто Мелвин Слайфер, сотрудник частной обсерватории Персиваля Лоуэлла во Флагстаффе в штате Аризона. В течение предшествующих двух лет он получил высококачественные спектрограммы двенадцати туманностей и промерил доплеровские смещения спектральных линий. Результат был поразительным.



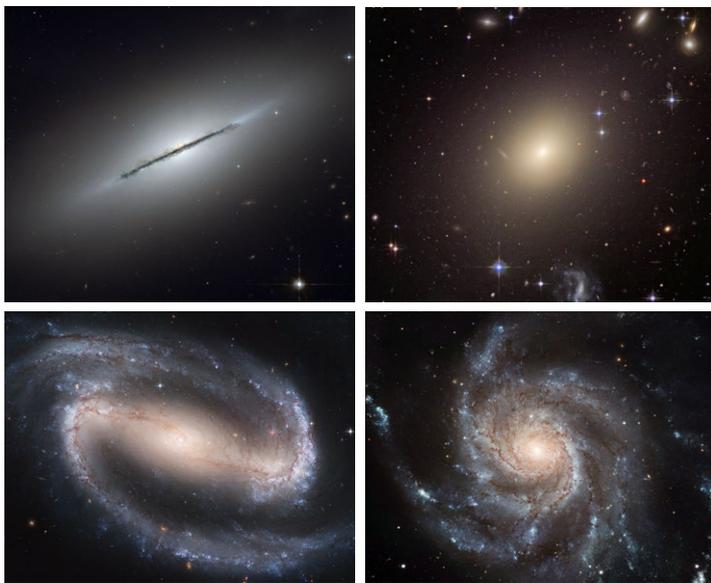
Эдвин Хаббл в 1931 году. Фото Johan Hagemeyer

Одна из них, спиральная туманность Андромеды, приближалась к Земле со скоростью порядка 300 км/с, однако спектры большинства остальных туманностей демонстрировали большие красные смещения. Это означало, что все они удаляются от Земли — некоторые с радиальными скоростями свыше 1000 км/с.

Это было неожиданно и непонятно. В то время туманностями называли космические объекты, которые в телескопы выглядели расплывчатыми светлыми пятнышками. Сейчас мы знаем, что это были самые разные структуры — от газоплазменных и газопылевых сгустков до внегалактических (то есть лежащих за пределами Млечного Пути) гигантских звездных скоплений. Природа туманностей вызвала ожесточенные споры, многие из которых были со временем разрешены именно Хабблом. Так что не будет большим преувеличением сказать, что доклад аризонского астронома указал генеральное направление будущих исследований Хаббла.

Он проработал в Йеркской обсерватории с октября 1914 года по май 1916-го. За всё это время он прослушал лишь четыре трехчасовых (!) лекционных курса — обсерватория не была учебным центром. Ее тогдашний директор Эдвин Фрост считал, что аспиранты прежде всего должны учиться работать с приборами, а теорию можно постигать и по книгам. Хаббл изучил и освоил методики астрономических и астрометрических наблюдений (к слову, обсерватория располагала крупнейшим в мире — тогда и сейчас! — сорокадюймовым телескопом-рефрактором), спектроскопическую аппаратуру, блинк-компараторы и гелиографы, визуальную и фотографическую фотометрию — в общем, весь набор тогдашнего астрономического и астрофизического хайтека.

Скоро его усердие принесло первые плоды. Он получил полный доступ к 24-дюймовому рефлектору, которым другие сотрудники пренебрегли из-за скромной (уже по тем временам) апертуры. В течение шести месяцев он сделал пятнадцать фотографий туманности NGC 2261 в созвездии Единорога, открытой в 1783 году Уильямом Гершелем. Эти снимки он сравнил с парой фотографий той же туманности, полученных другими астрономами в 1900 и 1908 годах. К своему изумлению, Хаббл обнаружил, что туманность за это вре-



Многогалактичность Большого Космоса:

Дисковая галактика NGC 5866 (HST);
Спиральная галактика NGC 1300
(NASA, ESA et al);

Эллиптическая галактика ESO 325-G004
(NASA, ESA et al);
Галактика Вертушка (Messier 101)
(NASA, ESA et al);

Выход астрономии за пределы нашей галактики неразрывно связан с великим американским астрономом Эдвином Пауэллом Хабблом (1889–1953). Он и будет первым героем моего повествования.

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

² Peebles P.J.E. *Cosmology's Century: An Inside History of Our Modern Understanding of the Universe*, Princeton University Press, Princeton & Oxford, 2020

³ Левин А. *Астрофизика в лицах*. — М.: URSS, 2022.



Туманность NGC 2261 в созвездии Единорога
(изображение Judy Schmidt)

► мя несколько изменила форму. Это стало его первым астрономическим открытием, которому он посвятил две статьи. Хаббл не предложил даже гипотетического объяснения этому феномену, однако описал его во всех деталях.

Забегая вперед, отмечу, что NGC 2261 интересовала Хаббла и в дальнейшем. Он наблюдал ее на стодюймовом зеркальном телескопе имени Хукера в калифорнийской обсерватории Маунт-Вилсон и на двухсотдюймовом рефлекторе обсерватории Маунт-Паломар вскоре после начала его работы в 1948 году. Неудивительно, что сейчас NGC 2261 известна также как переменная туманность Хаббла. Она представляет собой газопылевое облако поперечником в один световой год, удаленное от Земли на 2500 световых лет. Через это облако по пути к Земле проходят лучи молодой переменной звезды R Единорога, расположенной на заднем плане. Точная причина странного поведения туманности и сейчас окончательно не установлена. По одной из гипотез, между звездой и туманностью находятся непрозрачные пылевые сгустки, которые время от времени экранируют звездные лучи и тем вызывают изменения визуального образа туманности.

Параллельно с изучением коварной туманности Хаббл получил фотографии дюжины очень слабых звезд и с помощью блинк-микроскопа измерил их собственные движения. Отсюда следовало, что все они отделены от Земли сравнительно небольшими дистанциями — иначе собственные движения не удалось бы зарегистрировать. Обобщив свои данные, Хаббл пришел к выводу, что в окрестностях Солнца должно существовать куда больше тусклых звезд, чем считалось ранее. Фрост столь высоко оценил эту работу, что в апреле 1917 года сообщил о ней на ежегодной сессии Национальной академии наук США.

В мае 1916 года Хаббл сдал аспирантские экзамены по французскому и немецкому, а осень и зиму провел в университетском кампусе, где прослушал обязательные курсы по математике и небесной механике. Он также обучал младшекурсников началам астрономии, что давало добавку к стипендии (к тому времени уже увеличенной). К концу апреля 1917 года он закончил работу над диссертацией «Photographic Investigations of Faint Nebulae», а в мае сдал устные экзамены по астрономии и математике. Комиссия из шести экзаменаторов оценила его ответы весьма высоко — *summa cum laude*. В августе на имя новоиспеченного доктора философии был выписан соответствующий диплом.

Однако Хабблу тогда уже было не до науки. 6 апреля 1917 года Конгресс Соединенных Штатов объявил войну кайзеровской Германии, и Хаббл пошел в армию добровольцем. 15 мая он явился в форт Шеридан, а ровно через три месяца получил капитанские нашивки. После почти годовой подготовки в учебных лагерях ему присвоили звание майора, и в составе 86-й дивизии армии США он был отправлен во Францию. Правда, его часть так и не успела поучаствовать в боях — 11 ноября терпящая поражение Германия подписала

соглашение о перемирии. Однако несколькими днями ранее вблизи Хаббла разорвался случайный снаряд, и он получил небольшое сотрясение мозга и травму правого локтя, который после уже никогда до конца не сгибался. Хаббл еще четыре месяца служил в оккупационных войсках, а потом был отправлен в Англию для установления связей с британскими университетами, где обучались американские военнослужащие. Он побывал в Кембридже, где был тепло встречен местными астрономами, а в августе наконец-то был освобожден от всех армейских обязанностей и отплыл в Нью-Йорк.

Дома отставного майора давно ждала новая работа. Еще летом 1916 года заместитель директора обсерватории Маунт-Вилсон Уолтер Адамс начал подыскивать сотрудников для работы на стодюймовом телескопе имени Хукера, который, как тогда предполагалось, должен был начать действовать не позже конца следующего года. Незадолго до того Адамс приезжал в Чикаго, познакомился там с Хабблом и теперь рекомендовал его директору обсерватории Джорджу Эллери Хейлу. Того не пришлось долго убеждать: в начале ноября Хейл сообщил Хабблу, что готов взять его на работу после защиты диссертации. Когда Хаббл решил отправиться на войну, Хейл обещал сохранить за ним место. Так и получилось, что из Нью-Йорка Хаббл отправился в Калифорнию. 3 сентября он был зачислен в штат Обсерватории Маунт-Вилсон в должности младшего астронома. Его ждали повышенная по сравнению с первоначальным предложением зарплата в 1500 долларов, крупнейший в мире телескоп и великие открытия.

В заключение этого раздела стоит сказать несколько слов о диссертации Хаббла. В процессе ее подготовки он сфотографировал на своем 24-дюймовике 512 ранее неизвестных туманностей, сгруппированных в несколько скоплений. Это само по себе было достижением, поскольку до того было известно лишь 76 туманностей такого рода. Хаббл попытался разделить их на группы согласно форме, яркости и размеру. Сама система такой классификации была придумана не им — ее предложил немецкий астроном Макс Вольф. Хотя диссертация Хаббла была вполне «на уровне», особо глубоких результатов он тогда не получил (да и не смог бы при всем желании, его телескоп был слабоват). Однако Хаббл благодаря своей диссертации вышел на проблему исследования и классификации туманностей различных типов, которая в будущем стала для него буквально золотой жилой.

Начало галактической астрономии

Эдвин Хаббл проработал в Обсерватории Маунт-Вилсон до лета 1942 года, когда его отозвали для участия в оборонном проекте. Проложившие его исследования он выполнил в течение первой половины этого срока. Он вел наблюдения и на рефлекторе имени Хукера, и на его шестидесятидюймовом предшественнике, и даже на небольшом телескопе с десятидюймовой апертурой.

С самого начала Хаббл сформулировал для себя развернутую программу исследований. Весной 1920 года он написал профессору астрономии Чикагского университета Эдварду Барнарду (помните звезду его имени?), с которым консультировался еще в годы студенчества, что хочет узнать всё что возможно «о природе, форме и расположении галактических туманностей и их отношении к звездам». Через год он сообщил в письме коллеге из Ликской обсерватории Уильяму Райту, что разрабатывает пробную классификацию туманностей, на что получил полное благословение.

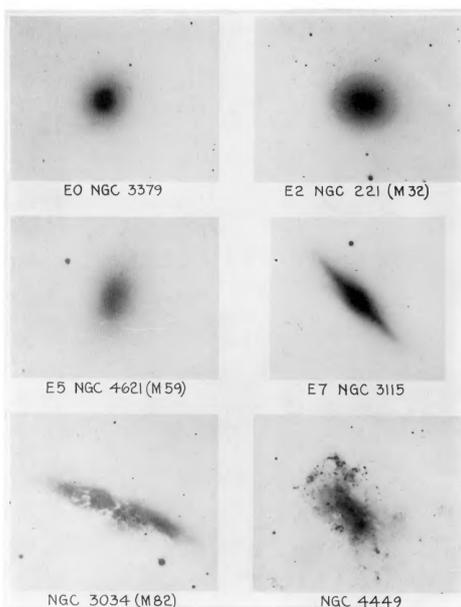
Сейчас самое время для лингвистического уточнения. Хаббл с молодости до конца жизни использовал термин «галактика» только по отношению к Млечному Пути. Даже когда его собственные труды показали, что в космосе существуют и другие не менее крупные звездные скопления, которые астрономы тоже стали называть галактиками, Хаббл предпочитал именовать их внегалактическими туманностями, *extra-galactic nebulae*. Я постараюсь насколько возможно пользоваться его терминологией.

К середине 1922 года Хаббл собрал и изучил столько фотографий различных туманностей, что счел возможным обсудить свои наблюдения с коллегами по профессии. Как раз тогда он вошел в состав Комиссии по туманностям и звездным скоплениям при Международном астрономическом союзе. В июле на ее очередной сессии в Риме он представил свои первые выводы. Их одобрил новоизбранный председатель комиссии Весто Слайфер, однако другие члены отнеслись без энтузиазма. В итоге сообщение Хаббла так и не было опубликовано.

Тогда он решил действовать самостоятельно и в том же 1922 году представил свои выводы в двух статьях. Он разделил туманности на два больших семейства: галактические (то есть лежащие внутри Млечного Пути) и негалактические, *galactic* и *nongalactic*. В свою ►

► очередь, негалактические туманности подразделялись на две группы: планетарные, planetaries (этот термин ввел еще Уильям Гершель, апеллируя к их внешнему сходству с планетами), и диффузные. По Хабблу все галактические туманности были связаны с какими-то звездами, в то время как для внегалактических такие связи не просматривались. Хаббл особо подчеркнул, что внегалактические туманности представлены в различных формах, например они могут выглядеть как спирали, веретена, овалы или сфероиды. Он также изложил свои соображения о сгустках космической материи, образующей светящиеся диффузные туманности. Хаббл не предложил никаких гипотез о ее природе, однако с помощью спектрального анализа показал, что эта материя поглощает и переизлучает звездный свет, что и вызывает свечение самих туманностей.

PLATE XII



Изображения эллиптических и неправильных галактик из статьи Эдвина Хаббла 1926 года (Hubble E.P. Extragalactic nebulae // *Astrophysical Journal*, 1926, 64, 321-369. DOI: 10.1086/143018)

Во всяком случае, именно так и случилось. В середине осени 1923 года на долю Хаббла выпал очередной (девятый в том году) сеанс наблюдений на стодюймовом рефлекторе. 4 октября он навел его на одну из ветвей спиральной туманности Андромеды (M31, если использовать известный с XVIII века каталог Мессье) и сделал фотографию с сорокаминутной выдержкой. Видимость в ту ночь была скверной, и снимок вышел не слишком качественным. Тем не менее Хаббл заметил на пластинке темную точку (напомню, что это был негатив), которую счел новой звездой. Следующей ночью он вновь сфотографировал тот же рукав, увеличив экспозицию на пять минут. Атмосфера была уже прозрачной, и изображение получилось вполне качественным. Эта пластинка⁴, которая в каталоге обсерватории получила индекс N335H, принесла славу и себе, и своему фотографу.

Что же на ней было необычного? Хаббл вновь разглядел ту же предполагаемую новую звезду плюс еще две точки, которые он также счел вспышками новых. Та ночь была последней в этом сеансе, и Хаббл днем вернулся в свой кабинет в кампусе обсерватории в Пасадене. Он взял из архива предшествующие снимки той же ветви, сделанные им самим и другими астрономами, и стал методично сравнивать их с новой фотографией. И вот тут-то и случилось Открытие. Хаббл заметил, что одна из этих «новых» периодически меняет яркость (в терминах наблюдений, меняется степень зачерненности ее изображения на пластинке), следовательно, является переменной звездой. Анализ световой кривой показал, что период изменения ее блеска составляет 31,415 суток. В свете тогдашних знаний следовало, что это классическая цефеида — переменная звезда из того семейства, два первых представителя которого наблюдали британские астрономы Эдвард Пиготт (в созвездии Орла) и Джон Гудрайк

(в созвездии Цефея). С конца XIX века измерениями блеска цефеид, как и других переменных звезд, много занимались в обсерватории Гарвардского университета, чей директор Эдвард Чарлз Пикеринг изобрел очень удачный меридианный фотометр. Позднее преемник Пикеринга Харлоу Шепли, продолжая наблюдения сотрудницы обсерватории Генриетты Ливитт, получил формулу, связывающую периоды и абсолютные звездные величины цефеид. Применив это соотношение, Хаббл вычислил максимальную светимость звезды и нашел ее расстояние от Земли. Оказалось, что оно никак не меньше 285 килопарсек — иными словами, 930 тыс. световых лет. Это было не просто странно — это шокировало!

В чем же дело? Тогдашние астрономы еще не пришли к единому мнению относительно устройства Большого Космоса. Некоторые (например Якобус Каптейн, сотрудник Ликской обсерватории Гебер Кёртис и шведский астроном Кнут Лундмарк) считали, что космическое пространство заполнено звездными островами того же масштаба, что и наша галактика, однако их выводам не хватало прочной наблюдательной базы. Другие специалисты, включая Шепли, полагали, что существует лишь один Млечный Путь, а вне его нет больших звездных скоплений. Они расходились и в оценке размера нашей галактики. Шепли считал, что диаметр Млечного Пути по порядку величины равен 300 тыс. световых лет, в то время как Каптейн давал куда меньшие цифры: 20–30 тыс. световых лет (ошиблись оба, по современным данным диаметр Галактики приблизительно равен 120 тыс. световых лет). 26 апреля 1920 года эта проблема стала предметом острой дискуссии между Шепли и Кёртисом, которая состоялась в здании Национальной академии наук в Вашингтоне (между прочим, в присутствии Альберта Эйнштейна). Этот спор, вошедший в историю астрономии как Большая Дискуссия (Great Debate), так ничего и не решил, противники не смогли убедить ни друг друга, ни аудиторию в правильности своих позиций.

Хаббл понял (хотя, возможно, не сразу поверил), что у него появился неопровержимый аргумент для решения этого спора. Дистанция в 930 тыс. световых лет втрое превосходила даже тот сильно завышенный (как стало ясно позднее) размер нашей галактики, который ей ранее приписал Шепли. Получалось, что M31 — это крупное звездное скопление со спиральной структурой, которое никак не может быть частью Млечного Пути. Отсюда вроде бы сразу следовало, что эта негалактическая туманность (если использовать хаббловскую терминологию 1922 года) есть не что иное, как другая самостоятельная галактика в своем собственном праве. Правда, сам Хаббл, как я выше отметил, никогда не называл такие туманности галактиками. Но это быстро сделали за него другие астрономы.

Хаббл потратил больше года на подтверждение своего открытия. Он обнаружил еще десятки цефеид как в Андромеде, так и в туманностях NGC 6822 и M33 (из них лишь вторая обладает спиральной структурой, подобной Андромеде). Свои результаты он регулярно обсуждал с Шепли и прочими астрономами. Эти дискуссии сами по себе очень интересны, там много того, что принято называть человеческим фактором (астрономы ведь тоже люди!), но рассказ о них получился бы слишком длинным.

Хаббл впервые представил свои результаты в сообщении “Extragalactic Nature of Spiral Nebulae”, которое в его отсутствие было зачитано профессором Принстонского университета, известным астрофизиком Генри Норрисом Расселом. Это было сделано на совместном заседании Американского астрономического общества и Американской ассоциации в поддержку науки, которое проходило в Вашингтоне с 30 декабря 1924 года по 2 января 1925 года. За эту работу, о которой 10 февраля в короткой заметке сообщила *The New York Times*, он получил премию в 500 долл. от ассоциации и вечное почетное место в истории астрономии. Международное сообщество исследователей космоса узнало о его открытии из четырехстраничной статьи «Цефеиды в спиральных галактиках»⁵, которая по любым критериям стала одной из важнейших астрономических публикаций прошлого столетия. Впрочем, многие ведущие астрономы из разных стран получили сведения о результате Хаббла посредством почты или сарафанного радио.

Вообще-то Хаббл сильно занизил дистанцию до туманности Андромеды, которая сегодня оценивается в 2,5 млн световых лет, или 770 килопарсек. Но, конечно, если бы он знал правильное расстояние, это бы только подкрепило его вывод об ее экстрагалактическом расположении. ►

⁴ carnegiescience.edu/about/history/archives/plate-archives/m31var

⁵ Hubble E.P. Cepheids in Spiral Nebulae // *Publications of the American Astronomical Society*, 1925, 5, 261–264.

► В заключение этого раздела объясню, почему Хаббл, сам того не зная, уменьшил дистанцию до Андромеды. Начну с технических деталей. Для определения расстояния до любой звезды надо знать разность между ее видимой величиной m и абсолютной величиной M . Если эта разность известна, то дистанция до звезды в парсеках определяется по простой формуле: $d = 10^{(m-M+5)/5}$. Видимая величина — это наблюдаемая на Земле яркость звезды, измеренная по определенной шкале. Абсолютная величина — это яркость, которую имела бы та же самая звезда, если бы находилась от Земли на расстоянии 10 парсек. Звездные величины могут быть и положительными, и отрицательными — и чем тусклее звезда, тем больше ее величина. Так, видимая величина Солнца равна $-26,83$, а абсолютная составляет $4,74$. Отсюда следует, что дистанция до Солнца равна $10^{(-26,83-4,74)/5}$ парсек, т. е. $10^{-6,314}$ парсек. Это и есть одна астрономическая единица, приблизительно, как все знают, равная 150 млн км.

Теперь вернемся к Хаббл. Его ошибка вовсе не означает, что он не умел работать со звездными фотоснимками. Он правильно определил видимые величины цефеид в фазе максимального блеска, как они обнаруживали себя на фотопластинках. А вот формула Шепли его подвела. Шепли не знал, что космическое пространство заполнено диффузной пылегазовой средой, которая поглощает часть звездного света. Винить его за это нельзя, существование такой среды было доказано американским астрономом швейцарского происхождения Робертом Трамплером только в 1930 году. Поэтому Шепли недооценил светимость цефеид, наблюдения за которыми легли в основу выведенной им корреляции. А поскольку другой формулы у Хаббла не было, его вычисления и дали заниженную дистанцию. Если бы он мог принять в расчет поглощение звездного света, разность $(m - M)$ оказалась бы больше, и оцененная дистанция до цефеид выросла бы в два — два с половиной раза.

Но и это еще не всё. Шепли наблюдал как классические цефеиды, так и пульсирующие звезды из семейства W Девы, которые в среднем на полторы единицы тусклее классических цефеид с тем же периодом. В 1920-х годах никто не знал, что существуют два семейства цефеид, и это обстоятельство долго служило дополнительным источником ошибок в определении космических дистанций. Этот источник был перекрыт в 1952 году, когда работавший в США немецкий астроном Вальтер Бааде обнаружил, что цефеиды бывают двух разных типов. Классические цефеиды принадлежат более молодым звездам из так называемой популяции I, в то время как звезды из семейства W Девы входят в число более старых звезд из популяции II. Кстати, то, что Шепли втрое завысил диаметр Млечного Пути, объясняется теми же двумя факторами.

Справедливости ради стоит отметить, что за два года до Хаббла расстояние до Андромеды вычислил эстонский астроном Эрнст Опик, чей результат — 450 тыс. парсек — был ближе к правильному. Однако он использовал ряд теоретических соображений, которые не были так же убедительны, как прямые наблюдения Хаббла. Еще раньше, в 1919 году, расстояние до Андромеды оценил уже упоминавшийся Кнут Эмиль Лундмарк, который положил в основу своих выводов наблюдение блеска новых звезд, вспыхивавших в этой туманности. Хотя его результат — 650 тыс. световых лет — оказался еще дальше от правильного, нежели хаббловский, он тоже свидетельствовал о том, что Андромеда не входит в состав Млечного Пути.

Хаббл продолжал заниматься тремя названными туманностями и после определения дистанции до Андромеды. В 1925 году он посвятил отдельную статью NGC 6822, особо подчеркнув, что цефеидный метод определения дистанций прекрасно работает и для этого звездного скопления, дав в результате 214 килопарсек. В 1926 году появилась аналогичная публикация о туманности M33, в которой Хаббл выявил 35 типичных цефеид.

В том же году была опубликована еще одна из самых известных работ⁶ Хаббла. В первой части он представил свою знаменитую (точнее, вскоре ставшую знаменитой) морфологическую классификацию туманностей, разделяющую их на семейства в зависимости от внешней формы. Эти семейства объединены в три группы: эллиптические туманности, логарифмические спирали и спирали с перемычкой (определение «логарифмические» было позднее заменено на «нормальные»). Для пущей наглядности Хаббл нарисовал диаграмму, внешне напоминающую камертон или двухзубцовую вилку. Эллиптические туманности представлены тремя овалами, как бы нанизанными на центральный стержень камертона; нормальные спирали

и спирали с перемычкой тоже разделены на три семейства каждая, расположенные вдоль двух ножек камертона (или, если угодно, зубцов вилки). В дальнейшем Хаббл добавил к своей системе туманности неправильной формы, *irregular nebulae* (таковы, например, Большое и Малое Магеллановы Облака).

Я не буду комментировать хаббловскую схему с точки зрения современных представлений о галактических структурах и механизмах их формирования. Все-таки это тема больше подходит книге по астрофизике, нежели научно-популярной статье. Уточню лишь, что позднее эту систему не раз модифицировали как сам Хаббл, так и другие астрономы, например Аллан Сэндидж и Жерар Анри де Воклуэр. В своей основе она используется и сегодня, хотя с разными вариациями. Во второй части статьи Хаббл представил результаты статистического анализа характеристик аж четырех сотен внегалактических туманностей!

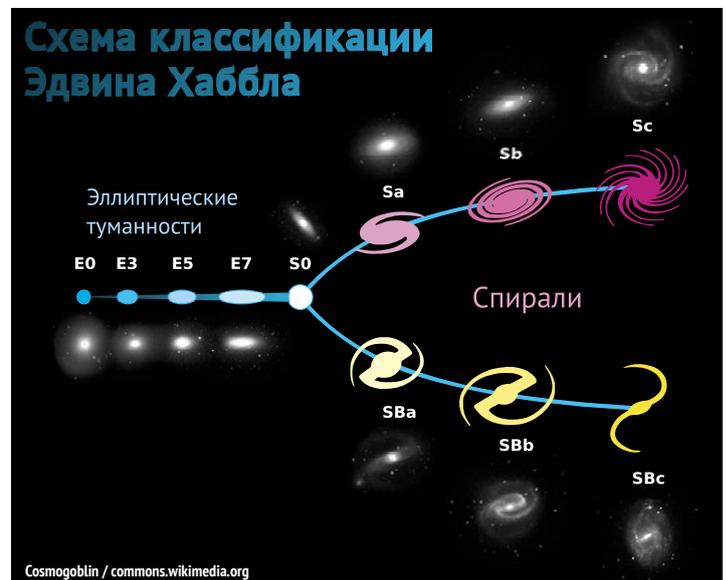
Хаббл не забыл и свою любимую Андромеду. В 1929 году он опубликовал статью с буквально говорящим заголовком "A Spiral Nebula as a Stellar System, Messier 31". В ней он представил результаты сравнительного изучения трех с половиной сотен фотографий Андромеды, полученных на шестидесятидюймовом и стодюймовом рефлекторах. Фактически он описал M31 как самостоятельную крупную галактику, однако, верный своим принципам, ни разу ее так не назвал. Наконец в 1930 году он посвятил отдельную статью анализу светимости эллиптических туманностей.

На рубеже 1920-х и 1930-х годов Хаббл пришел к своему второму великому открытию, которое лежало на стыке астрономии и космологии. Оно заслуживает отдельного раздела, который сейчас и воследует. Что до рассказа о золотых (для Хаббла, конечно) 1920-х годах, то мне остается добавить, что 26 февраля 1924 года он вступил в законный брак. Его избранницей стала молодая вдова Грейс Лейб, дочь крупного банкира из Лос-Анджелеса Джона Патрика Бёрка. Ее первый муж был геологом; в июне 1921 года он задохнулся при спуске в шурф заброшенной угольной шахты, упал на дно и разбился насмерть. Роман Эдвина и Грейс начался на следующий год и закончился идеальным браком. В марте молодожены отправились в путешествие по Европе, где провели не один, а три медовых месяца.

Напоследок надо отметить, что в 1925 году была обнародована еще одна важнейшая астрономическая работа — не того масштаба, что у Хаббла, но тоже прорывная. Вернувшийся из американской стажировки в Упсальскую обсерваторию Бертиль Линдблад предложил модель нашей галактики, разделенной на группы звезд, обращающихся вокруг ее центра с неодинаковыми угловыми скоростями⁷. В 1927 году эту идею на основе детального статистического анализа подтвердил его нидерландский коллега Ян Хендрик Оорт — тот самый, в честь которого названо гипотетическое «облако» периферийных тел Солнечной системы. Из него в ее центральную часть предположительно приходят долгопериодические кометы. Но это уже совсем другая история.

Продолжение следует

⁷ Lindblad B. Star-streaming and the structure of the stellar system // Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik, 1925, 19A (21), 1–8.



⁶ Hubble E.P. Extra-Galactic Nebulae // Astrophysical Journal, 1926, 64, 321–369.

Фото 1. Кадр из мини-сериала НВО «Чернобыль» (2019)



Чернобыльская авария и научные фантазии



Борис Бураков

Борис Бураков, докт. геол.-мин. наук, вед. науч. сотр. Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе (Санкт-Петербург)

На протяжении десятилетий тема Чернобыльской аварии продолжает волновать не только специалистов в области ядерной физики, радиационной медицины и экологии, но и самые широкие круги далеких от науки граждан, причем не только в нашей стране. Этим она разительно отличается от других тяжелых ядерных аварий, как случившихся ранее – в 1952-м (Чок-Ривер, Канада), 1957-м (Уиндскейл, Великобритания), 1979-м (Три-Майл-Айленд, США), – так и позже, в 2011 году (Фукусима, Япония). Интерес к этой теме подогревают кинематограф, художественная литература и даже компьютерные игры, становящиеся источником нового мифотворчества. Однако особенно тревожно выглядит то, что новые легенды подчас порождают сами научные работники, отказываясь от междисциплинарной кооперации в разработке единой понятной терминологии, комплексного анализа фактического материала и корректной популяризации результатов своих исследований. При отсутствии научной дискуссии умозрительные гипотезы о причинах, особенностях и последствиях Чернобыльской аварии превратились во взаимоисключающие мифы, которые продолжают жить своей жизнью уже многие годы.

Тяжелая авария на работающем ядерном реакторе сопровождается разрушением существенной части топлива, находящегося в так называемой активной зоне (*core*), и выбросом опасных радионуклидов в окружающую среду. Уран-оксидное ядерное топливо может подвергнуться механическому разрушению на фрагменты и мелкие частицы, а также взаимодействовать с циркониевыми оболочками с образованием расплава кориума (*corium*) Z-U-O. Данные процессы были характерны для аварий как в Чернобыле (26 апреля 1986 года), так и на атомных станциях Три-Майл-Айленд и «Фукусима-1». Вероятно, аналогичное разрушение топлива произошло и на реакторе в Чок-Ривер. Аварийный процесс может также воспламенить топливо с металлической урановой матрицей, что случилось на реакторе в Уиндскейле.

Продукты механического разрушения, плавления и окисления облученного ядерного топлива некоторое время продолжают интенсивно выделять тепло за счет распада в их матрице короткоживущих радионуклидов. В определенных случаях это приводит к плавлению силикатных конструкционных материалов реактора, например бетона, и образованию высокорadioактивных «лав». Наиболее ярко процесс образования «лав» проявился в Чернобыле [1–3], однако наличие сходных застывших силикатных расплавов прогнозируется и на трех аварийных реакторах АЭС «Фукусима-1» [4, 5].

Длительный контакт с окружающей средой (воздухом и водой различного химического состава и при разной температуре) высокоradioактивных урансодержащих материалов, возникших в результате тяжелой ядерной аварии, – фрагментов топлива, расплавов кориума, мелких частиц топлива и кориума (так называемых горячих частиц), силикатных «лав» и др. – сопровождается не только миграцией опасных радионуклидов. Могут также образовываться новые твердые радиоактивные соединения – так называемые вторичные урановые минералы. Они характеризуются измененным по сравнению с исходным материалом набором и количеством радионуклидов в их матрицах [6].

Данное явление в виде новообразованных ярко-желтых корок на поверхности черных чернобыльских «лав» в парораспределительном коридоре в «Саркофаге» (объекте «Укрытые») было впервые обнаружено сотрудниками Курчатовского института в 1990 году, а сами отобранные вторичные урановые минералы в экстренном порядке в том же году прошли предварительное изучение в Радиометрическом институте в Ленинграде [7]. Предполагается массовое образование сходных минералов и на затопленных водой трех аварийных реакторах АЭС «Фукусима-1» [4, 5].

Всё вышеупомянутое подчеркивает единые особенности физико-химических процессов, сопровождающих любые тяжелые аварии, несмотря на разные типы реакторов

и во многом не совпадающие сценарии аварийного процесса. Но в каждой новой ядерной аварии, безусловно, проявляются и уникальные индивидуальные особенности. Это относится не только к характеру разрушений реактора, медицинским, социальным и экологическим последствиям, мероприятиям по ликвидации и т. д., но и к восприятию населением самого катастрофического события.

Аварии в Чок-Ривер (1952) и в Уиндскейле (1957) почти забыты, что можно объяснить многолетней секретностью и отсутствием подробных доступных публикаций. Авария Три-Майл-Айленд (1979) вызывает интерес только у специалистов, хотя ей посвящены многочисленные фундаментальные научные труды. Вероятно, это обусловлено сравнительно небольшим выбросом радионуклидов за пределы реактора, что не ставится под сомнение большинством слабо информированного населения США.

Фукусимская авария (2011) имеет очевидные для населения тяжелые последствия, и до сих пор непонятна судьба находящегося под водой ядерного топлива трех расплавленных реакторов. Вызывает особое беспокойство третий аварийный блок «Фукусимы-1», в котором часть ядерного материала была представлена чрезвычайно радиоактивным уран-плутониевым оксидным топливом «МОКС» (*MOX – mixed oxide fuel*). Однако общественный интерес к этой аварии в целом постепенно снижается вопреки периодическим скандалам о радиоактивных утечках или начавшемуся сбросу загрязненной радионуклидами воды в океан.

На фоне других катастрофических событий Чернобыльская авария резко контрастирует высоким уровнем общественного интереса во всем мире. Чернобыльская тема стала неисчерпаемым источником вдохновения для людей самых разных профессий, возраста и психологических особенностей. Можно упомянуть появление новых версий зарубежной компьютерной игры «S.T.A.L.K.E.R.» («Сталкер») в компании с одноименной серией отечественных приключенческих повестей. Есть и другая компьютерная игра **Chernobylite** («Чернобылит»).

На российском телевидении вышли в свет два сезона фантастического сериала «Чернобыль. Зона отчуждения» (2014 и 2017) и один полнометражный фильм «Чернобыль. Зона отчуждения. Финал» (2019). Чуть позже в прокате появился отечественный художественный фильм «Чернобыль» (2021), но он уступил по популярности знаменитому американскому мини-сериалу «Чернобыль» (2019). Много лет в Интернете успешно существует youtube-канал украинского журналиста (в прошлом – ликвидатора аварии на ЧАЭС) А.В. Купного «Кофе со вкусом Чернобыля».

Подбирая в свой научный архив основные печатные издания, посвященные Чернобыльской аварии, автор данных строк с удивлением отметил регулярное появление новых книг, предлагающих осмысление чернобыльских событий от лица тех, кто не был вовлечен в научные исследования по этой теме. Вот лишь некоторые свежие примеры:

- Хиггинботам А. Чернобыль. История катастрофы. – Альпина нон-фикшн, 2020 (в оригинале: *Midnight in Chernobyl. The Untold Story of the World's Greatest Nuclear Disaster* by Adam Higginbotham, 2019). ▶

► • Плохий С. Чернобыль. История ядерной катастрофы. — Новое издательство, 2021.

- Перселегин С. Мифы Чернобыля. — Эксмо, 2024.
- Ливербарроу Э. Чернобыль 01:23:40. — АСТ, 2024 (Chernobyl 01:23:40: The Incredible True Story of the World's Worst Nuclear Disaster by Andrew Leatherbarrow, 2016).

В отличие от художественной литературы, эти книги предлагают читателю осмысление Чернобыльской аварии на основе опубликованных фактов, интервью с ликвидаторами и интерпретации научных данных. Нет сомнений в искренности и энтузиазме добровольных «чернобыльцев», но огорчает использование некорректной информации с неограниченным размахом.

Критический анализ потребовал бы издания отдельной монографии, но приведу аргумент и в их защиту. Многие в корне неверные или карикатурно искаженные представления о Чернобыльской аварии не были выдуманы в корыстных или других неблагоприятных целях, а перекочевали на страницы этих книг от научных работников, опубликовавших умозрительные гипотезы под видом научно обоснованных фактов. Причины и негативные последствия этого следует рассмотреть на кратких примерах.

Вина персонала или художественный вымысел?

Тема очень популярная и эмоциональная. Обсуждается в огромном количестве технических публикаций и художественных произведений, но впервые на экране была эффектно показана массовому зрителю в американском сериале НВО «Чернобыль» (2019). Важно указать и первоисточник.

Виновность персонала была публично объявлена академиком В.А. Легасовым из Курчатовского института в официальном докладе делегации СССР на заседании Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) в Вене в августе 1986 года: «...Таким образом, первопричиной аварии явилось крайне маловероятное сочетание нарушений порядка и режима эксплуатации, допущенных персоналом энергоблока...» [8]. От имени 23 авторов доклада (уважаемых ядерных экспертов) В.А. Легасов сообщил миру, что именно персонал ЧАЭС привел реактор в «нерегламентное состояние».

Добавлен и необычный штрих, характеризующий виновников аварии: «...Основным мотивом поведения персонала было стремление поскорее закончить испытания...» [8].

Возвратившись из Вены, В.А. Легасов в беседе с журналистом В.С. Губаревым уточнил и свою личную точку зрения: «...Потому что авария на четвертом блоке — прежде всего грубейшие ошибки обслуживающего персонала, но не сумела и техника сдержать операторов, не дать им отключать защитные системы...» [9].

Обращает на себя внимание негативная эмоциональность по отношению к персоналу ЧАЭС, чем умело воспользовались создатели американского сериала. На экране появился образ авторитарного злодея и главного официального виновника аварии в лице А.С. Дятлова (заместителя главного инженера по эксплуатации второй очереди станции). Именно он, по версии американских сценаристов, запугал персонал ночной смены и приказал со-

вершить над реактором противоестественные манипуляции, которые закончились «нерегламентным состоянием» и взрывом.

Всё просто и понятно. Но — что самое важное — версия вызывает доверие. Можно усилить впечатление, если напомнить зрителям, что А.С. Дятлов в 1987 году был осужден и приговорен к длительному сроку тюремного заключения.

В благодарность за помощь в сотворении кинозлodeя создатели американского сериала превратили советского академика-коммуниста В.А. Легасова в образ киногероя, который знает правду об аварии, ненавидит кинозлodeя А.С. Дятлова и, словно диссидент-либерал, бескомпромиссно борется с Комитетом государственной безопасности, скрывающим страшные тайны от народа. В неравной борьбе киногерой трагически кончает жизнь самоубийством, предварительно надиктовав на магнитофон чернобыльские истины. Моральные аспекты художественного сериала НВО комментировать невозможно, так как В.А. Легасов и А.С. Дятлов не были выдуманы, а существовали в реальной жизни.

Сериал НВО произвел гнетущее впечатление не только на впечатлительного неподготовленного зрителя, но и на ликвидаторов аварии, технических специалистов и научных работников. Интернет заполнили критические комментарии, но ограничусь краткой цитатой очень известного ученого из Курчатовского института академика Е.П. Велихова: «Американский фильм „Чернобыль“ — полная ерунда»¹.

Необходимо пояснить, что академики В.А. Легасов и Е.П. Велихов были не только коллегами по институту, но и вместе попали в Чернобыль уже в мае 1986 года, где своими рекомендациями определяли критические решения Правительственной комиссии по ликвидации аварии. Удивительно, что столь авторитетного ученого Курчатовского института и участника первых самых важных событий по ликвидации аварии Е.П. Велихова нет в соавторах экспертного доклада в МАГАТЭ о Чернобыльской аварии в компании с В.А. Легасовым и еще 22 коллегами.

Некоторые предположения можно сделать из того же интервью: «...По большому счету люди там были ни при чем, потому что ничего не могли сделать для предотвращения взрыва. В реакторе при его проектировании была потенциально заложена опасность... Тем не менее виновных надо было найти, и всю ответственность возложили на сотрудников станции...»

Обсуждению роли персонала ЧАЭС посвящены подробные, но противоречивые технические публикации, которые сложно популярно обобщить, так как исходные нормативные документы по эксплуатации реактора РБМК почти недоступны. Да и корректно разобраться в них без специального технического образования сомнительно.

Кроме того, неподготовленному человеку нужно сделать личный выбор: следует ли возложить ответственность за аварию на персонал смены реактора или расширить список виновников до руководства ЧАЭС, различных контролирующих органов и конструкторов РБМК.

Помочь должны международные эксперты МАГАТЭ, которые профессионально анализируют информацию по всем тяжелым ядерным

авариям в мире и публикуют общедоступные документы, например, INSAG-7 «Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности», который вышел на русском языке в 1993 году [10]. Документ излагается витиеватым дипломатическим языком, но все-таки понятен массовому читателю:

«...Тем самым уменьшается значение, которое придавалось в 1986 году в INSAG-1, представленной на Венском совещании точке зрения советских специалистов, почти полностью возложивших вину на действия эксплуатационного персонала. Некоторые действия персонала, которые в INSAG-1 были классифицированы как нарушения правил, фактически не являлись нарушениями...»

«...Однако полученная в последнее время из Советского Союза информация подтверждает, что блокировка САОР (системы аварийного охлаждения реактора) на Чернобыльской АЭС была фактически допустима, если она разрешилась Главным инженером, и что такое решение было дано на время проведения испытаний, приведших к аварии, и даже было утверждено в рабочей программе испытаний...»

Завершая данный раздел, отмечу, что в художественной литературе и кинематографе бесцеремонно проигнорировано мнение главного официального злодея Чернобыльской аварии. На суде в 1987 году А.С. Дятлов был единственным среди обвиняемых, кто аргументированно отстаивал невиновность персонала [11].

После досрочного освобождения из заключения в 1990 году и до своей кончины (1995) он успел опубликовать книгу «Чернобыль. Как это было» [12], в которой изложил личное мнение с поразительно точной формулировкой: «...При всех недостатках информации все-таки экспертам МАГАТЭ были доложены в основном фактические обстоятельства аварии и графики параметров. И вот в этих условиях эксперты МАГАТЭ фактически согласились с советскими информаторами и также во взрыве обвинили персонал. В связи с этим возникает вопрос: допускают ли эксперты возможность взрыва (ядерного взрыва) реактора, исполненного согласно нормативным документам, вследствие ошибки оператора? Если допускают, то их пропаганда по развитию ядерной энергетики безнравственна...»

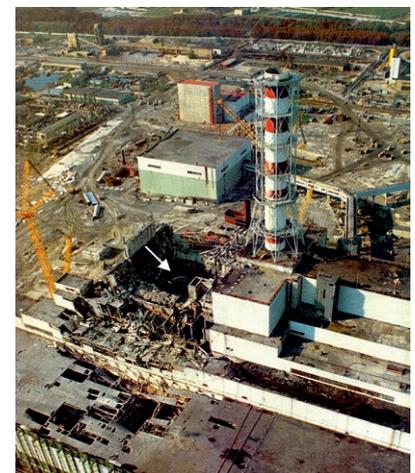


Фото 2. Разрушенное взрывом здание четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС. Вид с вертолета. Стрелка указывает на перевернутую плиту «Е». Май или июнь 1986 года. Автор фото неизвестен

¹ atomic-energy.ru/statements/2019/06/26/95718

Разрушение реактора: версии и криминалистика

Здание четвертого энергоблока ЧАЭС было разрушено взрывом 26 апреля 1986 года (фото 2). Это объективная реальность, которая не ставится под сомнение в отличие от природы самого взрыва.

Все, кто интересуется чернобыльским взрывом, вынужденно попадают на ярмарку очень разнообразных и неоднозначных терминов:

- «разгон реактора»
- «положительный коэффициент реактивности»
- «положительный выбег реактивности»
- «тепловой взрыв»
- «взрыв пара»
- «взрыв водорода»
- «взрыв гремучей смеси»
- «химический взрыв»
- «ядерный взрыв»
- «температура в 40 000 градусов»
- «диверсия»
- «два взрыва»
- «серия взрывов» и т. д.

В массовом сознании взрыв ядерного реактора ассоциируется с апокалиптическим ядерным взрывом. Нередко на красочных иллюстрациях к публикациям по чернобыльской теме изображают характерное грибовидное облако ядерного взрыва над четвертым энергоблоком ЧАЭС. Поэтому во всех официальных документах уделено особое внимание «правильной» природе чернобыльского взрыва.

В знаменитом докладе В.А. Легасова и коллег в МАГАТЭ в 1986 году взрыв представлен двумя компонентами. Сначала описано интенсивное парообразование, разогрев и разрушение топлива, которое привело к «... резкому повышению давления в ТК [технологических каналах], их разрушению и тепловому взрыву, разрушившему реактор и часть конструкций здания...» [8]. Потом добавлено: «...Парообразование и резкое повышение температуры в активной зоне создали условия для возникновения парциркуляции и других химических экзотермических реакций... В результате этих реакций образовалась содержащая водород и оксид углерода смесь газов, способная к тепловому взрыву при смешении с кислородом воздуха...» [8].

Можно сделать вывод, что «тепловой» взрыв реактора был обусловлен как перегретым паром, так и смесью водорода и углекислого газа с воздухом.

Позже в 1989 году в популярном официальном издании для широкой аудитории [13] «тепловой» взрыв противопоставлен ядерному в упрощенном виде и без участия водорода: «Произошел ли на четвертом энергоблоке Чернобыльской атомной станции ядерный взрыв? Нет, в реакторе произошел тепловой взрыв». Далее сходным образом описано интенсивное парообразование, разогрев и разрушение топлива, резкое повышение давления в технологических каналах: «...Это привело к тепловому взрыву, развалившему реактор...» [13].

К десятилетней годовщине аварии вышло в свет фундаментальное издание «Чернобыльская катастрофа» [14], в котором «неядерная» природа взрыва описывается уже без участия перегретого пара: «По сути дела, реактор и здание четвертого энергоблока были разрушены серией взрывов гремучей смеси...».

Может показаться, что те или иные детали «неядерного» взрыва интересны только специалистам, но это не так. «Ядерный взрыв» реактора упомянул в своей книге главный официальный виновник Чернобыльской аварии А.С. Дятлов [12] (см. цитату выше).

Версию о **реальном ядерном взрыве** вылетевшей из шахты реактора четвертого энергоблока ЧАЭС активной зоны опубликовали знаменитые разведчики («сталкеры») «Саркофага» и сотрудники Курчатовского института К.П. Чечеров и А.Н. Киселев [15, 16]. Автор данных строк неоднократно становился свидетелем недоброй эмоциональной критики этой версии, но в массовом сознании идея «ядерного взрыва» на ЧАЭС пустила глубокие корни.

Читатель уже обратил внимание, что по странной иронии самые громкие, но взаимоисключающие представления о Чернобыльской аварии опубликовали известные ученые, участники ликвидации аварии из Курчатовского института, сыгравшего ведущую роль при изучении катастрофы. Но если сами научные работники из ведущего института не смогли прийти к единому мнению, то возникают подозрения, что массовой аудитории достаются лишь «объедки» с научного стола, чтобы выбрать по вкусу те или иные кусочки не слишком съедобной информации.

Между тем научная мысль не стоит на месте, и к двадцатой годовщине аварии на ЧАЭС появилась новая гипотеза взрыва в результате **шаровой молнии** [17].

Согласимся, что невозможно ограничить ученых в поиске истины, но отметим, что познанию истины силой мысли можно предложить и альтернативу в виде криминалистического исследования фактов. Если катастрофу на ЧАЭС авторитетные специалисты и политики рассматривают как преступление, то логично провести поиск улик:

- Мониторинговые станции по всему миру отслеживают ядерные взрывы с целью выявления нелегальных испытаний ядерного оружия. «Ядерный взрыв» на ЧАЭС, если таковой имел место, не мог остаться незамеченным.
- Перегретый пар в закрытом объеме способен стать причиной взрыва **фугасного** типа (аналогия с воспламенением пороха). Взрыв гремучего газа (смеси водорода и кислорода воздуха) носит **бризантный** характер (аналогия со взрывом тротила). Характер разрушения шахты реактора однозначно укажет на тип взрывного процесса.

В мае 1986 года в Череповце (примерно в тысяче километров от Чернобыля) сотрудник Радиевого института С.А. Пахомов с коллегами при анализе изотопов ксенона в воздухе выявил признаки **мгновенной цепной ядерной реакции с выделением большого количества энергии**. По своей физической природе это явление аналогично ядерному взрыву, но не дотягивает до полноценного атомного взрыва. Например, нет мощной ударной волны, светового излучения и значительно электромагнитного импульса.

Опубликовать свои сенсационные научные результаты сотрудники Радиевого института смогли только в 1991 году [18]. Но, вероятно, намеренно изложили выводы специфическим и не всем понятным языком: «Проведенный анализ показывает, что из-за неоднородности нейтронного потока в активной зоне реактора в момент аварии мгновенному пере-

облучению подверглась лишь часть топлива: 0,01–0,1% от общей массы топлива».

Значительно позднее С.А. Пахомов и его коллеги опубликовали более доступные для понимания научные статьи по данной теме [19, 20], но они оставались незамеченными, пока шведские исследователи с рекламой в Интернете не представили общественности (со ссылкой на результаты Радиевого института) свою версию о двух взрывах на четвертом энергоблоке ЧАЭС. Первый взрыв состоял из **ядерных взрывов, вызванных тепловыми нейтронами (thermal neutron mediated nuclear explosions)**, а второй был связан с перегретым паром [21].

Помимо изотопных криминалистических маркеров ядерной природы чернобыльского взрыва в 2017 году были опубликованы и материаловедческие доказательства — по результатам многолетнего совместного исследования Радиевого института и Объединенного общеевропейского исследовательского центра (Joint Research Center, Карлсруэ, Германия) [22].

Следует подчеркнуть, что ядерная природа взрыва сама по себе не объясняет разрушения четвертого энергоблока. Криминалистическое расследование требует собрать улики внутри разрушенного реактора, что и было сделано К.П. Чечеровым и его коллегами. Они вживую героически проникли в шахту аварийного реактора и ценой личного переоблучения задокументировали [23] следующие факты:

- В результате взрыва шахта реактора (пространство, ограниченное стальным цилиндром бака биологической защиты «Л» — см. иллюстрацию в [3]) оказалась фактически пустой. Иными словами, отсутствует вся активная зона с ядерным топливом, технологическими каналами и графитовыми блоками. При этом бак «Л» почти не пострадал, а между переборками в его полых стенках сохранилась вода.
- На значительной части поверхности бака «Л», а также плиты основания реактора «ОР» (сверху и снизу) и верхней перевернутой взрывом плиты реактора «Е» (сверху и снизу) сохранилась краска.
- Разрушение реактора повлекло смещение на четвертом вниз плиты основания реактора «ОР». Примерно четверть «ОР» в юго-восточной части исчезла.

Все эти наблюдения однозначно указывают на **фугасный характер объемного взрыва**, который выбросил наружу основную часть активной зоны реактора (с топливом, технологическими каналами и графитовыми блоками).

Шахта реактора, образно выражаясь, как бы выстрелила вверх подобно стволу ружья. «Пороховым зарядом» объемного фугасного взрыва мог быть только перегретый пар. Поэтому сохранилась и сама шахта реактора (бак «Л»), и краска на внутренних поверхностях.

Некоторая часть ядерных и конструкционных материалов попала в обратном направлении в подреакторное пространство (помещение № 305/2), где и образовались чернобыльские «лавы».

Источником энергии, которая перегрела пар, явилась неуправляемая цепная реакция в локальной части активной зоны (юго-восточная область в непосредственной близости от плиты основания реактора «ОР»). ▶

► Образно можно представить себе ядерный «капсуль-детонатор», воспламенившийся в нижней части шахты реактора «порох» перегретого пара. Данное «ядерное событие» сопровождалось чрезвычайно высокой температурой, которая по прямой материаловедческой оценке существенно превысила 2400–2600 °C [22]. Расчетные оценки иногда упоминают даже 40 000 °C [15, 16], но не это главное.

Объективной реальностью является **локальность ядерного события** в формальном объеме примерно двух технологических каналов (перерасчет данных С.А. Пахомова [18–20]) при наличии в реакторе 1659 технологических каналов с топливными кассетами на момент аварии [8, 15, 23]. Объективной реальностью является и **исключительная кратковременность ядерного события** [22].

Воздействие очень высокой температуры привело к возникновению расплава кориума Zr-U-O еще до момента объемного разрушения активной зоны (до контакта с воздухом) и исчезновению четверти плиты основания реактора «ОР». **Локальность и кратковременность** высокотемпературного процесса неуправляемой ядерной реакции объясняет сохранение краски даже на внешней поверхности сохранившейся части плиты «ОР» и почти всей поверхности бака «Л».

Природа или детонация взрыва на ЧАЭС была ядерной, но именно «выстрел» перегретого пара из шахты реактора выбросил вверх основную часть активной зоны (и вниз — меньшую ее часть) и разрушил здание четвертого энергоблока. Нет никаких материальных доказательств участия водорода в этом кратковременном процессе. Об этом — раздел ниже.

Все основные криминалистические результаты опубликованы на английском языке и общедоступны, но почти не обсуждаются в научной среде. В них нет эмоциональной составляющей, поэтому для широкой аудитории интереснее описание взрыва поэтическим языком, например, в исполнении А. Хиггинботамы: «В 1:24 раздался исполинский рев, видимо вызванный внезапным воспламенением смеси водорода от пароциркониевой реакции внутри реактора и кислорода воздуха. Всё здание вздрогнуло, когда реактор № 4 разорвал катастрофический взрыв, эквивалентный 60 т тротила. Ударная волна прокатилась по стенкам корпуса реактора, разорвала сотни труб водяного парового контуров и, как монетку, подбросила вверх верхнюю биологическую защиту; она раздавила 350-тонную машину загрузки-разгрузки топлива, сорвала с рельсов верхний мостовой кран, разнесла верхние стены реакторного зала и выбила бетонную крышу, открыв взгляду ночное небо». Чьему взгляду?

Пароциркониевая реакция и ее продукты: водород и оксид циркония

Ядерное уран-оксидное топливо в различных типах ядерных реакторов обычно заключено в оболочки из циркониевого сплава. В черномыльском реакторе не только оболочки топлива были изготовлены из циркония (сплав: Zr + 1 масс.% Nb), но и трубы технологических каналов (сплав: Zr + 2,5 масс.% Nb) [24–26].

При перегреве циркониевых оболочек и каналов выше 950 °C в контакте с водой-паром начинается **пароциркониевая реакция**, которая после достижения 1200 °C становится самоподдерживающейся [27]. Выделяется большое количество тепла и образуется водород (примерно 0,5 л водорода на 1 г циркония). «Гремучая смесь» водорода и кислорода воздуха взрывоопасна. Взрывы первого и третьего блоков АЭС «Фукусима-1» (2011), которые транслировались фактически в прямом эфире, связывают именно с «гремучей смесью».

Несколько отвлекаясь от темы, напомним, что на Фукусиме загадочно взорвался и четвертый энергоблок, который на момент цунами не работал. Мистическая аналогия с четвертым энергоблоком ЧАЭС почему-то до сих пор не привлекла внимания писателей и кинематографистов.

Очевидно, что особенности пароциркониевой реакции и ее потенциального возникновения при тяжелых ядерных авариях подробно изучались в разных странах мира. За перегревом уран-оксидного топлива и циркониевой оболочки в любом реакторе непременно последует пароциркониевая реакция, если в системе присутствует вода-пар. Но авария на ЧАЭС полна сюрпризов.

В 1990 году автор этих строк приступил к изучению черномыльских «лав» и твердых радиоактивных частиц (так называемых «горячих частиц»), загрязнивших почву Западного радиоактивного следа (фото 3 и 4).



Фото 3. Автор перед отбором образцов в «Саркофаге» (объекте «Укрытие»), 1990 год

Среди включений в «лавах» и в матрицах «горячих частиц» было интересно обнаружить не только фазы оксидов урана (диспергированного топлива), твердых растворов (Zr, U)O₂-(U, Zr)O₂ (результат диспергирования, застывания и окисления расплава кориума

Zr-U-O) [2, 3, 22, 28–33], но и главный твердый продукт пароциркониевой реакции — оксид циркония ZrO₂.

Оксид циркония характеризуется высокой химической инертностью и механической прочностью, применяется при производстве огнеупорной керамики, протезов суставов, зубных коронок и синтетических драгоценных камней фианитов. Частицы природного минерала бадделейта ZrO₂ сохраняются в морских и речных россыпях в течение миллионов лет. Потенциальное наличие многочисленных техногенных частиц ZrO₂ в почве Западного радиоактивного следа и в матрице «лав» — это единственно возможное прямое доказательство пароциркониевой реакции в процессе аварии на ЧАЭС.

Для поиска частиц ZrO₂ из проб загрязненной почвы регулярно выделялись не только топливные и кориумные «горячие частицы», но и все тяжелые нерадиоактивные минералы. Сотрудники Радиового института Л.Д. Николаева и В.А. Цирлин в 1990 году в специальном помещении внутри «Саркофага» растворили в плавиковой кислоте большие куски



Фото 4. Автор на поиске радиоактивных частиц на Западном радиоактивном следе, 1990 год

«лав» для поиска (в представительном объеме нерастворимого остатка) частиц устойчивых техногенных соединений урана и циркония [2, 33].

Многолетние материаловедческие и минералогические исследования не обнаружили заметных количеств ZrO₂ в продуктах Чернобыльской аварии, что полностью снимает обвинение с водорода, подозреваемого во взрыве.

Отсутствие признаков пароциркониевой реакции при очевидном перегреве части топливных сборок в черномыльском реакторе имеет простое объяснение. Процесс фугасного взрыва перегретого пара, инициированный ядерной детонацией, протекал слишком быстро. Для пароциркониевой реакции, накопления водорода и образования гремучей смеси не осталось времени.

Легенда о горении графита

Графит, в отличие от каменного угля, является кристаллическим огнеупорным материалом, из которого изготавливают тиглы для плавления на воздухе цветных металлов. Воздействие высокой температуры ►

▶ на графит в контакте с воздухом приводит к его постепенному окислению с образованием сначала угарного газа CO. Далее CO переходит в углекислый газ CO₂. В муфельной печи при плавлении меди или серебра в графитовом тигле при температуре 1000 °C можно заметить легкие всполохи голубоватого свечения, которое обусловлено окислением-горением именно угарного газа, но не графита. Угарный газ препятствует окислению цветных металлов при их плавлении в воздушной атмосфере, поэтому графитовые тигли, несмотря на свою недолговечность, более популярны для этих целей в сравнении с керамическими.

Температура графита в локальных точках графитовых блоков РБМК в процессе эксплуатации может достигать 750 °C [24], поэтому для предотвращения окисления графита реакторное пространство заполняется смесью азота и гелия [24].

Облучение нейтронами вызывает возникновение радиационных дефектов в кристаллической решетке графита (или накопление «энергии Вигнера» [34]), что может сопровождаться увеличением механической прочности графитовых блоков. Теоретически в облученном графите при определенных условиях вероятен самоотжиг накопившихся радиационных дефектов и саморазогрев матрицы графитового материала. Однако автору данных строк пока не удалось обнаружить научно-го описания данного явления или услышать рассказы очевидцев о саморазогреве реальных облученных графитовых блоков РБМК.

Пожар на уран-графитовом реакторе в Уиндскейле (1957) даже в сознании многих технических специалистов почему-то ассоциируется с горением графита, хотя воспламенился исключительно металлический уран. Вероятно, умозрительные теории «британских ученых» о «пожарной опасности» любых уран-графитовых реакторов телепатически переместились в Чернобыль, а позже получили признание широкой научной и ненаучной общественности.

Следует сделать оговорку и определиться в терминологии. «Горение» — это «самоподдерживающийся процесс окисления» с выделением тепла. Каменный уголь окисляется, самопроизвольно сгорая на воздухе, а огнеупорный графит медленно окисляется (но не горит) в тех же условиях в результате «принудительного внешнего нагрева».

Главным автором гипотезы горения графита в разрушенном реакторе четвертого энергоблока ЧАЭС, как это ни странно, стал академик-химик В.А. Легасов: «...Ясно было, что горит графит, и каждая частица графита несла на себе достаточно большое количество радиоактивных источников. Встала сложная задача. Обычно скорость горения графита составляет где-то тонну в час. В четвертом блоке было заложено 2,5 тыс. тонн графита. Следовательно, эта масса могла бы гореть примерно 240 часов, вынося с продуктами своего горения радиоактивность, распространяя ее на большую территорию...» [35].

Соответственно, показалось логичным экстренно тушить пожар в шахте реактора, сбрасывая с вертолетов песок, глину, свинец и другие материалы [1]. Позже выяснится, что в шахте нет следов горения [23]. А вертолетная засыпка не попала ни в шахту реакто-

ра, прикрытую сверху перевернутой плитой «Е», ни даже на саму плиту «Е» [23] (рис. 5).

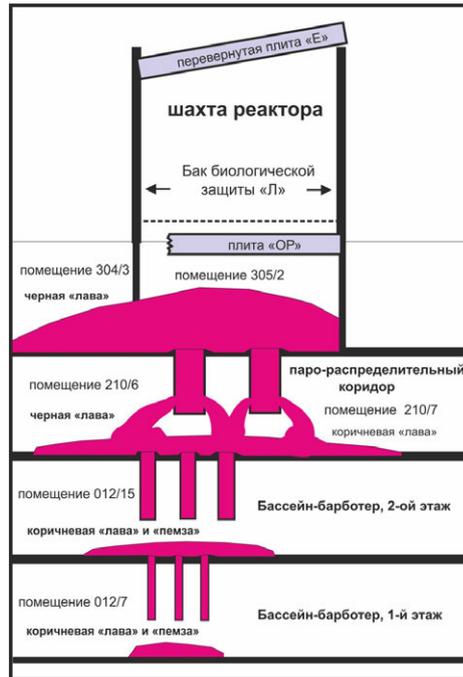


Рис. 5. Максимально упрощенное изображение шахты реактора и расположения чернобыльских «лав» на схематическом разрезе аварийного четвертого энергоблока ЧАЭС. По материалам [1, 15, 16, 23, 38, 39, 40, 41]

В ненаучной литературе у зарубежного «чернобылеведа» А. Хиггинботамы интенсивное горение графита напоминает пионерский костер: «...А пока Велихов и Легасов спорили о риске расплавления, графит продолжал пылать...» [36]

Но и в научной литературе появились публикации об исследовании горения реакторного графита (например, [37]), в которых под «горением» все-таки подразумевается процесс принудительного окисления графита внешним нагревом. Это не способствует единому пониманию реальности.

Международные проекты по моделированию тяжелых аварий, например TCOFF (Thermodynamic Characterisation of Fuel Debris and Fission Products Based on Scenario Analysis of Severe Accident Progression²), также не забывают про «горение» графита в Чернобыле.

Автору данных строк пришлось снять видеоролик, чтобы экспериментально продемонстрировать отсутствие горения графита на воздухе даже при температуре существенно выше 2000 °C. А.В. Купный разместил видеоролик на своем youtube-канале «Кофе со вкусом Чернобыля», но и это не помогло. Помимо традиционных нелицеприятных комментариев от разочарованных просмотром подписчиков канала, поступили вдохновляющие своим энтузиазмом предложения от научных коллег. Они убеждали найти способ и поджечь-таки графит вопреки природе! Например, измельчить его в тонкую пыль или применить жидкий кислород. Может быть, и шаровая молния сгодится...

² oecd-nea.org/jcms/pl_25584/thermodynamic-characterisation-of-fuel-debris-and-fission-products-based-on-scenario-analysis-of-severe-accident-progression-tcoff

Приходится признать, что легенда о горении графита продолжает жить и по причине пробелов в образовании, и в силу ментальных особенностей научных работников, не привыкших пасовать перед трудностями.

«Китайский синдром»: конструкция реактора РБМК, «лавы» и шахтеры

В марте 1979 года в США вышел в прокат художественный фильм «Китайский синдром», в котором по сюжету ожидалась тяжелая ядерная авария на АЭС, плавление топлива и даже фантастическое движение радиоактивного расплава в недра Земли с выходом наружу в Китае. В киноленте этого не случилось, но, по странной иронии, 28 марта того же года в США произошла авария Три-Майл-Айленд, в процессе которой почти половина активной зоны реактора расплавилась. С этого момента «китайский синдром» привлек внимание не только журналистов, но и ученых [38, 39].

В Чернобыле угрозу «китайского синдрома» первым сформулировал (по воспоминаниям академика В.А. Легасова) академик Е.П. Велихов:

«...В это время появился Евгений Павлович [Велихов], стал говорить о возможности „китайского синдрома“, о том, что эти барботеры — нижний и верхний — будут проплавлены, и что какая-то часть топлива может попасть в землю и дальше, проплавливая землю, дойти до водоносных слоев...»

«...Вероятность такого события представлялась чрезвычайно малой, но тем не менее как превентивную меру, после некоторых колебаний, все-таки приняли. Евгений Павлович настоял на том, чтобы нижний поддон под фундаментной плитой реактора был сооружен...» [35].

Работы по созданию под фундаментом реактора защитной плиты начались уже 3 мая 1986 года с привлечением 388 шахтеров [39].

В американском художественном сериале НВО «Чернобыль» обреченные на смерть киношахтеры роют туннель почему-то в голлом виде. Также странно, что в сериале нет кинообраза Е.П. Велихова, а борьбу с «китайским синдромом» по линии науки ведет в одиночку всё тот же универсальный киногерой В.А. Легасов.

В первые дни аварии на ЧАЭС в подреакторном помещении 305/2 действительно образовались высокорadioактивные силикатные «лавы» (или «лавообразные топливосодержащие массы») [1–3, 15, 16, 23, 28, 30, 38–41], которые протекали вниз вплоть до первого этажа бассейна-барботера и застыли. Это объективная реальность, героически задокументированная К.П. Чечеровым и его коллегами из Курчатовского института, Радиевого института и других организаций (рис. 5, фото 6).

Создается впечатление, что «китайский синдром» в Чернобыле получил материальное подтверждение — в том или ином виде. И героический труд реальных шахтеров не был напрасным. Но не всё так просто, если взглянуть на конструкцию реактора РБМК [16, 38–40], которая предусматривает паросбросные трубы на случай проективной аварии.

Под реактором в «подаппаратном» помещении 305/2 таких труб восемь штук ▶

► диаметром 120 см каждая, т. е. суммарное сечение «дыры» для потенциального движения расплава вниз в парораспределительный коридор (ПРК) было примерно 9 м². Паросбросные трубы соединяют ПРК и с бассейном-барботером (расположенным ниже). Таким образом, высокорadioактивный силикатный расплав двигался вниз по трубам, а не «прожигал» бетонные перекрытия по сценарию «китайского синдрома» (фото 6).

Полностью сооружение подфундаментной плиты под реактором завершилось 28 июня 1986 года [39]. Значительно раньше (6 или 7 мая 1986 года) был осуществлен знаменитый слив воды из помещений бассейна-барботера, чтобы предотвратить возможный паровой взрыв при попадании радиоактивного расплава в воду.

В американском сериале НВО «Чернобыль» (2019) и отечественном художественном фильме «Чернобыль» (2021) на слив воды отправляются три кинобогатыря в водолазных костюмах. В российском фильме им приходится нырять в настоящий кипяток по аналогии с народной сказкой.

Подробную реальную информацию о сливе воды (в том числе интервью одного из участников) можно найти в Интернете, например на youtube-канале А.В. Купного «Кофе со вкусом Чернобыля». Отмечу только самое главное. **На момент слива воды застывшие чернобыльские «лавы» уже находились в бассейне-барботере** [2, 3, 40]. Л.А. Плескачевский и его коллеги из Радиевого института обнаружили фрагменты «пемзы» (пористого продукта быстрого застывания коричневых «лав» при попадании в воду), осевших на трубах в бассейне-барботере после слива воды (фото 7).

Радиоактивный расплав все-таки успел попасть в воду, а сооружение шахтерами подфундаментной плиты продолжалось более полутора месяцев в силу некорректных умозрительных представлений о конструкции реактора РБМК.

В 2012 году авторы официального издания Курчатовского института «**Опыт Чернобыля (работы на объекте «Укрытие»). Часть 1**» А.А. Боровой и Е.П. Велихов опубликуют следующее заключение: «Подводя итоги, можно сказать, что, с точки зрения знаний сегодняшнего дня, сложные мероприятия по предотвращению проплавления перекрытий блока и попаданию топлива в грунтовые воды представляются излишними».

Через семь лет Е.П. Велихов в интервью³ уточнил свою личную точку зрения: «...Сегодня, оценивая действия ликвидаторов в Чернобыле, я считаю, что в целом всё было правильно. Единственный важный момент: не стоило засыпать реактор песком, он перегрелся, и это спровоцировало второй выброс. Реактор сам бы остыл...»

Быль о «чернобылите»

В самом начале 1990 года в Радиевом институте в Ленинграде при изучении небольших образцов чернобыльских «лав» автор данных строк обратил внимание на характерные остроугольные включения в их матрицах, напоминающие по форме кристаллы циркона $ZrSiO_4$ в горных породах. Коллеги по институту Л.Д. Николаева и В.А. Цирлин растворили в плавиковой кислоте кусочки «лав», что позволило сначала извлечь, а потом и диагностировать первые кристал-

лы техногенного высокоуранового циркона ($Zr, U)SiO_4$ [42] (фото 8).

К совместному изучению этого необычного минерала подключились коллеги из Германии (Университета Мюнстера и Объединенного общеевропейского исследовательского центра в Карлсруэ), ИФХЭ РАН и с кафедры радиохимии МГУ [2, 30, 33], рассматривая чернобыльский циркон в качестве криминалистического маркера условий образования «лав». Например, было доказано, что для роста кристаллов ($Zr, U)SiO_4$ в силикатном расплаве потребовалось значительное время, поэтому версия К.П. Чечерова и Киселева А.Н. о сверхбыстром (в течение 8–10 с) образовании, растекании и застывании «лав» [15, 16, 23] не подтвердилась.

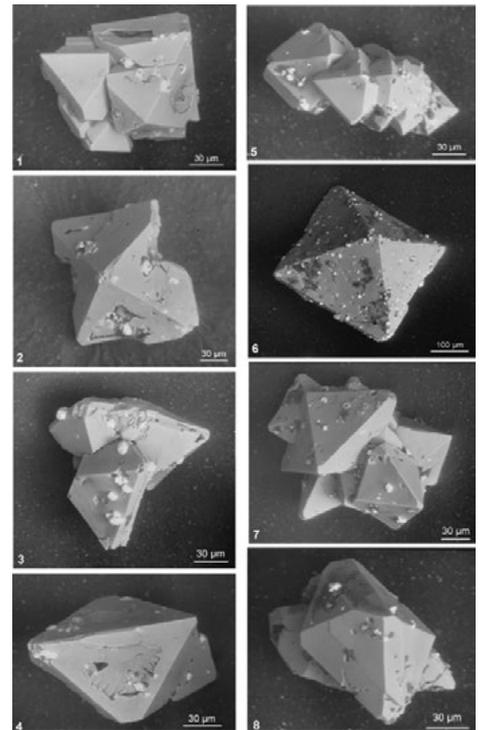


Фото 8. Кристаллы высокоуранового техногенного циркона ($Zr, U)SiO_4$, извлеченные при частичном растворении чернобыльских «лав» в плавиковой кислоте. Изображения на сканирующем электронном микроскопе. Фото автора [2]

Первая демонстрация фотографий кристаллов высокоуранового циркона в Комплексной экспедиции Курчатовского института в Чернобыле в марте 1990 года вызвала большой научный интерес и неожиданные, не связанные с наукой последствия.

В июне того же года газета Курчатовского института «Советский физик» сообщила: «Одной из интереснейших находок было открытие в составе лавы кристаллов техногенного происхождения, кристаллического силиката циркония и урана. Их назвали «чернобылитом» [43]. Кто нашел и назвал — не общалось, а авторов находки журналисты ни о чем и не спросили.

Вскоре радостную весть подхватил журнал «Химия и жизнь»: «...В тех же образцах нашли кристаллические образования, идентифицированные как силикат циркония и урана. Их-то и назвали чернобылитом — подобных кристаллов классическая минералогия не знала» [44]. На самом деле журналисты не знали и не потрудились узнать, что ►



Фото 7. Фрагменты высокорadioактивной «пемзы» (пористого продукта быстрого застывания расплава коричневых «лав» при попадании в воду) на трубах в бассейне-барботере (первый этаж) в «Саркофаге» (объекте «Укрытие») отмечены стрелками. До слива воды большая часть пемзы плавала на ее поверхности. 1989 год. Фото любезно предоставлено Л.А. Плескачевским из [40]



Фото 6. Застывший поток лавы, вытекающей из трубы (паросбросного клапана) в парораспределительном коридоре в «Саркофаге» (объекте «Укрытие») в помещении 210/7. Фото сделано сотрудниками Курчатовского института, предположительно в 1990 году

³ atomic-energy.ru/statements/2019/06/26/95718

► «классическая минералогия» настаивает на использовании классического названия минерала «цирккон».

Самое яркое описание «чернобылита» принадлежит «чернобылевед» А. Хиггинботаму: «...Одним из этих уникальных открытий была субстанция, которую они окрестили чернобылитом – красивый, но смертельно опасный кристаллический силикат, состоящий из циркония и урана, который они откачали от развалин...» [36].

Интересные пояснения о «чернобылите» предоставили разработчики компьютерной игры **Chernobylite**: «Изначально главный герой игры вместе с группой сталкеров проникает на территорию Чернобыльской АЭС, чтобы добыть „чернобылит“ – загадочный материал, позволяющий перемещаться в пространстве»⁴.

Обзорная лекция о техногенном чернобыльском цирконе, прочитанная автором на кафедре кристаллографии СПбГУ к 35-летию аварии на ЧАЭС, размещена на youtube-канале А.В. Купного «Кофе со вкусом Чернобыля».

В Интернете появились запросы о покупке «чернобылита» с неясными целями. Виртуальных покупателей то ли завораживает легкое таинственное кристаллов, то ли манит легкое перемещение в иные миры.

Выводы

Краткая информация, изложенная выше, позволяет сформулировать только неутешительные выводы:

- Несмотря на многолетние исследования различных научных институтов и индивидуальных экспертов, нет системной и научно обоснованной картины аварии на Чернобыльской АЭС.
- Обобщение результатов исследований проводится хаотично, без обсуждения с научными коллегами и без согласования общей терминологии.
- Мифотворчество вокруг аварии на Чернобыльской АЭС инициировано в своей основе именно научными работниками, но расцветает благодаря массовой безграмотности.
- Работа над ошибками при изучении и ликвидации Чернобыльской аварии даже не начиналась. Рано или поздно ее придется осуществить, чтобы просчитать и свести к минимуму последствия будущих ядерных аварий.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность Л.А. Плескачевскому за идею данной статьи, предоставленную фотографию «пемзы» в бассейне-барботере и ценные замечания. Цветные фотографии, запечатлевшие автора в Чернобыле в 1990 году, были сделаны и подарены норвежским коллегой, имя которого, к сожалению, не сохранилось.

1. Боровой А.А., Галкин Б.Я., Криницын А.П., Маркушев В.М., Пазухин Э.М., Херувимов А.Н., Чечеров К.П. Новообразованные продукты взаимодействия топлива с конструкционными материалами четвертого блока Чернобыльской АЭС // *Радиохимия*, № 6, 1990, с. 103–113.
2. Burakov B.E. Lava-like materials formed and solidified during Chernobyl accident. In: Konings, Rudy JM and Stoller Roger E (eds.) // *Comprehensive Nuclear Materials 2nd edition*, vol. 2, 2020, pp. 525–540.

3. Бураков Б.Е. Радиоактивные лавы Чернобыля, *ТрВ-Наука*, № 12, 356, 2022, с. 8–9. trv-science.ru/2022/06/radioaktivnye-lavy-chernobylya/

4. Zubekhina B. Yu., Burakov B. E., Leaching of actinides and other radionuclides from matrices of Chernobyl “lava” as analogues of vitrified HLW // *J. Chem. Thermodynamics*, 114, 2017, pp. 25–29.

5. Zubekhina, B.Y., Burakov, B.E., Bogdanova, O.G., Petrov, Y.Y. Leaching of ¹³⁷Cs from Chernobyl fuel debris: Corium and «lava» // *Radiochimica Acta*, 107, 12, 2019, pp. 1155–1160.

6. Burns P.C., Rodney C.R.C., Navrotsky A. Nuclear fuel in a reactor accident // *Science*, vol. 335, 2012, pp. 1184–1187.

7. Burakov B. E., Anderson E. B., Strykanova E. E., Secondary uranium minerals on the surface of Chernobyl “lava”. *Materials Research Society Symposium Proceedings, Scientific Basis for Nuclear Waste Management XX*, vol. 465, 1997, pp. 1309–1311.

8. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // *Атомная энергия*, т. 61, вып.5, ноябрь 1986 года, с. 301–320.

9. Сквозь призму Чернобыля // «Правда», 5 сентября 1986 года.

10. Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. INSAG-7. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ. – Вена, 1993, 146 с.

11. Карпан Н.В. Месть мирного атома. – 2006, 567 с.

12. Дятлов А.С. Чернобыль. Как это было. – Научтехлитиздат, 1995; lib.aldebaran.ru

13. Возняк В.Я., Коваленко А.П., Троицкий С.Н. Чернобыль: события и уроки. Вопросы и ответы. Ред. Игнатенко Е.И. – М.: Политиздат, 1989, 278 с.

14. Чернобыльская катастрофа, ред. Барьяхтар В.Г. – Киев: Наукова Думка, 1995, 559 с.

15. Киселев А., Чечеров К. Процесс разрушения реактора на Чернобыльской АЭС // *Бюллетень по атомной энергии*, 2001, № 10, с. 40–47.

16. Киселев А.Н., Чечеров К.П. Модель процесса разрушения реактора четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС // *Атомная энергия*, т. 91, вып. 6, 2001, с. 425–434.

17. Торчигин В. Можно ли рассматривать шаровую молнию как возможную гипотезу Чернобыльской аварии? // *Бюллетень по атомной энергии*, № 4, 2006, с. 90–92.

18. Пахомов С.А., Кривохатский К.С., Соколов И.А. Оценка величины мгновенного энерговыделения при аварии реактора на ЧАЭС, основанная на определении отношения активностей ксенона-133 и ксенона-133м в воздухе // *Радиохимия*, № 6, 1991, с. 125–132.

19. Пахомов С.А., Дубасов Ю.В. Оценка величины мгновенного энерговыделения при аварии реактора на ЧАЭС // *Труды Радиового института* им. В.Г. Хлопина, т. XIV, 2009, с. 79–86.

20. Pakhomov S.A. and Dubasov Y.V. Estimation of explosion energy yield at Chernobyl NPP accident // *Pure Appl. Geophys.*, 167, 2010, pp. 575–580.

21. De Geer L-E, Persson C., Henning R. A Nuclear jet at Chernobyl around 21:23:45 UTC on April 25, 1986 // *Nuclear Technology*, v. 201 (1), 2018, pp. 11–22.

22. Pöml P. and Burakov B., Study of a “hot” particle with a matrix of U-bearing metallic Zr: Clue to supercriticality during the Chernobyl nuclear accident // *J. Nucl. Mater.*, 488, 2017, pp. 314–318.

23. Киселев А., Сурин А., Чечеров К. Зафиксированные данные о развитии аварийных процессов на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС. Результаты послеварийного обследования // *Бюллетень по атомной энергии*, № 4, 2006, с. 36–42.

24. Доллежал Н.А., Емельянов И.А. Канальный ядерный энергетический реактор. – М., Атомиздат, 1980, 208 с.

25. Нигматулин И.Н., Нигматулин Б.И. Ядерные энергетические установки: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986, 168 с.

26. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК, ред. Ю.М. Черкашов, Ю.М. Никитин, И.А. Стенбок. – М., ГУП НИКИЭТ, 2006, 631 с.

27. Самойлов О.Б., Усынин Г.Б., Бахметьев А.М. Безопасность ядерных энергетических установок. – М.: Энергоатомиздат, 1989, 280 с.

28. Burakov B. E., Anderson E. B., Galkin B. Ya., Pazuukhin E. M., Shabalev S. I. Study of Chernobyl “hot” particles and fuel containing masses: implications for reconstruction the initial phase of the accident // *Radiochimica Acta*, 65, 1994, pp. 199–202.

29. Burakov B. E., Shabalev S. I., Anderson E. B. (2003) Principal features of Chernobyl hot particles: phase, chemical and radionuclide compositions. In S. Barany, Ed. *Role of Interfaces in Environmental Protection*, Kluwer Academic Publishers, NATO Science Series, Earth and Environmental Sciences, Vol. 24, 2003, pp. 145–151.

30. Shiryayev A. A., Vlasova I. E., Burakov B. E., Ogorodnikov V. I., Yapaskurt V. O., Averin A. A., Pakhnevich A. V., Zubavichus Y. V., Physico-chemical properties of Chernobyl lava and their destruction products // *Progress in Nuclear Energy*, 92 (2016), 104–118.

31. Pöml P., Burakov B., Study of the redistribution of U, Zr, Nb, Tc, Mo, Ru, Fe, Cr, and Ni between oxide and metallic phases in the matrix of a multiphase Chernobyl hot-particle extracted from a soil sample of the Western Plume // *Radiochimica Acta*, 106, 12, 2018, pp. 985–990.

32. Shiryayev A. A., Vlasova I. E., Yapaskurt V. O., Burakov B. E., Averin A. A., Elantsev I., Forensic study of early stages of the Chernobyl accident: story of three hot particles // *J. Nucl. Mater.*, 511, 2018, pp. 83–90.

33. Shiryayev A. A., Burakov B. E., Vlasova I. E., Nickolsky M. S., Averin A. A., Pakhnevich A. V. Study of mineral grains extracted from the Chernobyl “lava” // *Mineralogy and Petrology*, 114(6), 2020, pp. 489–499.

34. Достов А.И. Метод расчета скорости выделения энергии Вигнера в задачах теплопроводности для облученного графита // *Теплофизика высоких температур*, т. 43, № 2, 2005, с. 267–273.

35. Соловьев С.М., Кудряков Н.Н., Субботин Д.В. Валерий Легасов: Высвечено Чернобылем. История Чернобыльской катастрофы в записках академика Легасова и современной интерпретации. – М.: АСТ, 2020, 320 с.

36. Хиггинботам А. Чернобыль. История катастрофы. – М.: Альпина нон-фикшн, 2020, 552 с.

37. Полузков П.П., Кашеев В.А., Устинов О.А., Мусатов Н.Д., Якунин С.А., Карлина О.К., Диордий М.Н. Физико-химические аспекты процесса горения реакторного графита // *Атомная энергия*, т. 116, вып. 2, 2014, стр. 82–85.

38. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Боровой А.А., Велихов Е.П., Ключников А.А. Ядерное топливо в объекте «Укрытие» Чернобыльской АЭС. – М.: Наука, 2010, 240 с.

39. Боровой А.А., Велихов Е.П. Опыт Чернобыля (работы на объекте «Укрытие»). Часть 1. – М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2012, 168 с.

40. Боровой А.А., Галкин Б.Я., Криницын А.П., Пазухин Э.М., Петров Б.Ф., Плескачевский Л.А., Чечеров К.П. Новообразованные продукты взаимодействия топлива с конструкционными материалами 4-го блока Чернобыльской АЭС. III. Бассейн-барботер – радиационная обстановка и топливосодержащие массы // *Радиохимия*, 1991, т. 33, вып. 4, стр.197–210.

41. Киселев А.Н., Сурин А.И., Чечеров К.П. Результаты дополнительных исследований мест скопления лавообразных топливосодержащих масс на 4-м блоке Чернобыльской АЭС, препринт ИАЭ-5783/3. – М.: 1994, 59 с.

42. Бураков Б.Е., Бритвин С.Н., Михеева Е.Э., Ильинский Г.А., Андерсон Е.Б., Пазухин Э.М., Николаева Л.Д., Цирлин В.А., Богданова А.Н. Исследование техногенного циркона из Чернобыльских «лав» // *ЗВМО*, № 6, 1991, стр. 39–44.

43. Открытие чернобылита – одна из находок исследования // газета Курчатовского института «Советский физик», 1990, 29 июня, № 22 (954).

44. Чернобылит – техногенный минерал // *Химия и жизнь*, 1990, № 11, с.12.

⁴ gamemag.ru/news/139879/what-is-chernobylite-video



Про общепит

Александр Мещеряков

Между прочим, в начале девяностых годов прошлого века мне довелось доставить в Японию пару московских врачей. Российское население в то время обеднело, денег на лекарства не стало, надежды возлагались на уринотерапию и экстраасенсов. Моя знакомица со вставной челюстью уверяла, что от телевизионных пассивов Кашпировского у нее начали резаться зубы. Вот московские врачи и отправились к одному знаменитому японскому экстраасенсу, чтобы перенять его опыт. Его называли экстраасенсом, но на самом деле его методика была основана на вековых достижениях китайской акупунктуры. Только он воздействовал на чувствительные точки не пальцами и не иглами, а слабыми электрическими токами, которые исходили из приборчика, сильно смахивавшего на фен для сушки волос. В молодости экстраасенс был часовщиком, так что имел прямое отношение к науке и технике. Многим пациентам приборчик и вправду помогал.

Опыт перенимали в доме отдыха, расположенном в глухой горной местности возле древнего буддийского храма. Часовщик собрал туда группу скептиков, разочаровавшихся в официальной медицине. Отдых там и вправду был полезен для здоровья — тихо, воздух чистый, вода в ручье прозрачная, телевизора нет. Последний этап пути туда пришлось проделать на фуникулере — автомобильную дорогу закрыли из-за оползня.

Одиннадцать веков назад здесь бродил святой Гёги, учил доброму и вечному. Ему и посвящен храм. Во времена Гёги зеленая лесная лава разливалась до горизонта, а теперь с вершины были видны облепившие подножие бетонные джунгли, которые уже готовились к штурму горы. Что тут поделаешь — с восьмого века население страны выросло в двадцать пять раз. Жить ведь где-то надо. Утешало одно: японцы стали жить необыкновенно долго, а молодежь потеряла инстинкт размножения. До депопуляции было рукой подать. В связи с этим можно было надеяться, что бетон все-таки не доползет до вершины.

Кормили в доме отдыха по-монастырски, то есть очень полезно для здоровья и очень скудно. Вечером вообще ничего не полагалось, кроме чашки горячей воды, в которой болтался какой-то вековой корешок. Словом, живот подводило, так что после завершения своего переводческого дня я отправился в крошечную харчевню, расположенную у фуникулерной станции. Харчевня называлась «У святого Гёги». Немногочисленные паломники уже вернулись в свое бетонное царство, и я был в харчевне единственным посетителем. Меня обихаживала женщина лет семидесяти. Когда я увлеченно поглощал сваренную ей лапшу, она уселась напротив и так же увлеченно следила за мной. Она сидела, уперев локти в стол, и была похожа на мою бабушку Аню. Та тоже любила понаблюдать, как ее малолетний внучок хлебает кислые щи, до которых я был большой охотник. Когда я покончил со своей глиняной миской, японская бабушка тут же поднесла другую. Я стал было отнекиваться, но она посмотрела на меня с укоризной: «Денег не надо, кушай на здоровье. Ты похож на моего мужа, только он был моложе тебя и красивее. Его убили на войне. Кушай на здоровье и вспомни бабушку Осиму».

Я вернулся в Москву и иногда вспоминал Осиму. Уж больно она была похожа на бабушку Аню. Через несколько лет я снова оказался поблизости от той самой горы. Дорога была снова закрыта из-за оползня, который случился уже на другом повороте. Я поднялся на фуникулере и вбежал в харчевню. Бабушка сидела напротив какого-то не слишком видного пожилого японца и приговаривала: «Ты похож на моего покойного мужа, только он был моложе и красивее, кушай на здоровье». Осима меня не признала, я не стал навязываться.

Симпатичная девушка в ресторане черногорского Петроваца предлагала купить у нее цветы, но я отказался: на ближайшей лужайке росли такие же — рви не хочу. А вот тощий кот приметил, как я улепечу рыбу, и притащил мышку. Он положил ее к моим ногам, предлагая честную сделку. Я растрогался и спустил к его лапам кусок рыбы. Кот заурчал от удовольствия и заглотил кусок, но я мышку есть все-



Утагава Кунисада. Борцы сумо Куроива и Дзогахана в компании гейши. Ок. 1845 года

таки не стал. В Черногории много мышей, но все они на мой вкус худоваты. Оттого и местные коты получаются такими же тощими. Прямо сердце кровью обливается. Но зато какие роскошные здесь водятся жиголо! Любо-дорого посмотреть, как вальяжно и с чувством собственного достоинства они прогуливают по набережной подвядших заезжих дам! Все соки земли и моря достались только им.

Спецвыпуск одного полугламурного журнала был посвящен Эфиопии. Презентация проходила в московском магазине «Книжный мир». Сначала белокожий ученый докладчик уныло пересказал основные вехи непростой эфиопской истории. Потом вальяжный ведущий принялся расписывать достоинства владельца только что открытого ресторана эфиопской кухни так красочно, как будто предлагал немедленно сожрать его на месте. Тот застенчиво улыбался, обнажая белые-пребелые зубы и колыхаясь приятно упитанным телом. Потом настал черед черного-пречерного третьего секретаря эфиопского посольства, который замученно начал свою речь про мир и дружбу так: «Русские и эфиопы очень похожи друг на друга». Тут слушатели стали недоуменно переглядываться, а некоторые дамы даже потянулись в сумочки за зеркальцами и принялись удивленно рассматривать себя. Но это не смутило третьего секретаря. Стало ясно, что он далеко пойдет.

Владелица ресторана переговаривалась с французской парфюмерной фирмой о сотрудничестве. Сотрудничество заключалось в том, чтобы кормить сотрудников фирмы русскими пирогами, борщом и прочим. Договориться было непросто — дело не ограничивалось пирогами. Распространитель парфюма желал, чтобы его деловой партнер выглядел политкорректно и красиво. «Вы ведь готовы присоединиться к нашей программе поддержки инвалидов?» — «Да, конечно. Но только мы не можем держать безногих официантов и слепых поваров». — «Да, понятно, это у вас специфика такая, жаль, но ничего не поделаешь. Но хоть матери-одиночки у вас имеются?» — «А вот таких у нас полным-полно!»

Договаривающиеся стороны остались довольны друг другом.

Ваби и саби — ключевые понятия японской эстетики. Если вкратце, то «ваби» — это такая неприкрашенная красота, а «саби» — это тоже неприкрашенная красота. В чем между ними разница — уловить трудно. Наверное, именно поэтому эти слова отличаются одно от другого всего на одну букву. Наверное, именно поэтому об этих категориях так много, так нудно и так мутно спорили выдающиеся японские умы. Отзвук этих средневековых дискуссий был услышан и в нынешней России. Какой-то московский любитель мутного не погнушался назвать свой ресторан «Ваби-саби». Побывав там, исследовательница средневековой японской литературы Елена Дьяконова меланхолично поделилась со мной своим кросс-культурным выводом: «Назвать японский ресторан „Ваби-саби“ — всё равно, что окрестить пельменную „Критикой чистого разума“». ♦

Цветы и королевская милость

Комнатные цветы — порождение буржуазной эпохи, как и сервировка стола или иллюстрированные журналы. Все эти обычаи подразумевают, что эстетическое уже не внедрено в образ жизни как некоторый неизбежный его эффект, как красота или достоинство труда, или сословная честь, или профессиональное достоинство. Напротив, требуется как бы некоторая эстетическая подготовка к профессиональному действию: сначала рассмотреть картинку, потом начать читать текст; сначала полить цветы, а после приняться за работу.

Появляется созерцание, которое соотносит тебя и твоё тело с прежними обычаями высокопоставленных лиц: дворцовая галерея, театр, райские парки для королевских прогулок, соковыжималка. Дело не в том, что дворцовые обычаи вместе с сервизами и люстрами переходят в скромные буржуазные дома; а в том, что речевых, риторических средств уже недостаточно, чтобы утверждать собственное достоинство. Уже нельзя просто одним перформативным «я» заявить о своих правах, заявить, что ты хозяин в своём доме, маленький монарх. Напротив, светлая жизнь обступает тебя со всех сторон, и чувственность, мгновенная экзотическая захваченность тем же запахом цветов, заменяет здесь риторику слова и жеста.

Ты становишься хозяином тогда, когда цветок на подоконнике как бы *относит тебя запахом в область самодостаточной царственной телесности*, как до этого делала это сказка с яркими иллюстрациями в книжке, тоже возвращая и принося тебя в мир королей. Маленькие зимние сады на подоконнике и детские комнаты с куклами и игрушками — итог единого развития такого переживания *мнимой телесности*, без которого невозможно обрести и *настоящую* взрослую телесность, пройти через кризисы взросления и старения.

В книге Ольги Кушлиной «Страстоцвет, или Петербургские подоконники», которую мы уже цитировали в одной из предыдущих колонок, показано, как жизнестроительство эпохи символизма программируется не путешествиями, приключениями и другими перипетиями. Чтобы быть *дионисийским*, или *демоническим*, или *человеком новейшего завета*, не требовалось покидать квартиру. Противоречие между репутацией поэта и его обликом часто бросалось в глаза мемуаристу: никакой особой ярости и безумия, но много домашних вполне уютных привычек Валерия Брюсова или Вячеслава Иванова.

Экзотическое жизнестроительство начинается с цветов: Кушлина выделила сильно пахнущие цветы как часть поэтики близорукого Иннокентия Анненского, лилии капризной и взыскательной Зинаиды Гиппиус, крип-



Александр Марков

Комнатные цветы: чувственность вокруг да около

Александр Марков, профессор РГГУ
Оксана Штайн, доцент УрФУ

томерии и банановые листья играющего на грани нарочитой дикости Валерия Брюсова — на одной из фотографий, заметим, залезшего под стол в позу леопарда. Получается, что и навязчивость в поэтике Анненского, и логическая требовательность Гиппиус, и холодный до призрачности эротизм Брюсова — эффекты цветов, высаженных в горшке. Для следующего поколения эти цветы могут быть уже не загадочными, а обычными; они легко демистифицировались, но воздействие свое на индивидуальную поэтику оказали, создав тело поэтического переживания — цветы своим календарем, терпким запахом и впечатляющим обликом предписывают, когда ты строг к себе и своему эросу, и когда доверчив к другому и его/ее эросу.

Кто садовником родился?

Измывает раскрытое в книге Кушлиной постоянное отталкивание русского символизма от привычных цветов, цветов женской поэзии с их следами ласки, равно как от цветов ботанического пособия, где дается номенклатура и некоторые универсальные советы, т. е. от любого «языка цветов», универсализирующего языка. Поэзия символизма с ее дендизмом, эстетизмом или культурным миссионерством, создававшимся ускоренно, имела в виду *идиосинкразию, возведенную в принцип*. Нельзя было говорить, какие цветы тебе отвратительны, чтобы не разрушить создание нового мифа, но нужно было всякий раз сказать о манящем и загадочном цветке.

Игра «Я садовником родился», имеющая в виду приспособление старого языка цветов, указания с помощью подбора букета на чувства и мысли о другом, к постоянно меняющейся ситуации, экспромтом можно назвать любой цветок, и имела в виду такую манящую загадочность. Цветы перестали быть частью композиции, сделались номенклатурой, названиями, которые вызывают за собой здесь и сейчас обретаемые чувства. За цветком с экзотическим названием следует как его тень особый тип тоски, томления и энтузиазма, особое переживание не только своих жизненных драм, но и написанных тебе жизненных драм. Тот самый встречный эрос, который вырывается за пределы садоводческого регламента и взламывает границы буржуазных обычаев.

Обнажением приема здесь стала мистификация Максимилиана Волошина и Елизаветы (Лили) Дмитриевой — образ поэтессы Черубины де Габриак, в которую влюбился журнальный издатель Сергей Маковский. При

всей нюансированности и шагов Волошина, и шагов Маковского это было изобретение «роковой женщины», ажиотаж вокруг которой возникает именно потому, что

каждый может отнестись к ней творчески, нарисовать, воспеть, похвалить, даже не видя ее ни разу. Поэтому, хотя Волошин и удивлялся, как образованный Маковский оказался по-детски доверчив, эта доверчивость имеет простое объяснение — завораживающие цветы.



Оксана Штайн

По воспоминаниям Маковского, он был уверен в уверенности Черубины в том, что она делает, и эта уверенность передалась ему: «Адреса для ответа не было, но вскоре сама поэтесса позвонила по телефону. Голос у нее оказался удивительным: никогда, кажется, не слышал я более обворожительного голоса. Не менее привлекательна была и вся немного картавая, затушеванная речь: так разговаривают женщины очень кокетливые, привыкшие нравиться, уверенные в своей неотразимости». Вряд ли тогдашний скрипящий телефонный аппарат мог так легко передавать затушеванность и кокетство. Но нельзя сказать, что просто таинственная незнакомка сразу же вскружила до беспамятства голову Маковскому с первого же предложения стихов журналу.

Дело было в том, что уже в первое письмо по совету Волошина были вложены цветы. «Поэтесса как бы невольно проговаривалась о себе, о своей пленительной внешности и о своей участии загадочной и печальной. Впечатление заострилось и почерком, на редкость изящным, и запахом пряных духов, пропитавших бумагу, и засушенными слезами „богородичных травок“, которыми были переложены траурные листки»¹. Маковский увидел в этом не просто знак среди других знаков, а саму слезу и саму способность поэтессы *перепрограммировать язык цветов*. Поэтому она и показала ему всевластной: она не дала ему просто знак приветствия, а показала, что *владеет миром цветов*, что именно она королева и императрица, а он может ей только служить. Не текст, а смелость речевой власти и речевого жеста, решительная отправка стихов в журнал, определила ту самую телесность, абсолютную и всемогущую, которую и создают комнатные цветы.

Без последнего слова

На цветах Маковский попал впросак. Как вспоминал Волошин со своей стороны, тоже через много лет после событий: «*Переписка становилась всё более и более оживленной, и это было всё более и более сложно. Наконец мы с Лилей решили перейти на язык цветов. Со стихами вместо письма стали посылаться цветы. Мы выбирали самое скромное и самое дешёвое из того, что можно было достать в цветочных магазинах, веточку какой-нибудь травки, которую употребляли при составлении букетов, но которая, присланная отдельно, приобретала таинственное и глубокое значение. Мы были свободны в вы-*

¹ Маковский С. К. Черубина де Габриак. Цит. по: az.lib.ru/m/makowskij_s_k/text_09_cherubina_de_gabriak.shtml



► боре, так как никто в редакции не знал языка цветов, включая Маковского, который уверял, что знает его прекрасно. В затруднительных случаях звали меня, и я, конечно, давал разъяснения. Маковский в ответ писал французские стихи»².

Получилась интересная ситуация: Маковский, претендуя на то, чтобы быть грамматиком, законодателем языка цветов, именно потому, что не знал на самом деле этого языка, и упускал ситуацию. Как раз дешевые цветы уходят в чистую ритуальную символизацию, но так как социальные ритуалы, поддерживающие эти цветочные ритуалы, непрозрачны для Маковского, он не мог понять, как действовать, и еще больше влюблялся в призрак своей мечты. Ведь если ритуал соблюдается безукоризненно, не имея основанием какого-то другого социального ритуала, например типичного поведения богача или юной девицы, то кажется, что Черубина не просто реальна, но реальнее реального.

Когда Черубина Георгиевна (то есть Елизавета Ивановна Дмитриева) ответила упреком, что он отправил неправильный букет, вопреки языку цветов, то Маковский был не столько расстроен, сколько вернул себе полномочия редактора журнала. Он превратился из влюбленного денди, нового человека (*Novus homo*), замороженного царским выездом, королевским кортежем Черубины, в ответственного редактора, серьезного и вспомнившего о важности принципа совещательности в работе редакции, и стал совещаться с Волошиным, как дальше быть. Как часто редакторы забывают об этом принципе, когда пленены какой-то воцарившейся, царствующей в их уме идеей, — и как часто вспоминают, когда неизвестно, какую систему знаков должен производить журнал, чтобы понравиться публике. Когда область семиотического

производства, коммерчески успешного, становится слишком неопределенной по целеполаганию и оперативным решениям, приходится совещаться.

Маковский в своих воспоминаниях изображает себя игроком, который догадывался о мистификации, но хотел довести игру до конца. Волошин скорее изображает себя учителем игры, *magister ludi*, который и создает правила игры, и заставляет в нее сыграть до конца. Истина, конечно, посередине, и она в самом образе Черубины де Габриаак: своим католическим фанатизмом она как бы лишает Маковского последнего слова; оно заведомо не будет получено, если она уйдет в монастырь, — и тем самым дискредитирует и все его, Маковского, предшествующие слова. Тогда как неоромантический антураж ее стихов, штампы от ранних романтиков до символистов, подразумевает невыразимое. Любые завораживающие звуки имеют цветочные соответствия, это именно благоуханные строки, приближающие до предела чувственность, заставляющие пережить непосредственное присутствие телесности как царственную милость, как благословение здесь и сейчас, умеющее властно обойтись без слов.

Благоухание против шифров

«Семнадцать мгновений весны», культовый сериал о советском разведчике, штандартен-фюрере Максе Отто фон Штирлице, памятен всем также линией профессора Плейшнера, который не заметил выставленный в окне разведчиками цветок и вынужден был принять яд, чтобы не попасть в руки гестаповцам. Но самое интересное, что это не был знак только для Плейшнера: гестаповцы при интенсивности слежки явно тоже заметили цветок, но не знали, какой смысл в него вкладывает Штирлиц, «всё в порядке» или «явка провалена». Они уже подозревали, что Штирлиц — советский разведчик с какими-то очень далеко идущими целями, но доказательств было

недостаточно, и цветок оценивали с точки зрения того, может ли он быть решающим доказательством, — а решающим он как раз быть не мог, потому что язык цветов не кодифицирован.

Цветы обладают собственной властью, которая не позволяет дискурсивной власти, например агрессивной стратегии гестаповцев, создать дискурс разоблачения разведчиков, состояться. Запах цветов противостоит текстам и их дискурсивной однозначности: он сразу отсылает и отправляющего сообщение, и получающего его к *бытию телесности, которая никак не затрагивает текст*. Цветок может только означать, что Штирлиц пойман или ускользнул; но он уже ускользнул от гестаповцев в тот момент, когда выставили цветок на подоконник. Поэтому гестаповцы упустили его тело, как Маковский упустил Черубину и встретил только Елизавету Дмитриеву, изображавшую при встречах из себя соперницу и завистницу Черубины, — но это другая история.



Е. И. Дмитриева. Фото до 1912 года



Евгений Евстигнеев в роли Вернера Плейшнера

Эпизод на Блюменштрассе многократно обыгрывался в анекдотах про Штирлица. Приведем только два анекдота, найденные в Сети:

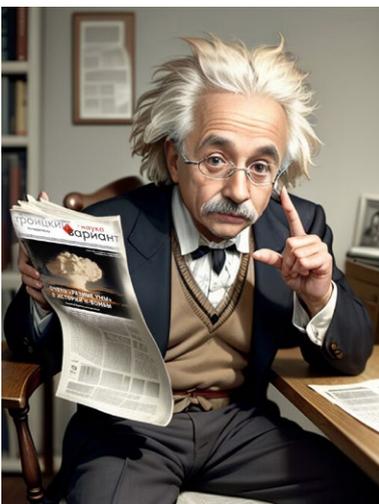
Проходя по Цветочной улице, Штирлиц насчитал в окне 101 цветок герани вместо 100 и понял, что явка провалена.

И только тридцать восемь утюгов на подоконнике показали Штирлицу, что явка провалена.

В этих анекдотах Штирлиц, а не Плейшнер оказывается получателем сообщения. Дело в том, что в анекдоте телесность иная, чем в романе или сериале. Это не телесность социального человека, которая имеет в виду сочувствие или отвращение, а телесность некоторого образца, примера; образец должен быть всегда здесь и сейчас наготове. Штирлиц анекдотов — это человек, отчасти лишенный телесности; супергерой, способный много раз погибнуть от разрывной пули, *пораскинув мозгами*, и вновь явиться в следующем анекдоте. Он манекен для примеров, которого жалко не больше, чем героев математической задачи. Но именно поэтому цветок приобретает в анекдоте гротескное тело в виде 100 цветов, или утюгов. Выразительная телесность должна быть там, где есть цветы, независимо от жанра произведения. ♦

² Волошин М.А. История Черубины. [ru.wikisource.org/wiki/История_Черубины_\(Волошин\)](http://ru.wikisource.org/wiki/История_Черубины_(Волошин))

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



image-space

СНЫ И ТОЛЬКО СНЫ

Фантастический рассказ
Павла Амнуэля



Павел Амнуэль

Старый Чарлз принял у хозяина шляпу и трость и отступил, пропуская сэра Вильяма в ярко освещенную полуденными солнечными лучами прихожую замка Хорсли Тауэрс, поражавшего гостей не столько своими далеко не выдающимися размерами, сколько странной архитектурой. Дом несколько раз перестраивали, и, чтобы пройти в апартаменты жены, Вильяму пришлось подняться по парадной лестнице на второй этаж, пройти по широкому коридору мимо зала для приемов и спуститься на первый этаж в другом уже крыле здания.

— Как она? — спросил Вильям у дворецкого.

— Леди Ада, — сообщил Чарлз, — сегодня еще не поднималась с постели. Магда отнесла ей завтрак и кофе. По словам Магды, леди читает и делает в книге пометки.

— Значит, — сделал вывод Вильям, — леди не испытывает болей, и это хороший признак.

Он постучал, услышал слабый голос и отпустил дворецкого взмахом руки. Вошел и закрыл за собой дверь.

Ада сидела в постели, подложив под голову большую подушку, укрытая шерстяным пледом, хотя в этот августовский день в комнате было душно. Пахло лекарствами. Раскрытая книга лежала у леди на коленях, а грифельный карандаш скатился на пол, Вильям его поднял, передал жене и поцеловал ее в лоб.

Подтащив кресло ближе к изголовью постели, Вильям сел так, чтобы дотянуться до руки Ады и взять в ладонь ее холодные пальцы.

— Как ты себя чувствуешь, дорогая? — спросил он и добавил: — Я только что приехал, и сразу к тебе, даже, как видишь, не переоделся с дороги.

— Доктор Уимзи говорит, что лучше, — слабо улыбнулась Ада. — Он славный старик и хочет подбодрить меня. Но ты же знаешь, что сделать ничего нельзя...

Вильям знал, какие боли испытывает жена, Уимзи еще на прошлой неделе сказал ему, что надежды нет, и леди Аде осталось жить два-

три, а если повезет, то четыре месяца. Вильям поспешил завершить дела в Лондоне и вернулся в Хорсли Тауэрс, чтобы провести с Адой последние месяцы ее недолгой жизни. Все их знакомые соболезновали и произносили слова сочувствия, некоторые — Фарадей, например, и, конечно, Бэббидж — хотели посетить Хорсли Тауэрс, но Ада просила никого не привозить, хотела провести последние месяцы с мужем и детьми.

Вильям поднялся.

— Переоденусь, — сказал он, — приведу себя в порядок и вернусь, дорогая.

— Сядь, пожалуйста, — тихо проговорила Ада. — Я давно хотела тебе рассказать кое-что. Пожалуй, сейчас самое время.

— О чем ты, милая? — спросил Вильям. — Переоденусь, и мы...

— Сядь. — Голос жены стал твердым, как в тот день, когда он единственный раз за время их брака выразил недовольство тем, что Ада занимается не очень подходящим для женщины занятием: математикой. Да еще с человеком, пренебрегающим светским обществом.

Что же теперь?

Вильям опустился в кресло и заботливо подоткнул плед, сползавший на пол.

— Ты помнишь, — начала Ада, — когда родилась Аннабель, мне было очень плохо, я почти всё время спала...

Вильям кивнул. Это были ужасные недели, но жена поправилась.

— Я никому не говорила, — продолжала Ада, — но произошло странное. Тогда я думала, что это результат болезни. Но болезнь прошла, а это осталось.

— Что — это? — спросил Вильям.

— Я научилась жить в сновидениях, — Ада говорила ровным спокойным голосом, будто читала из книги. На мгновение голос замирал, будто она перелистывала страницу, и возвышался опять — спокойный, уверенный... обреченный.

Как-то мне приснилось, что я брожу по Лондону в районе Сохо, где никогда не была. Ко мне подошла женщина... оборванка... взяла меня за руку, я и сейчас чувствую прикосновение... и повела не знаю куда, но запомнила дорогу и дом. Несколько месяцев спустя я была в Лондоне, меня пригласил Фарадей, и мы долго беседовали не столько о физике, в которой я мало что понимала, сколько о поэзии, в которой мало что понимал он. А на обратном пути я попросила кучера отвезти меня в Сохо. Так вот: я нашла ту улицу и тот дом, где была во сне. И видела ту женщину. Она узнала меня, я знаю, что узнала. Но мы обе сделали вид, что не знакомы друг с другом.

В ту ночь я захотела еще раз побывать... там. Почему? Ничего привлекательного в Сохо не было. Просто хотелось проверить мелькнувшую мысль. И мне приснилось... Неважно. Я проснулась, когда сама решила. «Всё, — сказала я себе во сне. — Больше мне здесь делать нечего, надо проснуться».

И проснулась. Было четыре часа, в окно светила ущербная луна...

Я никому не сказала о странных снах. Но поняла, что могу снами управлять. Не всегда. Впрочем, не всегда и хотелось. И не всякий раз получалось войти в такой сон, какой потом можно было проверить наяву. Несколько раз я... мы с мистером Диккенсом гуляли по набережной около Тауэра, он рассказывал о новом романе, интересовался моими математическими работами, он так мило не понимал математику... Как-то я заговорила с ним — не во сне. Это было на приеме у графа Мельбура. Я спросила, помнит ли он, как мы бродили и беседовали. Я ожидала, что он удивится, но он сказал: «Это были интересные беседы, леди Лавлейс». Диккенс страшно смутил меня, и я прервала разговор, сославшись на головную боль.

Я намекнула... вскользь... доктору Уимзи, и он сказал, что верит в вещи сна, хотя ему самому они никогда не снились. Но сны управляемые... Он читал в медицинской литературе, что такое случается. Очень редко, во время болезненных ситуаций. Он посмотрел на меня испытующим взглядом, и я перевела разговор.

Но опыты свои не прекратила. Загадывала, например, чтобы приснился зал Королевской оперы, я сижу в моей любимой ложе второго яруса, дают «Неистового Орландо» маэстро Вивальди... Не получалось, и я позднее поняла почему. Я не могла вызвать сны, где много людей. Но хорошо получалось оказаться на тихой улочке ночью, а если с кем-то — то в знакомой обстановке. Однажды я убеждала Бэббиджа, что его машина может не только числа делить и умножать, но способна сочинять стихи и музыку. Чарлз считал — и сейчас считает — что это невозможно, но во сне я сумела его переубедить, и он согласился. ▶

► На следующий день, когда мы продолжили спор, Чарлз вел себя странно, смотрел на меня, будто видел впервые и не представлял, чего от меня ждать. Я поняла, что он помнит наш разговор.

Вилли, я подхожу к главному и не решаюсь... Ты должен понять меня, это очень важно для нас обоих.

Это началось шесть лет назад. Я купила в книжной лавке Бермана, что на Стрэнде, томик стихов неизвестного американского поэта. Книжка лежала на прилавке, я ее раскрыла из любопытства и... улетела. Весь вечер я читала стихи. Поразительные, странные, зовущие. Поэта звали Эдгар Аллан По. Это была его первая книжка, изданная в Лондоне. Мне сразу показалось, что мы с По очень близки по духу. Ты, наверное, уже забыл, но я прочитала тебе вслух одно из стихотворений, ты довольно равнодушно послушал, сказал несколько слов, чтобы сделать мне приятное, и вернулся к чтению «Домби и сына».

А я... Мне захотелось увидеться с мистером По, чтобы сказать, как я поражена. В ту ночь я не думала об управляемом сне, но случился именно он. Видимо, засыпая, я все-таки представляла... И мне приснилась невзрачная комната с единственным окном. Из окна дуло, и я сразу озябла. За столом спиной ко мне сидел мужчина, я видела его заросший затылок, на нем был старый потрёпанный сюртук, и он что-то быстро писал, чуть ли не ежесекундно макая перо в чернильницу. Должно быть, я наступила на прогнившую половицу, она скрипнула, и он обернулся. Представляю, как он удивился, увидев в своей камерке незнакомую женщину.

Я прекрасно понимала, что это сон, и в любую минуту, сказав себе «проснись», я вернусь в свою постель. Взгляд этого человека... Я не могу тебе передать...

Он удивился, но лишь на мгновение. Положил перо, встал и, не переставая смотреть мне в глаза, сказал:

— Я вас знаю, но... откуда?

Я смутилась. У меня не возникло ни капли сомнений — то был Эдгар Аллан По. И я, ни секунды не раздумывая, прочитала строфу из его стихотворения.

Он улыбнулся. Господи, как он умел улыбаться! Но взгляд оставался серьезным, цепким. Он пододвинул мне стул, стоявший под окном, неловко смахнул с него пыль, и я села. Странно, но я не помню, какое на мне было платье. Я вообще ничего не помню из того сна, кроме того, что мы сидели друг напротив друга и разговаривали. Я даже не уверена, что разговаривали словами, а не взглядами. Будто что-то возникло между нами... Эдгар смотрел на меня пылким взглядом влюбленного, и я подумала, что так он смотрит на каждую женщину. Я читала его стихи, понимала его и подумала еще, что это мой сон, и я сама всё придумала — и комнату, и этого мужчину, поэта, и говорю сейчас с собой, и в то же время — не знаю, как это получалось — уверена была, что комната настоящая. Я ощущала холод из полуоткрытого окна, потянулась и захлопнула, и сразу стало теплее, так не могло быть во сне, а, впрочем, я не знала, что в управляемом сне может быть, а чего быть не может.

Удивительно, но прошла, по моим ощущениям, минута, не было сказано — вслух — ни слова, но я уже знала, что Эдгар... Эдди... я уже называла его про себя Эдди... вчера приехал на пароходе из Ричмонда в Балтимор, чтобы говорить с издателем, попросить аван под новую книгу, а издатель отказал, и Эдди остаток денег выложил в пабе, играя в карты, проигрался и сейчас сочинял рассказ, который наверняка понравился бы издателю. Рассказ назывался «Исповедь». Посмотрев на рукопись, лежавшую на столе, я увидела это название, написанное широким почерком, а Эдгар сказал удивительным красивым голосом:

— Дорогая Ада, как хорошо, что вы здесь. Я читал о вас в газетах, о вас и Бэббидже, о том, что вы полагаете поэзию выше математики, и это стало причиной вашего разрыва.

Он не мог читать ничего подобного в газетах, тем более американских. О моих спорах с Чарлзом знали только мы с Чарлзом, но Эдди говорил уверенно, и я в тот момент знала, что всё так. Я знала, что могу — должна — поведать Эдди свои мысли, идеи, и он поймет, только он и может меня понять, потому что мы, по сути, одно целое.

— Бэббидж всё упрощает, — сказала я, — и сводит к числам. Но математика — это больше поэзия, музыка, интуиция. Числа и алгебраические знаки — только способ записи. Очевидный для математиков язык, глубинную суть которого они не хотят понимать.

— Милая Ада! — воскликнул Эдгар. — Конечно, вы правы. Математик прокладывает к истине тропинку, шаг за шагом ступая по трясине, выискивая дорогу, устилая путь доказательствами, теоремами и вычислениями, в то время как поэт и музыкант воспаряют над буераками и топами...

— И видят истину, да! — я взяла лежавший сверху лист и прочитала слова, сказавшие мне больше, чем длинный ряд символов, которыми Джон кормил свою недостроенную машину, я ему помогала и даже больше: вела вперед, он сопротивлялся, хотел остаться на тропе, а я тянула его вверх...

Сказала ли я это вслух? Во сне не всегда понимаешь разницу между словом подуманным и словом сказанным.

Эдди сел на край стола и продолжил мою мысль:

— Взгляд сверху... И не глазами, милая Ада! Что видит взгляд, даже самый пронизательный? Вот лист бумаги, вот слова, на нем написанные. Как узнать: написанное — истина или клевета? Правда или ложь? Как отличить истину?

Я не нашлась, что ответить. Не то чтобы ответа у меня не было. Я помнила свои разговоры с Диккенсом, мы много рассуждали о силе слова, и я советовала на то, чего мне не доставало в его прекрасных романах. Не доставало тайны. Не тайны сюжета, не тайны персонажей, а тайны слов. Не доставало ощущения истины слов. Каждое слово было на своем месте, ни одно слово в романах Чарлза я бы не могла и не захотела изменить. Изменив хоть слово, я погубила бы текст, как единственный небрежный мазок кистью на законченной картине губит всё произведение. Но всё же... Мне не доставало того, что словами выразить невозможно, только ощутить, почувствовать... Да, для этого всё равно нужны слова, но не точные, как показания приборов, стоявших на столе у Фарадея, не красивые, как во множестве романов, пачками лежавших на полках книжных лавок... Когда мы виделись с Диккенсом в Лондоне и не могли прийти к согласию, он как-то воскликнул в сердцах: «Сами вы понимаете, Ада, что хотите сказать? Слова — отражение мысли. И если мысль ясна, то слово, ее выражающее, всегда найдется!» — «А мысль, дорогой Чарлз, если вы ее осознали, уже не точна и не истинна». — «Ада, — с сожалением сказал Чарлз, — вы всегда усложняете. Даже простые вещи я перестаю понимать, переговорив с вами несколько минут. Наверно, вы все-таки больше математик, чем поэт, и ваше желание совместить поэзию с математикой губительно как для математики, так и для поэзии. Когда я читаю стихи вашего отца...» И он углубился в словесную трясину, я перестала его слушать, и разговор наш заглох на середине фразы. Мы расстались, не договорив, не поняв друг друга.

Это было будто сон во сне. Я могла управлять сном, но не могла управлять сном, который приснился во сне, однако проснулась во сне, где Эдгар сидел передо мной, наклонившись вперед и глядя на меня пристальным взглядом, проникавшим в душу. Может, он увидел мой короткий сон-воспоминание? Или, задав вопрос, терпеливо ждал ответа?

— Как отличить истину? — повторила я. — Так же, как отличить поэзию от сочинения стихов.

По широко улыбнулся. Его улыбка... Я знала теперь, что ни одна женщина не может устоять перед этим человеком.

— Можно? — спросила я, показав на стопку бумаги. Новый рассказ, который писал Эдди.

Он прикрыл стопку ладонью, будто у него хотели отнять любимое детище.

— Минуту, Ада, — сказал он, с видимым удовольствием произнеся мое имя. — Я только допишу последнюю фразу.

Он обмахнул перо в чернильницу и, склонившись над листом, быстро написал несколько строк. Положил перо, провел над текстом ладонью — то ли хотел теплом ладони высушить чернила, то ли совершая непонятный мне ритуал, — и я через его плечо успела прочитать: «Моей прекрасной гостье Аде Лавлейс».

По перевернул лист и потянул мне другой — первый, с названием, написанным широким почерком: «Исповедь».

— Ваша? — спросила я, приняв лист из его руки.

— Возможно, — едва улыбнувшись тонкими губами, сказал он. — Может, меня ждет та же участь. Во всяком случае, это лучше, чем...

Он не закончил фразу, пододвинул мне стул и встал у окна, скрестив руки на груди.

«Я знаю, — прочитала я, — что, несмотря на все уверения в искренности и правдивости, требовательный читатель не поверит истории, которую я хочу рассказать. Я и сам не стал бы слушать ничего подобного, но жить мне осталось чуть больше суток...»

Я обернулась, и Эдди кивнул.

Я погрузилась в чтение, как в мутный затягивающий омут, не в силах выбраться, чтобы глотнуть свежего воздуха. Я увидела себя в прозрачной даме, которую герой рассказа любил больше жизни. И убил, сам того не желая, оказавшись во власти сил, которым не мог оказать сопротивления. ►

► Я прочитала финальную фразу, написанную только что, и поняла, что не читала раньше ничего, столь же ужасного и... возвышенного. «Раздумывая много лет спустя о той ночи, я пришел к выводу, что все видения, так красочно описанные беднягой Гастроном, пронеслись в его мозгу в ту единственную секунду, когда, очнувшись на рассвете после вызванного опиумом сна, он увидел рану на груди Шарлотты и струйку крови, вытекавшую из ее пробитого кинжалом правого глаза. Финальная фраза — неужели Эдди только сейчас ее придумал? — переворачивала всю суть рассказа, это был рассказ-оборотень, рассказ... да, исповедь.

По подошел сзади и положил руки мне на плечи.

— Хорошо? — спросил он, и голос звучал робко, будто нерадивый ученик спрашивал учителя, не написал ли он чепухи.

Я долго молчала, а он гладил мои плечи, волосы, я ощущала его дыхание на своей шее...

— Никогда не читала ничего страшнее, — наконец сказала я, — и никогда не думала, что страшное может быть так...

Я поднялась, и теперь мы стояли друг перед другом... близко... Эдгар взглядом требовал, чтобы я закончила фразу.

— ...так прекрасно, — сказала я и поняла, что, если не проснусь прямо сейчас, исчезнув из его жизни, как призрак при первом крике петуха, то произойдет то, чего я очень не хотела и страстно желала.

Он тоже понял. Возможно, он понял даже больше, чем я. Отступив на шаг, он спросил:

— Ты... вернешься?

Ответить отказом было выше моих сил.

— Интересный сон, — сказал Вильям. — Эдгар По? Кстати, мистер Эмерсон хочет изготовить твой портрет по методу месье Дагера. Я сказал, что сейчас ты не сможешь полчаса неподвижно сидеть перед его аппаратом, но, когда тебе станет лучше...

— Мне не станет лучше, Вилли, — перебила Ада, — и ты это знаешь. Я хочу... должна продолжить...

— А что? — нахмурился Вильям. — Было продолжение? Если мне не изменят память, мистер По умер несколько лет назад.

— Да, — Ада поправила подушку, поморщилась. Боль, терзавшая ее с утра, к полудню утихла, но сейчас, она чувствовала... — Я ведь обещала Эдди вернуться.

— Эдди, — хмыкнул Вильям.

Я несколько раз приходила к нему в управляемых снах. Получалось не всегда. Я хотела говорить с Эдди о поэзии и музыке в математике. И... не только.

Для него мои появления всегда были неожиданны. И — я уверена — желанны.

Мы с упоением — не побоюсь этого слова — рассказывали о себе. Что мы знали друг о друге до встречи? Я об Эдди — какой он прекрасный поэт и рассказчик. Он обо мне знал и того меньше. Несколько раз встречал мое имя в газетах и почему-то считал, что я сухая английская леди, интересующаяся математикой и даже пытавшаяся помочь (слово это он произнес с пренебрежением) Бэббиджу в создании его «аналитической машины». Но уже вторая встреча изменила наши представления... И отношения. Математику и точные науки он не любил и говорил, что изучение чисел и теорем не ведет к истине, поскольку истина не рациональна и постигается вдохновением, выраженным, прежде всего, в стихах. И в прозе, если проза представляет собой, по сути, ту же поэзию.

— Неужели твоим отцом был лорд Байрон?

Байрон был для Эдди идеалом, которому он, впрочем, и не думал следовать — у него был свой путь, и, когда он читал мне новые стихи, я... уплывала.

Я убеждала его, что математика суть та же поэзия, просто у нее другой язык. Язык чисел, а не слов. И машина Бэббиджа, о которой он сначала говорил с пренебрежением, способна будет работать не только с числами, но и со словами, создавая поэтические шедевры. И музыкальные тоже, ведь и музыка суть числа: музыкальная гармония — это прежде всего гармония чисел.

Мы говорили, перебивая друг друга, мысли опережали слова, и время от времени мы оба вдруг замирали, глядя друг другу в глаза, и он протягивал ко мне руки, а я ждала этого момента, стараясь не показать своего волнения, и он гладил меня по волосам, по плечам, спине... и настал наконец момент, когда мы оба не могли больше сопротивляться влечению...

image space



— Вот как, — сухо произнес Вильям. — Хорошо, что это был только сон. У тебя слишком богатое воображение, Ада.

— Вилли, — печально сказала она, — ты не понимаешь. Ты всё еще не понимаешь.

— Чего я не понимаю? — резко и неприязненно спросил Вильям.

— Это был не сон, Вилли. С какого-то момента это перестало быть сном.

— Не выдумывай! — голос Вильяма сорвался на крик. — Ты никогда не была в Америке, а мистер По ни разу не посещал Англию.

Ада печально посмотрела на мужа, подобрала почти сползший на пол плед и сказала:

— Можно я продолжу? Я должна тебе все сказать, потому что...

Я рассказала Эдди о семье, об отце, которого, по сути, не знала, о детях — Аннабель, Байроне и Ральфе, — о матери, которую никогда не любила, о тете Маган Ли, к которой относилась как к родной матери, а Эдди не скрывал своей любви к женщинам. Женщины — это поэзия, говорил он, а поэзия суть истина, но это не означает, что женщина и есть истина. Вовсе нет. В женщине живут Бог и Дьявол. А истина — от Бога. В истине не может быть ничего дьявольского.

Я говорила, что он противоречит сам себе, а он смеялся и обвинял меня.

— Аннабель... — говорил он. — Ты дала дочери замечательное имя. И если соединить имя твоей дочери с фамилией твоей тети... Как звучит! Аннабель Ли... Аннабель Ли...

Он повторял это раз за разом, будто в его уме рождалось стихотворение. Но это я поняла много позже. Много позже, когда моего Эдди уже не было в живых.

— «Мой Эдди», — глухо повторил Вильям и ударил кулаком по колену.

И все-таки я пыталась убедить его, что поэзия и математика равновелики в познании истины. Настоящий математик, безусловно, поэт в душе. Доказывая теорему, он, по сути, сочиняет прекрасное стихотворение. Поэзия и математика — единая суть. И не только математика, просто в математике поэзия выражена так явно, как только возможно. Вся наука — стремление к истине, как и поэзия.

— Вот! — сказал Эдди. — Наука стремится к истине, а поэзия есть истина. Поэзия скрыта в науке так глубоко, что ученые — даже такие, как Франклин и твой Фарадей, — ее не видят.

Мне это утверждение показалось слишком радикальным, и мы... ►

— А этот мистер По, — с насмешкой перебил жену Вильям, — понимал, что всего лишь тебе снится?

Ада не закончила фразу и посмотрела на мужа с недоумением.

— Ты еще не понял, — сказала она тихо и поморщилась от боли, — что всё было реально? Он... мы... мы были...

— Продолжай, — бросил Вильям.

Эдди увлеченно рассказывал о поэзии мироздания, о красоте звездного неба, и однажды я спросила его, почему ночью темно? Я его озадачила, а меня в свое время озадачил Фарадей, задав тот же вопрос, на который, сказал он, нет ответа, потому что мироздание бесконечно, и значит, куда ни посмотри, взгляд встретит свет звезды. И получается, что ночью должно быть светло, как днем. Я размышляла об этом и думала, что проблему можно разрешить с помощью машины Бэббиджа, когда она будет готова, и это станет доказательством моей правоты — наша машина способна не только числа считать, но и решать задачи, кажущиеся неразрешимыми.

В ту ночь Эдди был задумчив, и мне показалось, что между нами — не знаю почему — пробежала черная кошка. Я даже захотела проснуться, но с некоторых пор мне это удавалось не сразу, меня неудержимо влекло к Эдди — загадочному, неповторимому...

— Я понял, — сказал он, когда я пришла в следующий раз. — Это очень просто, Ада. Это поэтично и можно выразить стихами, я уже начал поэму...

— О звездах?

— О Вселенной! Это будет моя лучшая поэма, и я посвящу ее тебе, Ада. Ты будешь первой, кому я прочитаю свою поэму.

Ада замолчала. Откинулась на подушку, закрыла глаза. Боль подступила опять, но показывать свои страдания мужу Ада не хотела.

— Что дальше? — раздраженно спросил Вильям. — Какие еще скабрённости ты поведаешь?

Ада заговорила, преодолевая боль, неприязнь к мужу, вспоминая ту ночь, когда...

Я долго не могла прийти к нему. Не получалось. То ли он отталкивал меня, то ли во мне уже тогда начала проявляться болезнь.

Только раз удалось. Я видела, как он умирал. Он лежал на кровати в темной комнате, горела одна свеча, была ночь. Откуда-то слышались громкие голоса, пахло плохим вином. Эдди стонал и звал. Нет, не меня. Какую-то Марию. Я просила его сказать мне хоть слово, но он уходил... Он что-то прошептал, я расслышала: «Ты пришла, Аннабель Ли...»

Я просидела с ним всю ночь. Вспоминала наши встречи. Разговоры. Нашу любовь. Ушла, когда забрезжил рассвет и кто-то начал колотить в дверь. На столе лежала книга. «Эврика. Поэма в прозе Эдгара Аллана По». Я раскрыла книгу и увидела надпись, сделанную рукой Эдди: «Моей единственной Аннабель Ли — моей Аде Лавлейс. Поэзия и истина суть одно». И размашистая подпись, хорошо мне знакомая...

Я взяла книгу и ушла... сюда.

Вот и всё.

— Это сны и только сны, — жестко, с неприязнью произнес Вильям. — Ты начиталась этого По и вообразила... Не знаю, зачем ты мне рассказала.

Ада лежала с закрытыми глазами и, казалось, спала. Возможно, боль ее отпустила. На время.

Вильям поднялся и взял из ослабевших рук жены книгу, которую она читала, когда он вошел. «Эврика, — прочитал он на обложке. — Поэма в прозе Эдгара Аллана По».

Он уже знал, что увидит, открыв книгу. Но всё еще не верил.

«Моей единственной Аннабель Ли — моей Аде Лавлейс. Поэзия и истина суть одно».

И размашистая подпись автора.

Вильям отшвырнул книгу и вышел из комнаты.

Старый Чарлз подал хозяину шляпу и трость, и Вильям, граф Лавлейс, виконт Оккам быстро сбежал по ступенькам.

Примечание. Ада Лавлейс скончалась 27 ноября 1852 года.

Биографы до сих пор гадают, что она рассказала мужу 30 августа, после чего он покинул дом и больше не возвращался. Рассказ «Исповедь» нет ни в одном из собраний сочинений Эдгара Аллана По.

Календарь фантастики

17 января:

Баян и Маяковский

145 лет назад родился **Владимир Иванович Сидоров** (Вадим Баян; Дошлый Парень; Si-Do, 1880–1966), русский поэт, автор «космопоэм» «Вселенная на плахе», «По мостовой тысячелетий», «Собачество», воспоминаний «Маяковский в первой олимпиаде футуристов».

В 1913 году Вадим Баян организовал в Крыму поэтические вечера под названием «Олимпиады российского футуризма», в которых приняли участие Владимир Маяковский, Давид Бурлюк, Игорь Северянин. Маяковский нарисовал тогда портрет Баяна. Но позже в пьесе Маяковского «Клоп» появился персонаж Олег Баян, смешной и никчемный. Вадим Баян оскорбился и даже опубликовал в «Литературной газете» открытое письмо к Маяковскому с требованием извинений. Но Маяковский лишь посмеялся, отказываясь всерьез обсуждать эту тему, и посоветовал ему сменить фамилию, если его так задевает сходство с литературным персонажем.



Владимир Сидоров

Владимир Маяковский нарисовал тогда портрет Баяна. Но позже в пьесе Маяковского «Клоп» появился персонаж Олег Баян, смешной и никчемный. Вадим Баян оскорбился и даже опубликовал в «Литературной газете» открытое письмо к Маяковскому с требованием извинений. Но Маяковский лишь посмеялся, отказываясь всерьез обсуждать эту тему, и посоветовал ему сменить фамилию, если его так задевает сходство с литературным персонажем.

18 января:

Ностальгия по Земле

120 лет назад родился **Владимир Соломонович Познер** (Vladimir Pozner, 1905–1992), французский писатель, журналист и переводчик, автор романа «Лунная ностальгия».

Двоюродный дядя известного телеведущего начинал литературную деятельность в послереволюционной России, был членом группы «Серапионовы братья», но вскоре вместе с родителями уехал в Париж. Писал стихи, переводил русских писателей на французский язык. Единствен-



Владимир Познер

ное обращение к фантастике — апокалиптический роман о том, как жителя лунного государства, управляемого Советом Логиков, ссылают на опустошенную ядерной катастрофой Землю.

18 января: Заставить читателя поработать головой

60 лет назад родился **Андрей Вячеславович Плеханов** (р. 1965), русский писатель, автор циклов «Земной бессмертный», «Иштархаддон», романов «Сверхдержава», «Особо опасная особь», «Граница джунглей», «Царь муравьев».

Вот как автор отвечал на вопрос, хочет ли он втолковать что-то читателю, чему-то его научить, что-то до него донести: «*Донести хочу. Выкладываю перед ним плоды своей мозговой деятельности — бери, читай, разбирайся. Толковать тоже пытаюсь — чего бы я стоил, если бы не мог внятно разъяснить то, что считаю необходимым сказать? А вот научить? Нет, пожалуй, такая задача передо мной не стоит. Человека нельзя научить ничему, если он сам не захочет. Если же у него появилось желание покопаться в моих слоистых залежах — может, он что-нибудь там и выкопает. Интересно, что выкапывают обычно совсем не то, что я имел в виду. Забавно, ей-богу, — услышать что-нибудь о сакральном подтексте какого-нибудь фрагмента. Но в любом случае это означает, что я заставил своего читателя поработать головой. Пожалуй, это и есть главная моя задача.*» ▶

Андрей Плеханов



► 19 января: Почти фантастическое кино

80 лет назад родился **Вадим Юсупович Абдрашитов** (Вадим Йосиф Улы Габдерәшитов; Vadim Yosif Uğli Ğabderəşitov, 1945–2023), российский режиссер, постановщик кинофильмов «Парад планет», «Плюмбум, или Опасная игра», «Слуга», «Армавир».

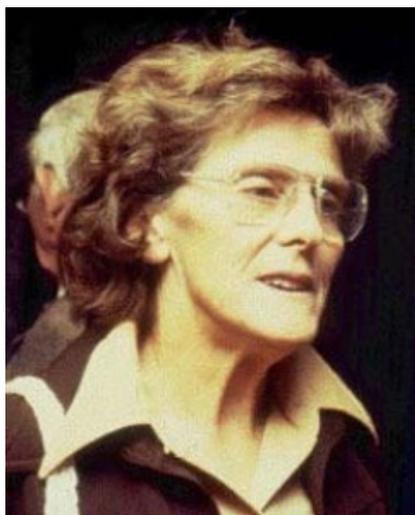
Строго говоря, фильмы Абдрашитова, снятые по сценариям Александра Миндадзе, — не фантастические. Но и реалистическими их назвать нельзя, потому что события, показанные в этих фильмах, в обычной жизни не встречаются. Для этих фильмов характерны фантазмагорические сюжеты, в которых перепутаны временные нити, метафорические высказывания переходят в мифологические, несмотря на то, что действие происходит в наши дни.

С 2019 года Абдрашитов был президентом международного кинофестиваля фильмов о правах человека «Сталкер» (название фестиваля родилось как попытка проникнуть в «зону», малоисследованную и волнующую всех нас).



Вадим Абдрашитов

22 января: Космическое недоразумение



Кэтрин Энн Маклин

100 лет назад родилась **Кэтрин Энн Маклин** (Katherine Anne Maclean, 1925–2019), американская писательница, автор романов «Потерянный», «Космические шахматы» (с Чарлзом ван Де Ветом), «Темное крыло» (с мужем, Карлом Уэстом).

Маклин написала немного, на русский вообще переведены всего три рассказа. В частности, рассказ «Изображения не лгут», в котором на Землю прилетает инопланетный корабль, его ждет вся планета, но после приземления ни люди его не видят, ни инопланетяне людей. Недоразумение случилось из-за того, что инопланетяне очень малых размеров, да еще и видят в инфракрасном свете. На русском языке этот рассказ напечатали в 1968 году (хотя написан он был еще в 1951-м), и он не показался новым, потому что в рассказе Кира Булычёва 1965 года «Пропавшие гости» Алиса Селезнёва уже кормила маленьких инопланетных космонавтиков клубничкой.

26 января:
Первый в армянской фантастике

120 лет назад родился **Ашот Гаспарович Гаспарян** (Ашот Шайбон) — Աշոտ Գափարյան Գափարյանի (Աշոտ Շայբոն, 1905–1982), армянский писатель, драматург, актер и режиссер, автор романа «Ночная радуга», трилогии «Победители тьмы», «Капитаны космического океана», «Тайны планеты Земля».

Книги Ашота Шайбона выходили в 1940-х–1950-х годах и отягощены всеми грехами тогдашней советской фантастики. Утомительная борьба с нелепыми шпионами, вредителями, террористами, как же без этого?! Но есть и фантастические элементы, довольно редкие для литературы СССР того времени: инопланетяне (и даже межпланетная любовь), освоение Антарктиды и Луны (постройка лунных городов, освоение лунных недр). Фамилии некоторых героев — то ли пародийные, то ли простодушные: астрофизик Лучезаров, полярники Бобриков и Добриков. На русский язык большинство произведений переведено лишь в последние годы и издано «Престиж Буком».



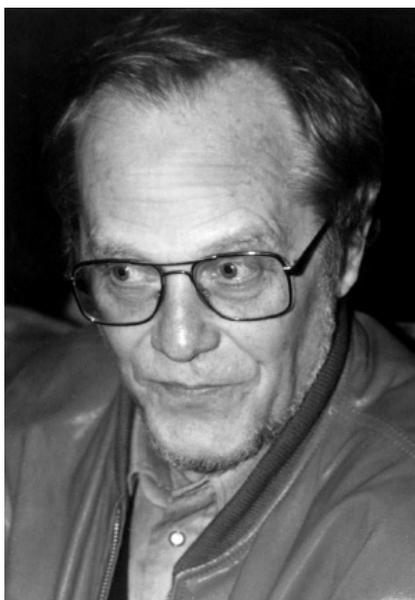
Ашот Гаспарян

28 января:
Читать, чтобы потом рассказать о прочитанном

85 лет назад родился **Валерий Борисович Земсков** (Вал. Анохин, 1940–2012), русский литературовед и писатель, автор книги «Габриэль Гарсиа Маркес», составитель антологии «Латиноамериканская повесть», ответственный редактор и автор многих глав «Истории литературы Латинской Америки».

Внимательно и вдумчиво исследуя специфику культурогенеза в Латинской Америке, межкультурное взаимодействие, своеобразие латиноамериканского культуротворчества, роль в этом процессе мифологических универсалий, феномена карнавала, особый тип латиноамериканской творческой личности, Валерий Земсков и в своих художественных книгах «Четвертый город», «Лазарь», «Подземная бабочка» часто следует лучшим образцам магического реализма.

Владимир Борисов



Валерий Земсков



«Троицкий вариант»

Учредитель — ООО «Тровант»
 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. Корректурa — 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»