



газета, выпускаемая учеными и научными журналистами



## КОГДА Б ВЫ ЗНАЛИ, ИЗ КАКОГО ШУМА РАСТУТ БЕЛКИ, НЕ ВЕДАЯ СТЫДА...



Борис Штерн

**Борис Штерн и Михаил Гельфанд** продолжают диалог о важнейших вопросах эволюции, возникновении жизни, проблемах, тупиках, встающих на пути исследований и вариантах выхода из этих тупиков. Видеозапись беседы на канале Trv-Наука: [youtu.be/BdtsrE-5nww](https://youtu.be/BdtsrE-5nww) (запись и монтаж **Алексея Кудря**). Предыдущие беседы цикла: [trv-science.ru/tag/proisxozhdenie-zhizni](https://trv-science.ru/tag/proisxozhdenie-zhizni)

— Вот первый вопрос: есть четкое ощущение, что эволюция всё время упорно ведет к развитию, к усовершенствованию, к усложнению. Но ведь критерий, по которому эволюция отбирает успешный организм и отличает его от неуспешного, — это приспособленность в смысле максимального темпа воспроизводства. Кажется бы, это необязательно связано вообще со сложностью и с совершенством. Мы видим простые, прекрасно приспособленные организмы. И есть локальные минимумы, если говорить в терминах экологического ландшафта, где организму хорошо. Тогда почему все не свалилось в эти локальные минимумы, локальные тупики, где не нужно дальше эволюционировать, где и так всё хорошо? Почему эволюция такая «прогрессивная»?

— Тут философская путаница, потому что сложность отождествлена с прогрессом и придумано много метафор, которые содержательного смысла не имеют, а если имеют, то оказываются неправильными. Есть масса чудесных организмов, которые действительно очень слабо меняются, потому что, как было правильно замечено, им и так хорошо. Проблема в том, что если есть много тех, кому хорошо в простых экологических нишах, значит, туда не все поместились. И первое, что приходит в голову: новые приспособления появляются ровно за счет того, что старые экологические ниши заняты, и тот, кто не выдерживает конкуренции, должен пытаться вырваться куда-то еще. Фраза «кто-то должен пытаться вырваться» не имеет телеологического смысла, это просто жаргонное выражение для длинного, ортодоксального рассуждения, почему естественный отбор работает так, а не сяк. Кроме того, есть некоторые иллюзии относительно того, что отбор отбирает, исходя из совершенства конструкции. Если бы существовал Верховный Генный Инженер, он бы действительно делал совершенные механизмы, и всё было бы замечательно. Есть известная фраза Гельмгольца, которую я очень люблю повторять. Он изучал строение человеческого глаза и сказал,

что Господь Бог очень плохой оптик. Эволюция не знает про идеал, она работает в сторону ближайшего локального оптимума.

Ландшафт приспособленности, естественно, тоже рассматривают как метафору, но в последнее время как раз появились работы на эту тему. Если мы говорим не про яркие внешние признаки, а про молекулярные, то там уже словам «ландшафт приспособленности» люди умеют придавать вполне содержательный экспериментальный смысл: просто измеряют эффективность работы разных вариантов одного белка в количестве нескольких десятков тысяч — и получают вполне себе ландшафт. Так вот, ландшафт приспособленности всё время меняется, потому что меняются условия, и, соответственно, эти локальные оптимумы немножко сдвигаются: оптимально стало не то, что было оптимально несколько лет назад. Сейчас климат поменяется — и довольно большому количеству живых существ придется приспособливаться к изменениям с нечеловеческой скоростью, и получится у них это или нет — вопрос интересный.

А сложность — вещь на самом деле, видимо, измеримая: для одноклеточных можно считать, что сложность — это густота сети регуляторных взаимодействий. А для многоклеточных существ, наверное, показатель сложности — разнообразие типов тканей или — еще лучше — типов клеток. Дальше оказывается, что эволюция ступает маленькими шажками, эволюция «близорука» и видит только, идем ли мы вверх или вниз, но не видит, насколько высоко мы дойдем, если будем двигаться всё время вверх. Оказывается, довольно часто проще не откатить назад и пойти в другом направлении, а сделать надстройку над тем, что есть.

Здесь можно привести еще одну метафору: когда бюрократ плохо работает, довольно часто локальным решением оказывается нанять другого бюрократа, который будет помогать следить за неэффективным работником и поправляет его косяки, что, несомненно, ведет к большому усложнению системы. В конечном счете она становится абсолютно неа-

декватной и неуправляемой, но каждый раз происходило локальное улучшение, потому что нанять ассистента проще, чем выгнать начальника. И, по-видимому, основной механизм того, что мы склонны считать прогрессивной эволюцией, — это механизм постепенного надстраивания и небольших улучшений, каждое из которых локально оптимально, а глобально — совершенно не обязательно. Впечатление, что вся эволюция идет в сторону усложнения, видимо, не совсем правильное, потому что мы видим яркие контрпримеры. Если я вас попрошу назвать произвольное животное, вы скажете или «лев», или «слон», но вряд ли скажете «таракан». Те, кто на виду, они действительно сложные и прекрасные, но большинство не таково.

Вот, скажем, сейчас я вообще никакой не программист, а 25–30 лет назад я программировал, но очень плохо. Поэтому мой код не был продуман, а состоял весь из патчей и заплаток. Когда мне надо было что-то инициализировать, я не делал специальную процедуру инициализации, а просто копировал кусок основного кода и какие-то параметры руками загонял в начальные значения. Получалось то, что в геномике называется тандемной публикацией. Эволюция действует схожим образом. Нужно долгое время, чтобы «задизайнить» новый белок, а схватить старый и какими-то мелкими хаками и патчами его сделать чуть лучше — это быстрая процедура.

— Хорошо, а есть примеры упорной деградации каких-нибудь таксонов, примеры того, что эволюция идет в обратном направлении? Чтобы на достаточно долгое время в каком-то таксоне эволюция взяла и повернула назад?

— Сколько угодно. Есть паразиты, которые теряют вообще все органы. Ситуаций, когда изначально сложный вид деградирует, сколько угодно. Был свободно живущий вид,



Михаил Гельфанд

### В номере



#### Алексей Кудря: Астрономы

Каталог телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского, необычная линзовидная галактика, проблемы с меркурианским зондом *VeneraColombo*, небывалые солнечные бури — стр. 4–5



#### Появление глаз как причина Кембрийского взрыва

Елена Максимова рассказывает об исследованиях зрения рыб и кошек в ИППИ РАН — стр. 6–7



#### Рекордные космические лучи из ближайших окрестностей

Беседа с Михаилом Кузнецовым из лаборатории обработки больших данных ИЯИ РАН — стр. 8–9

#### Оловянный солдатик: интроверт игрушечного мира

Эссе Александра Маркова и Оксаны Штайн — стр. 10

#### «Подробности жизни Никиты Воронцова» С. Ярославцева

Войцех Кайтох об истории появления и последующих злоключениях необычного рассказа Аркадия Стругацкого — стр. 12–13

#### Время и только время

Почти не фантастический рассказ Павла Амнуэля о «Машине времени» — стр. 14

#### Подписывайтесь на наши аккаунты:

[t.me/trvscience](https://t.me/trvscience), [vk.com/trvscience](https://vk.com/trvscience), [twitter.com/trvscience](https://twitter.com/trvscience)

Окончание. Начало см. на стр. 1

и вот он перешел к паразитическому образу жизни — и очень сильно упростился. Иногда мы видим промежуточные состояния: скажем, возбудитель проказы: видно, что треть генов когда-то были, но сейчас они уже не работают.

— **Возбудитель проказы — это бактерия? А более сложные организмы?**

— Возбудитель проказы — это бактерия *Mycobacterium leprae*, палочка Хансена, родственница туберкулезной палочки Коха. Есть чудесные работы у Владимира Алёшина, Панчина-старшего и Панчина-младшего. Вот эта компания как раз изучает паразитов, уже многоклеточных, и видит довольно много вторично деградирующих больших таксонов. Можно и без паразитизма: скажем, живут какие-нибудь мухи на островах, где сильный ветер, и они там бескрылые — бегает по этим островам, а не летают, потому что иначе тебя снесет моментально. Палочки крылья то теряют, то обретают. Какие-то виды теряют самцов, но потом, правда, вымирают сами довольно быстро. Не знаю, считать ли отсутствие самцов за деградацию или нет, но я склонен считать.

— **Можно ли сказать, что деградация происходит от того, что организм попадает в долговременные благоприятные условия: выбрал себе такую нишу, которая долго существует и благоприятна?**

— Что благоприятно, а что нет — вопрос философский. Существенно даже не то, что ниши благоприятны, сколько то, что они стабильны и однообразны, условия всегда одни и те же. Ну, видимо, так, да.

— **И тогда вытекающий вопрос. Коррелирует ли темп эволюции с благоприятностью среды? Можно здесь ожидать отрицательной корреляции? И верно ли утверждение, что в быстро меняющейся среде быстрее идет эволюция?**

— А как вы измеряете скорость эволюции?

— **Число образования новых видов, классов, других таксонов в единицу времени, скажем так.**

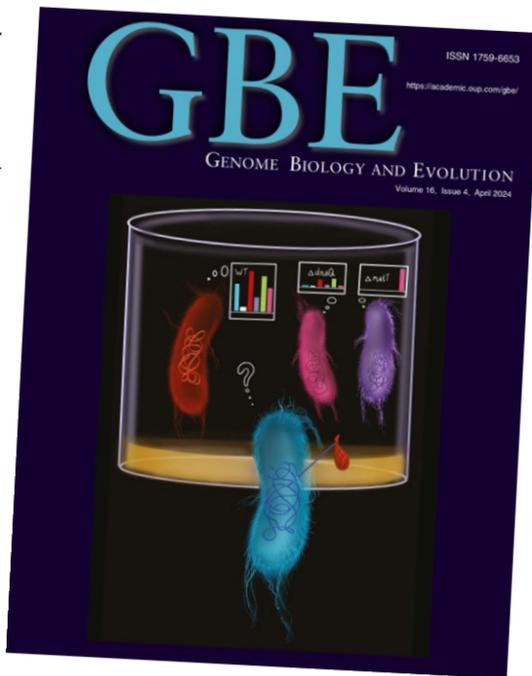
— Конечно, когда резко меняются условия, то сначала кто-то вымирает, а потом увеличивается разнообразие тех, кто остался. Верно другое: скажем, молекулярная эволюция идет с более-менее постоянной скоростью, потому что большинство изменений, которые мы наблюдаем на уровне последовательности ДНК и белков, нейтральны, и они накапливаются более-менее постоянно. А то, что эволюция происходит быстро в сильно меняющихся условиях... Опять возьмем те же патогены. Имунную систему хозяина можно рассматривать как быстро меняющуюся среду, потому что она всё время приспосабливается к патогенам. И патоген эволюционирует очень быстро, потому что ему некуда деваться. Если он будет медленно эволюционировать, иммунитет сожрет.

Я давно хотел сделать такой эксперимент, и мы как-то всё подбираем, подбираем, и никак не получается начать — смоделировать регуляторную эволюцию. Взять одну регуляторную связь, сломать мутациями место посадки белка-регулятора на ДНК, а потом посмотреть, что будет. Потому что если этот сайт был, то он нужен, а у мутантной бактерии его нет, стало быть отбор должен действовать так, чтобы он восстановился или появился новый примерно там же. Есть гипотеза, что скорость восстановления будет зависеть от того, как меняется среда, на которой мы будем этих бактерий растить: если она будет стабильна, то сайт не восстановится, а если будет меняться — то восстановится, и довольно быстро. Есть классические примеры быстрой эволюции — это лекарственная устойчивость у раковых опухолей и, аналогично,

устойчивость к антибиотикам у бактерий. Как только возникает новый фактор отбора, он закрепляет соответствующие варианты, которые всё время появляются случайно.

— **А скорость мутаций вообще насколько постоянна? Она ведь тоже может зависеть от каких-то внешних условий. Например, ионизирующее излучение или что-нибудь в этом роде. Температура среды... Много чего можно придумать.**

— Ну, поэтому она в разных линиях может быть разная, но такое ощущение, что при этом зависимость все-таки не очень большая. В том, что мы наблюдаем, есть две компоненты: скорость мутации как химического изменения и то, насколько хорошо работает система исправления этого химического изменения. Мутация — это не когда буква А превратилась в букву Б, а когда буква А превратилась в несуществующую букву Z. А потом, когда ее чинили, то бывало так, что починили правильно и получилась А, или починили неправильно — получилась Б, и вот это уже мутация в геноме, на которую действует отбор. Химические изменения зависят от условий, а починка, видимо, нет, как и ошибки при копировании.



Обложка журнала *Genome Biology and Evolution* с картинкой по мотивам статьи "Mutational signatures in wild type *Escherichia coli* strains reveal predominance of DNA polymerase errors"

У нас буквально недавно, в апреле, вышла статья<sup>1</sup> в *Genome Biology and Evolution*, где мы сравнили паттерны замен — не скорость мутации, но то, какие системы отвечают за существующие мутации, — у лабораторных кишечных палочек, которые 30 лет жили в лаборатории, и у диких кишечных палочек, которые то живут в хозяине, то плавают где-нибудь в лужах. Оказалось, что у природных и лабораторных штаммов за подавляющее большинство мутаций отвечают пробои в одних и тех же системах, хотя условия совсем разные: скажем на свободе есть ультрафиолет, а в лаборатории нет. По мотивам нашей статьи даже картинку поместили на обложку журнала. Но мы работали над этой публикацией где-то лет шесть-семь.

По-видимому, история состоит в том, что серьезные мутации, которые вызывают явные, видимые глазом изменения, — это мутации в регуляторных системах. Банальный пример: у эмбрионов всех млекопитающих есть перепонка между пальцами, которая потом рассасывается.

Это наследие наших очень древних предков — каких-нибудь лягушек. А теперь представим себе, что механизм, который включает рассасывание перепонки, сломался. (Сломать ничего не стоит, достаточно изменить

одну «букву».) И вот у вас получились люди с перепонками между пальцами. Если им, скажем, надо почему-то плавать, то они будут плавать лучше. И дальше естественный отбор это подхватит и потащит. А может быть наоборот: скажем, такая регуляция, которая заставляет что-то работать дольше. В норме оно бы перестало работать, а в результате мутации оно работает дольше, и, например, конечность становится длиннее.

То, что так происходит, исследователи осознали довольно давно. Есть несколько красивых примеров, когда такого сорта вещи удавалось показать экспериментально. Но есть подозрение, что сейчас начинается та эпоха, когда мы сможем это наблюдать массово, поскольку появляются данные про то, как работают гены в развитии, причем на уровне единичных клеток — даже не органов и тканей.

Можно взять миллион клеток из зародышей на разных стадиях и посмотреть, как у них гены работают. Затем их классифицировать, посмотреть, как идет дифференцировка, вот это всё... Но сейчас все-таки это достаточно редкие работы. Впрочем, когда расшифровали первые геномы, тоже было очень трудно. Смотришь на геном: ну вот он, а что с ним делать? А когда геномов расшифровали десять, сто, а потом тысячу, то оказалось, что просто сравнивая последовательности, можно вытащить кучу всякой чудесной биологии — как раз то, чем мы занимались последнюю четверть века. И сейчас точно так же будет с биологией развития: когда у вас эти карты клеточной дифференцировки будут для мыши, крысы, кролика, белки, я не знаю, суслика — ну отлично, вы будете понимать, почему у крысы длинный хвост, а у хомяка — короткий.

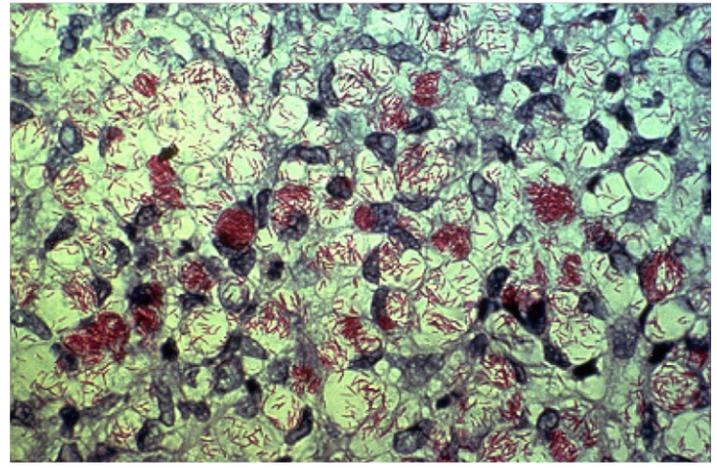
В общем, ваш вопрос правильный, но несколько преждевременный. Приходите лет через двадцать, я думаю, будет много красивых ответов. Даже, может быть, раньше.

— **Можно ли проследить мутации, ведущие к глобальным изменениям? Например, к повышению интеллекта? «Археология» в этом смысле возможна? Или это слишком сложная задача?**

— На уровне даже не молекулярно-генетическом, а на уровне появления признаков, скажем, эволюция глаза исследована очень хорошо. И видно, почему он не такой замечательный, как если бы его изготовил опытный оптик. Опять же, это не моя область, я просто знаю, что это классический пример очень хорошо прослеженных постепенных изменений.

Интеллект — это вообще не очень понятно, что такое. Это взаимодействие какого-то бесконечного количества генов. Там понять, что на что влияло, невозможно. И я не уверен, что реалистично даже и в будущем. Что сломать, чтобы перестало работать, это понятно. В любом случае это опять-таки то же самое накопление единичных элементов.

Есть довольно хорошо прослеженная история, как у бактерий возник жгутик. Жгутик же чудесная вещь: это ротор, который сделан из белковых молекул. И видно, как он постепенно усложнялся, как добавлялись новые белки. Не так, конечно, что их покупали в магазине. Основной механизм: ген дублировался, у одного гена функция закодированного белка сохранялась, а другой был свободный, начинал меняться и постепенно подстраивался под новую функцию. Опять-таки отдельные примеры есть, общая теория тоже есть — собственно, я ее и рассказал, она вмещается в один абзац, — а отследить промежуточные стадии, по-видимому, довольно тяжело. И у меня нет оптимизма, потому что слишком много всех вымерло, у нас эволюционные деревья недостаточно «пушистые», чтобы мы видели промежуточные стадии. Мы на это нарывались. Когда появляется сложный признак, то он эволюционирует очень быстро, потому что момент появления очень неоптимальный, и, соответственно, есть очень сильное давление отбора на улучшение, потому что каждое улучшение радикально. Когда у вас уже всё хорошо, то каждое новое улучшение будет «тоненькое», а когда вы только только на подножье очередного оптимума, то вы забираетесь вверх очень быстро. На самом деле про это люди с правильным образованием умеют писать диффуры. Поэтому промежуточные стадии просто очень трудно заметить.



Палочка Хансена (*Mycobacterium leprae*). United States Department of Health and Human Services

Всё самое интересное происходит настолько быстро, что мы этого не замечаем.

Мы с коллегами пытались сделать похожую вещь. Есть белки, которые влияют на работу генов, я их выше упоминал. Это факторы транскрипции, у каждого есть несколько участков в ДНК (сайтов), которые он узнаёт; они не идентичные, но похожи друг на друга. Мы умеем такие сайты искать, сравнивая последовательности. И вот, у нас есть семейство родственных факторов транскрипции — несколько тысяч. Они все похожи по аминокислотной последовательности и по структуре, но при этом они узнают разные сайты ДНК.

Дальше я могу взять факторы транскрипции из одного семейства. Рядом с каждым написать, какие сайты он узнавал. И посмотреть, где есть корреляции между аминокислотами в последовательностях дзэнковских сайтов. Для этого я пишу эти белки друг под другом так, чтобы занимающие одно место в структуре аминокислоты были в одном столбце, и сайты также пишу друг под другом — и тогда я могу увидеть пары позиций, в которых определенным аминокислотам соответствует определенный нуклеотид. А если для кого-то из этих факторов решена структура в комплексе с ДНК, то я могу проверить: оказывается, что действительно коррелируют те пары позиций, которые контактируют в структуре.

Это был пролог. А история вот такая.

Разные родственные факторы транскрипции узнают разные сайты. Это означает, что в ходе эволюции они менялись. И вопрос такой: как происходят эти изменения? Мы же не можем сразу сделать несколько мутаций, так не бывает. Фактор транскрипции меняется, и все сайты, которые он узнавал, тоже должны поменяться. И модель, которую мы придумали, была такая: фактор транскрипции действительно меняется случайно, а сайты, которые он узнавал, он узнавать продолжает, но чуть хуже. И тогда появляется очень мощный отбор на то, чтобы сайтам быстро подстроиться под новый белок.

Есть теория, предложенная Михаэлем Лессигом (Michael Lässig), профессором Института теоретической физики при Кёльнском университете. Он физик, поэтому я его работы плохо понимаю — локально понимаю, но потом медленно забываю... Я его слушал несколько раз на конференциях, и у нас были совместные проекты. Грубо говоря, устроено так. Нужно, чтобы возник новый сайт связывания для транскрипционного фактора: какой-то ген раньше не регулировался, но условия поменялись, и теперь ему полезно регулироваться. Тогда сначала очень долго, за счет случайных мутаций, возникает что-то, хоть немножко похожее на сайт (хоть немножко узнается белком), а после этого он до оптимального вида доводит очень быстро. Долгая история блуждания по степи, пока вы не придете на склон горы: если вы уже оказались на склоне горы, то дальше вы бежите с дикой скоростью. В нашей ситуации должно быть так и устроено. Белок поменялся, сайты для него стали неоптимальными, но все-таки это не случайные последовательности: белок поменялся не радикально и продолжает их узнавать. Дальше, по Лессигу, все сайты очень быстро под белок подстраиваются. Я думал, что можно будет найти пример, когда белок уже поменялся, а сайты еще старые. Но нет, мы берем эти чудесные «пушистые» эволюционные деревья, в которых несколько тысяч факторов транскрипции, и не видим ни одной ветки в промежуточном состоянии — видимо, они существуют очень недолго, потому что всё происходит с нечеловеческой скоростью.

Я люблю мысленные эксперименты. Если бы у нас были все геномы всех живых су-



Озерные регионы Центральной Африки (1881). Рис. Джона Гедди (1848–1937)

<sup>1</sup> Garushyants S.K. et al. Mutational signatures in wild type *Escherichia coli* strains reveal predominance of DNA polymerase errors // *Genome Biol Evol.* 16(4): evae035 (2024) doi: 10.1093/gbe/evae035

► ществ — не тех, которые сейчас живут, это банально, а все геномы всех живых существ, которые когда-либо жили, — вот тогда я бы смог ответить на этот вопрос, потому что я видел бы промежуточные состояния.

— **Что значит «быстрая подстройка»? Насколько быстрая? Хотя бы число поколений?**

— Откуда мне знать...

— **Ну, порядок величины.**

— Нет-нет-нет, Борис, это бессмысленный вопрос, потому что мы не оговорили, какое явление мы обсуждаем. Они очень разные. Появление глаза — до хрена поколений. Появление какой-то одной регуляторной связи — меньше поколений.

— **Нет, я вот как раз про эти регуляторные связи. Про подстройку сайтов, так скажем.**

— Мы сейчас как раз очень хотим измерить, с какой скоростью идет подстройка сайтов. Пока что, похоже, никто не знает. А из известных вещей — пожалуйста: раковая опухоль приспосабливается к химиотерапии за месяцы.

— **То есть это сколько делений клеток, скажем?**

— Я не знаю, у меня плохо с вашими физическими оценками по порядку величины; ну, от десятков до сотен, наверно. Вы с Куниним разговаривайте, вот он пытается думать, как физик, а я думаю как лингвист, поэтому для меня это просто не очень естественный язык. Но пример химиотерапии показывает, что подобные процессы могут проходить очень быстро. Не выше сотни, потому что иначе опухоль была бы размером со Вселенную.

— **У меня вопросы кончились. Но нас тут на самом деле трое. У нас есть еще оператор Алексей Кудря, который записывает наш разговор. У него, кажется, назрел вопрос. Алексей, давай.**

**Алексей Кудря: Илон Маск нам обещает колонизацию Марса. Вопрос такой: насколько быстро там появится новый вид людей и будут ли они отличаться от земных? Маск говорит, что нам надо становиться межпланетным видом...**

— Любая репродуктивная изоляция ведет к тому, что виды начинают расходиться. Характерные времена для людей, по-видимому, — порядка миллиона лет. С неандертальцами мы разошлись 500 тыс. лет назад, и общих детей вполне могли иметь, хотя уже была частичная репродуктивная несовместимость: мальчики от этих браков были, видимо, не очень фертильные, а девочки — ничего себе. Но полного отсутствия гибридизации не было. Поэтому если Маск со своей сектой будет жить на Марсе и не общаться с землянами (если на Земле еще кто-то останется и она не превратится хрен знает во что стараниями наших выдающихся политических деятелей), то, видимо, через миллион лет они уже даже, может быть, и захотят иметь общих детей, но не смогут. И тогда это будут два разных вида. Но они в первое время будут, естественно, похожи. А если обратно летать на Землю, встречаться и делать детей, то будет межпланетный вид, как Маск и велел.

Другое дело, что все-таки когда мы говорим про такие времена, то технологии меняются настолько, что сколько-нибудь разумно предсказывать, как будет устроена эволюция на ближайшие сотни лет, я бы не взялся. Но в качестве опять-таки мысленного эксперимента — вот.

Есть примеры очень быстрой эволюции, примерно за десятки тысяч лет — причём для малые десятки тысяч лет. Есть Великие Африканские озера, из них самое известное — озеро Виктория. Они возникли по геологическим причинам: запрудило реку, образовалось озеро. И один вид — серенкие местные цихлиды, которые жили в этой реке, — очень быстро занял разные экологические ниши, которые образовались в этом озере, и разветвился в разные виды. Опять же, там полной репродуктивной изоляции нет. Если вы посадите двух цихлид разных видов из одного озера в аквариум и не дадите им своих, то они волей-неволей будут делать гибридов, при этом потомство будет больше похоже на предковый вид, чем оба родителя. Это как собаки: дворняги больше похожи на волков, чем чистопородные. Однако в норме эти цихлиды живут в одном озере, но не скрещиваются, и они совсем разные: разного цвета, разного поведения, у них разное строение рта (кто-то пищу подбирает с поверхности, кто-то — соскребаёт со стены, кто-то вообще хищник). Так что, в принципе, это может быть очень быстро, малые десятки тысяч лет. Кстати, Борис, это, видимо, частичный ответ на ваш вопрос тоже.

Я как-то его сходу не сформулировал, а теперь сообразил.

— **Так, ну что ж, теперь, Михаил, ваше заключительное высказывание.**

— Я уже несколько раз об этом говорил в разных местах: есть штука очень интересная и плохо осознанная. Во-первых, роль случайности, не эволюционной случайности, когда произошла слу-

чайная мутация, потом отбор ее подобрал, а случайности программируемой. В нас самом деле встроена — и мы сейчас это видим — масса датчиков случайных чисел. Это решения, которые принципиально принимаются случайно. Это эволюционно полезно, потому что создает фенотипическое разнообразие — разнообразие признаков у генетически идентичных существ. Это сильно повышает стабильность популяции. Как может быть устроена эволюция таких систем, я примерно понимаю. А вот про то, как возникает такой генератор случайности, было бы полезно думать.

Во-вторых: откуда вообще берется что-то новое? Если новый белок возникает, потому что ген дублировался, — это хорошо видно и понятно. А если ген возник на месте, которое до того геном не было, т. е. никакого белка не кодировало? Такие примеры есть. Откуда берется это новое? Из шума. Потому что наблюдение состоит в том, что у нас, скажем, всё время вся ДНК работает, включая ту, которой работать, вообще говоря, не нужно, так как ничего разумного она всё равно не делает. Она работает, с нее считываются эрзньковые копии, которые тут же деградируют, потому что они не нужны. Но вот из этой пены, из этого шума время от времени отбираются принципиально новые гены, которые кодируют новые белки. Точно так же, если у случайного белка есть хоть какая-то функциональность, включается отбор. Мы можем это проследить. Мы видим участок генома, который у человека что-то кодирует, а у других млекопитающих ничего не кодирует, хотя последовательности еще похожи, они не успели сильно разойтись.

Представим идеальный геном: работает то, что должно работать, а что не должно работать, того и нет. Такой организм эволюционировать не сможет. А «разболтанная» система, где бесполезные гуманитарии пишут романы или что-то рисуют непонятно зачем, вместо того, чтобы землю пахать или хотя бы станки проектировать, — такая «разболтанная» система, в которой очень много всего делается «лишнего», способна меняться, в ней появляется что-то новое. По-моему, это очень поучительно. На уровне метафор мы это понимаем, вот на уровне конкретных биологических механизмов это было бы очень интересно посмотреть.

— **Ой, спасибо. Ваши слова мне прямо на душу ложатся, потому что моя научная карьера на самом деле связана с интенсивным использованием датчика случайных чисел, он мне очень помогает и делает всякие сложные вещи гораздо более простыми. Метод Монте-Карло — один из мощнейших методов в физике. Так что большое спасибо за это заключительное замечание.**

— Тогда у меня будет еще более заключительное: метод Монте-Карло на самом деле используется всюду, где мы не можем посчитать аналитически, и в эволюционной биологии тоже. Вместо статистических критериев вы просто перемешиваете данные много раз, получаете распределение, а потом смотрите, значим ваш эффект или нет.

А про датчики случайных чисел есть замечательная байка. В Институте проблем передачи информации работал замечательный ученый, Михаил Моисеевич Бонгард (мы сейчас готовим обширный материал в «Троицком варианте» к его столетнему юбилею). Самого Бонгарда я не застал, но у нас на семинаре однажды выступал с докладом его сотрудник, Михаил Сергеевич Смирнов. Он деконструировал датчик псевдослучайных чисел ЭВМ, кажется, «Искра-226» — разглядывал цепочки чисел, искал закономерности и в конце концов понял, как устроен алгоритм их порождения. Незачем, ему было просто интересно. Мы потом шутили, что надо скупиться и купить ему билет в Лас-Вегас. А с Бонгардом они в свое время нашли статистические аномалии в таблице целых чисел IBM, которая была получена с помощью счетчика Гейгера. Бонгард со Смирновым поняли, в чем дело: два очень близких щелчка принимались за один, и этого оказалось достаточно, чтобы какие-то последовательности встречались чаще, чем надо. Или, наоборот, разбегались, я уже не помню. Так что про случайные числа есть много чудесных историй.

— **Большинство задач устойчивы ко всяким корреляциям внутри датчиков.**

— К мелким деталям датчика, конечно, всё устойчиво, если только специально его не ломать. Это я понимаю. Но истории, по-моему, всё равно хорошие. Бонгарду со Смирновым это нужно было, чтобы телепатию изучать: один в нее верил, другой нет, но оба понимали, что для того, чтобы поставить опыт, нужна хорошая последовательность случайных чисел.

— **Спасибо вам и всем, кто нас смотрит, слушает и читает. До новых встреч! ♦**

## Сомнительный палеонтологический триллер



Блэк Р. Как умирали динозавры. Убийственный астероид и рождение нового мира / Пер. с англ. Константина Рыбакова, науч. ред. докт. биол. наук Александр Аверьянов. М.: Альпина нон-фикшн. 2024



Юрий Угольников

Райли Блэк, хотя это имя вам вряд ли что-то скажет, в популяризации палеонтологии человек более чем заслуженный: под прежним именем и фамилией она публиковала достойные внимания работы с завидным постоянством с начала 2010-х едва ли не ежегодно. Новая ее книга уже поэтому заслуживала внимания.

К тому же она была переведена Константином Рыбаковым, научным журналистом и без преувеличения лучшим из работающих сегодня отечественных переводчиков палеонтологической литературы. Может быть, именно из-за того, что и от авторессы, и от переводчика я ожидал большего, моих ожиданий книга скорее не оправдала.

«Как умирали динозавры» — по сути художественная книга, напоминающая классические сочинения Ирины Яковлевой, хотя рассказы Блэк предназначены все-таки не для детской аудитории. Авторесса позволяет себе изрядную долю фантазии.

Да, часть этих фантазий, в общем, продолжает сегодняшний поп-мейнстрим палеоарта или как минимум движется в его русле. Переключившись с недавним сериалом «Доисторическая планета» довольно очевидно. Изображение остатков перьев (легких щетинок) у тиранозавра рекса и пушистости его детенышей, скажем, присутствуют как в фильме, так и в книге. Образ сомнительный: отсутствие или наличие перьев у ти-рекса — излюбленная тема для баталий в популярных палеонтологических интернет-сообществах на протяжении многих лет. Блэк однако никак не комментирует свое мнение даже в весьма обширных примечаниях. Да, оперенность детенышей тиранозавров я и сам, скажем, считаю вероятной, но не настолько, чтобы оправдывать подобные изображения, пока четких доказательств нет.

Становление нового мейнстрима началось еще несколько десятилетий назад. Поворотной стала книга «Все минувшие дни» (*All Yesterdays*), авторы которой позволили себе почти непредставимую (на момент издания) свободу в изображении крупных позвоночных мезозоя. Они попытались показать вымерших гигантов не одномерными хищниками с ограниченным набором стереотипных паттернов поведения (атакующими хищниками, убегающими жертвами), а животными, чье поведение и взаимодействие с другими видами могли быть весьма разнообразны.

Та книга была громадным шагом для художественной популяризации науки, она задала направление мысли на десятилетия (в первую очередь для иллюстраторов палеолитературы). Взгляд на ископаемых животных изменился. Райли Блэк явно развивает эту тенденцию, показывая даже привычных, хрестоматийнейших героев любого рассказа о мезозое с неожиданных сторон: трицератопс и ти-рэкс, например, у нее изображены не как охотник и жертва, нет — трицератопс погибает собственной смертью (от рака) и лишь постертно становится пищей хищника-гиганта. Сам гигант тоже не просто машина для охоты и последующего уничтожения мяса: показано, что он тоже болеет и страдает от паразитов.

И все-таки всё хорошо в меру, особенно если книга претендует на какую-никакую научную достоверность. Сейчас маятник качнулся в сторону всё большей странности и необычности описаний ископаемых существ, и неплохо бы уже авторам начать сдерживать свою фантазию.

Например, Блэк рассказывает о торозавре. Во-первых, само существование торозавров спорно (чего Блэк не отрицает): возможно, за отдельный вид мы принимаем остатки половозрелых трицератопсов. Во-вторых, Блэк пишет, что самки торозавров сражаются за самцов — и вот это уж как-то совсем странно. Агоническое противостояние скорее типично для самцов, а самкам требуется больше энергии для производства потомства, и они стараются эту энергию просто так не тратить: все-таки цератопсиды — не морские коньки, у которых икру вынашивают самцы; скорее всего, эти динозавры вообще не заботились о потомстве после его вылупления. Тратить силы, сражаясь за самца, если вся его роль сводится к осеменению, — сомнительная роскошь.

Я ограничусь этими примерами, но на самом деле спорных моментов в книге еще немало. Отдельная проблема состоит в том, что Блэк очень старается создать именно художественный текст, настоящий палеонтологический триллер с убийцей-метеоритом. Время от времени ее сочинение превращается в проповедь метеоритной теории, пафосный текст со множеством красивостей, которые, наверно, должны впечатлить читателя и помочь ему осознать всю грандиозность произошедшей катастрофы. Однако сам по себе пафос ничего не доказывает, а излишние упражнения в риторике утомляют. Наконец, и Константин Рыбаков, явно более привыкший к переводу научно-популярных текстов, а не художественной литературы, с передачей этих пафосных красивостей тоже справляется далеко не всегда.

Ну и последнее: мне лично хотелось бы, чтобы уже наконец популяризаторы отстали от несчастного метеорита. Да, видимо, он сыграл важную роль в том вымирании, но подлинными предпосылками следует искать в самом устройстве морской и наземной биоты мелового периода. Приведу аналогию: да, хищник убивает жертву, но жертва эта, как правило, уже ослаблена болезнью, травмой или старостью. Прежде всего важно понять, что сделало динозавров, птерозавров, плезиозавров и многих других существ не способными пережить границу мел-палеогена. Конечно, из истории о том, как менялась на протяжении мелового периода физиология травоядных динозавров и хищников, как изменилась роль птиц и млекопитающих с появлением цветковых растений, не сделаешь триллера, но и зачем? Для того, чтобы написать хорошую популярную книгу о древних организмах, не обязательно стараться публику поразить.

Иногда лучше всего пишут авторы, которые не боятся быть скучными. В художественной литературе, по крайней мере, это срабатывает.

Юрий Угольников

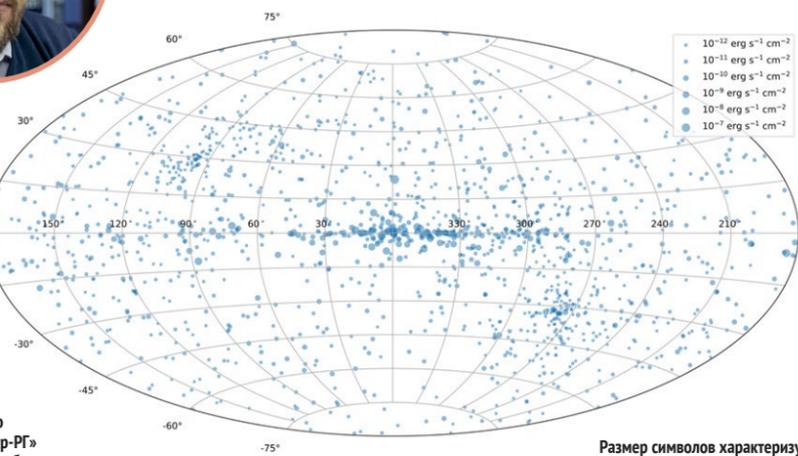
## АСТРОНОВОСТИ

Алексей Кудря



Алексей Кудря

Положение на небе (в галактических координатах) источников, обнаруженных телескопом ART-XC им. М. Н. Павлинского обсерватории «Спектр-РГ» в ходе обзора всего неба



Размер символов характеризует рентгеновскую яркость источников

## Каталог пяти обзоров

С 12 декабря 2019 года по 7 марта 2022 года телескоп ART-XC им. М.Н. Павлинского, входящий в состав российской орбитальной обсерватории «Спектр-РГ», практически непрерывно сканировал небесную сферу в жестких рентгеновских лучах, совершая полный обзор каждые полгода. В результате всё небо было осмотрено как минимум четырежды, а 40% неба — пять раз. Затем в течение полутора лет до октября 2023 года телескоп ART-XC проводил глубокий обзор плоскости Галактики, после чего сканирование всего неба было возобновлено.

Во время этих полутора лет ученые ИКИ РАН трудились над построением рентгеновской карты неба на основе данных, полученных до марта 2022 года, и детектированием источников на этой карте [1].

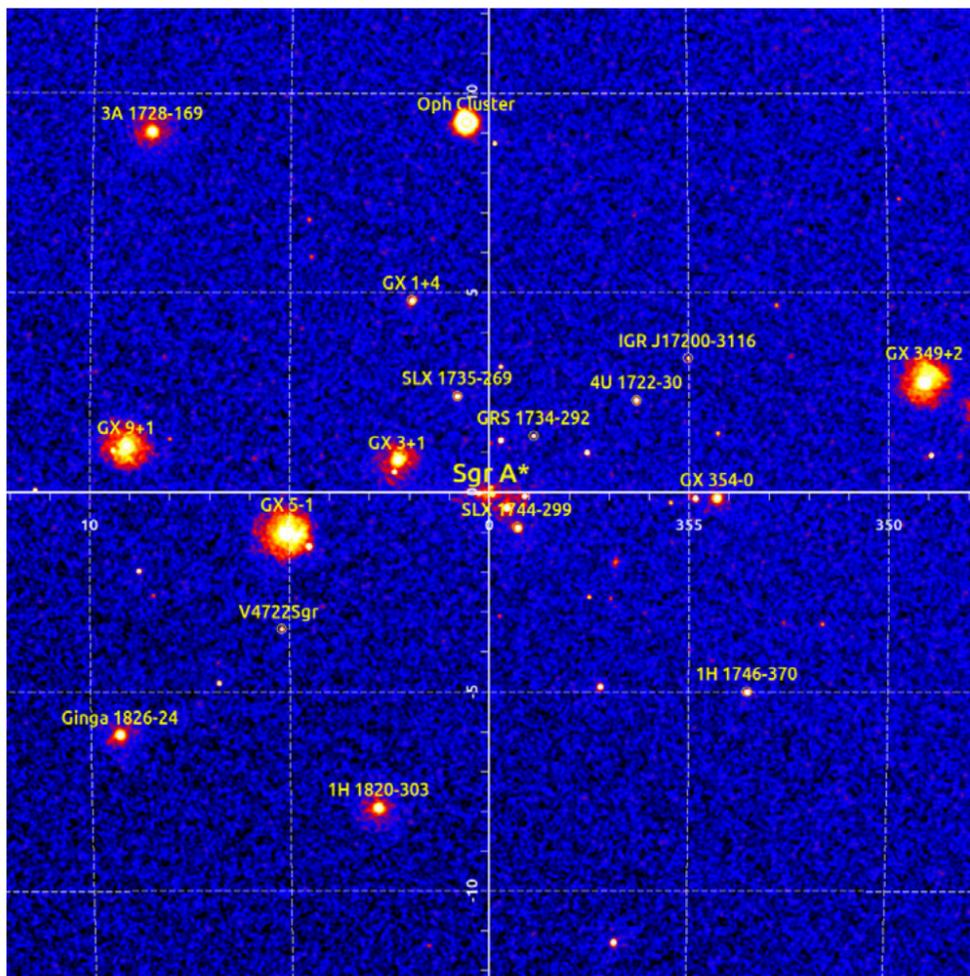
Итогом этой работы стал каталог рентгеновских источников, обнаруженных в ходе обзора СРГ/ART-XC в 2019–2022 годах, — «Каталог пяти обзоров» (ARTSS1–5). Он представлен в статье, которая была принята к публикации в журнале *Astronomy and Astrophysics* и вышла в архиве электронных препринтов [2].

Каталог включает 1545 источников рентгеновского излучения, часть из которых — новые, и они представляют особый интерес

Большинство классифицированных объектов в новом каталоге — активные ядра галактик (АЯГ), их около 900. Это сверхмассивные черные дыры в центрах далеких галактик, которые активно аккрецируют окружающее их вещество. Стоит отметить также присутствие в каталоге почти 200 катаклизмических переменных (КП) — двойных систем, в которых происходит аккреция вещества на белый карлик. Они находятся уже в нашей галактике.

«Одной из главных целей, которые мы ставили перед собой, было добиться максимально полного отождествления источников каталога. В рентгеновской астрофизике важно не только найти новый объект, но и определить его природу, а это возможно, если мы этот же объект обнаружим на небе в видимом диапазоне. Телескоп ART-XC может определять положения рентгеновских источников на небе с очень высокой точностью — порядка четверти угловой минуты, поэтому мы можем легко отыскивать на небе их вероятных оптических компаньонов», — пояснил ведущий научный сотрудник отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН, первый автор статьи, профессор РАН Сергей Сазонов.

1. [iki.cosmos.ru/news/srg-art-xc-im-m-n-pavlinskogo-novyy-katalog-rentgenovskikh-istochnikov-na-nebe](http://iki.cosmos.ru/news/srg-art-xc-im-m-n-pavlinskogo-novyy-katalog-rentgenovskikh-istochnikov-na-nebe)
2. [arxiv.org/abs/2405.09184](https://arxiv.org/abs/2405.09184)



Изображение области неба вблизи центра Галактики в диапазоне энергий 4–12 кэВ, полученное путем свертки необработанных фотонных изображений с оптимально подобранным фильтром в галактических координатах



## Изображение номера — туманность NGC 346

NGC 346 — туманность в созвездии Тукана.

Тип: EN+OCL.

Угловые размеры: 14,00' × 11,0'.

Координаты на эпоху J2000: Ra = 0 ч 59 м 5 с; Dec = -72° 10' 38".

Другие названия объекта: NGC 346: ESO 51-SC10, largest EN in SMC.

NGC 346 расположена в Малом Магеллановом Облаке — карликовой галактике — спутнике Млечного Пути. NGC 346 является областью активного звездообразования. Яркие пятна и сгустки вещества отмечают области с большим количеством протозвезд. В общей сложности исследователи обнаружили более тысячи точечных источников света. Большинство из них — молодые звезды, всё еще находящиеся в своих газопылевых коконах.



Линзовидная галактика NGC 4753. Снимок космического телескопа «Хаббл». ESA / Hubble и NASA, Л. Келси

## ▲ Необычная галактика

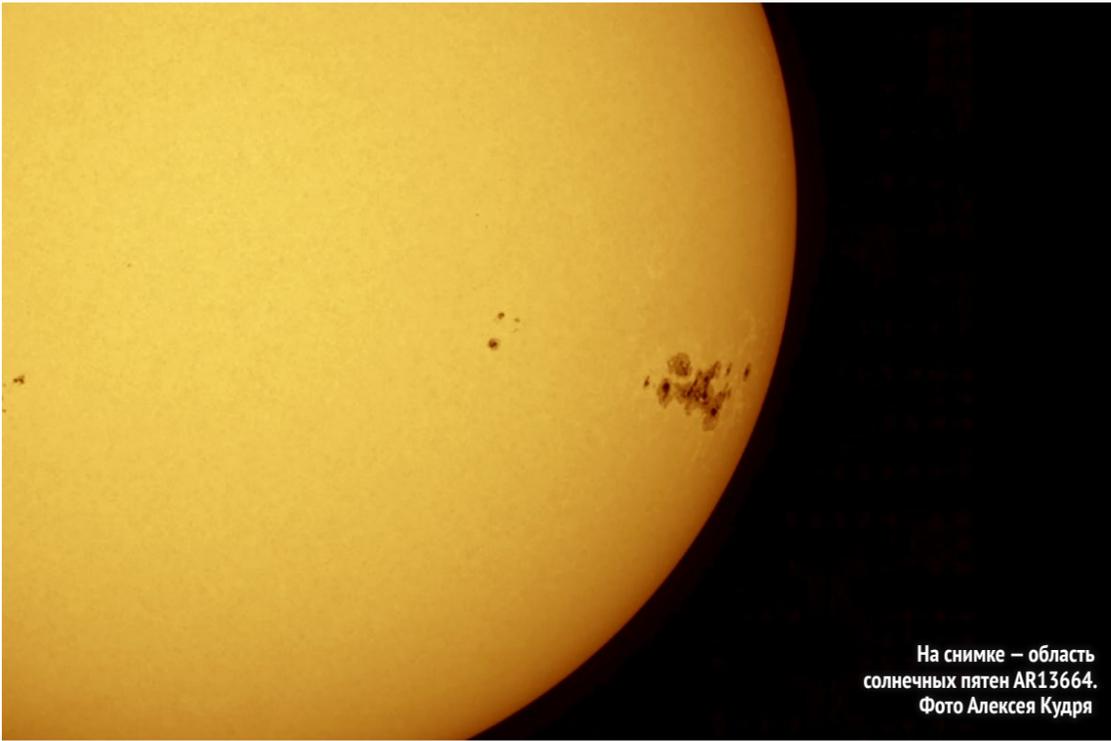
Мнения астрономов относительно того, сколько в наблюдаемой Вселенной галактик, расходятся. Есть осторожные, согласно которым их несколько сотен миллиардов, есть и более оптимистичные предположения — о нескольких триллионах. А самое интересное то, что среди галактик нет двух совершенно одинаковых. Ученые в зависимости от внешнего вида и физических характеристик делят их на четыре основных класса: эллиптические, линзовидные, неправильные и спиральные — со множеством подклассов между ними. Но галактики — это динамичные объекты, которые меняются с течением времени, и за время своего существования они могут несколько раз поменять свою классификацию.

Телескоп «Хаббл» заснял один такой объект — NGC 4753 [3], линзообразную галактику в созвездии Девы. Расстояние от Солнца до NGC 4753 на основании величины красного смещения (z) — 17,5 Мпк. Галактика была впервые обнаружена астрономом Уильямом Гершелем в 1784 году.

Изображение наглядно демонстрирует широкие пылевые полосы, которые закручиваются вокруг ядра NGC 4753. Они остались после катаклизмов, произошедших примерно 1,3 млрд лет назад. Тогда NGC 4753 поглотила богатую газом карликовую галактику — отчетливые полосы пыли вокруг ядра NGC 4753, вероятно, образовались в результате этого слияния. Слияние двух галактик вызвало вспышку звездообразования привнесло в систему огромное количество пыли.

Низкая плотность окружающей среды и сложная структура NGC 4753 делают ее интересной с научной точки зрения для астрономов, которые могут использовать галактику в моделях, проверяющих различные теории образования линзовидных галактик. Наблюдения за галактикой позволили обнаружить две вспышки сверхновых типа Ia. Это сверхновая SN 1983G, пиковая видимая звездная величина которой составила 13<sup>m</sup>, и сверхновая SN 1965I (соответственно 13,5<sup>m</sup>). Сверхновые типа Ia часто именуют «стандартными свечами», они помогают космологам изучать скорость расширения Вселенной. Представляя собой взрывы белых карликов, происходящие при одной и той же критической массе и дающие схожие кривые светимости, они позволяют определять расстояния до них с высокой точностью.

3. [science.nasa.gov/missions/hubble/hubble-views-cosmic-dust-lanes](https://science.nasa.gov/missions/hubble/hubble-views-cosmic-dust-lanes)



На снимке — область  
солнечных пятен AR13664.  
Фото Алексея Кудря

## ► Солнце разбушевалось

10–12 мая 2024 года магнитосфера Земли пережила сильнейшее возмущение в XXI столетии. Причиной стала повышенная активность Солнца в текущем цикле, вызвавшая выбросы корональной массы 7–9 мая.

События на Солнце — такие, как вспышки и выбросы солнечного вещества, — в случае, если направлены к Земле, вызывают возмущения земной магнитосферы — происходят геомагнитные бури. Силу этих бурь принято оценивать по возрастанию геомагнитного индекса Kp и разделять на пять уровней — от G1 до G5.

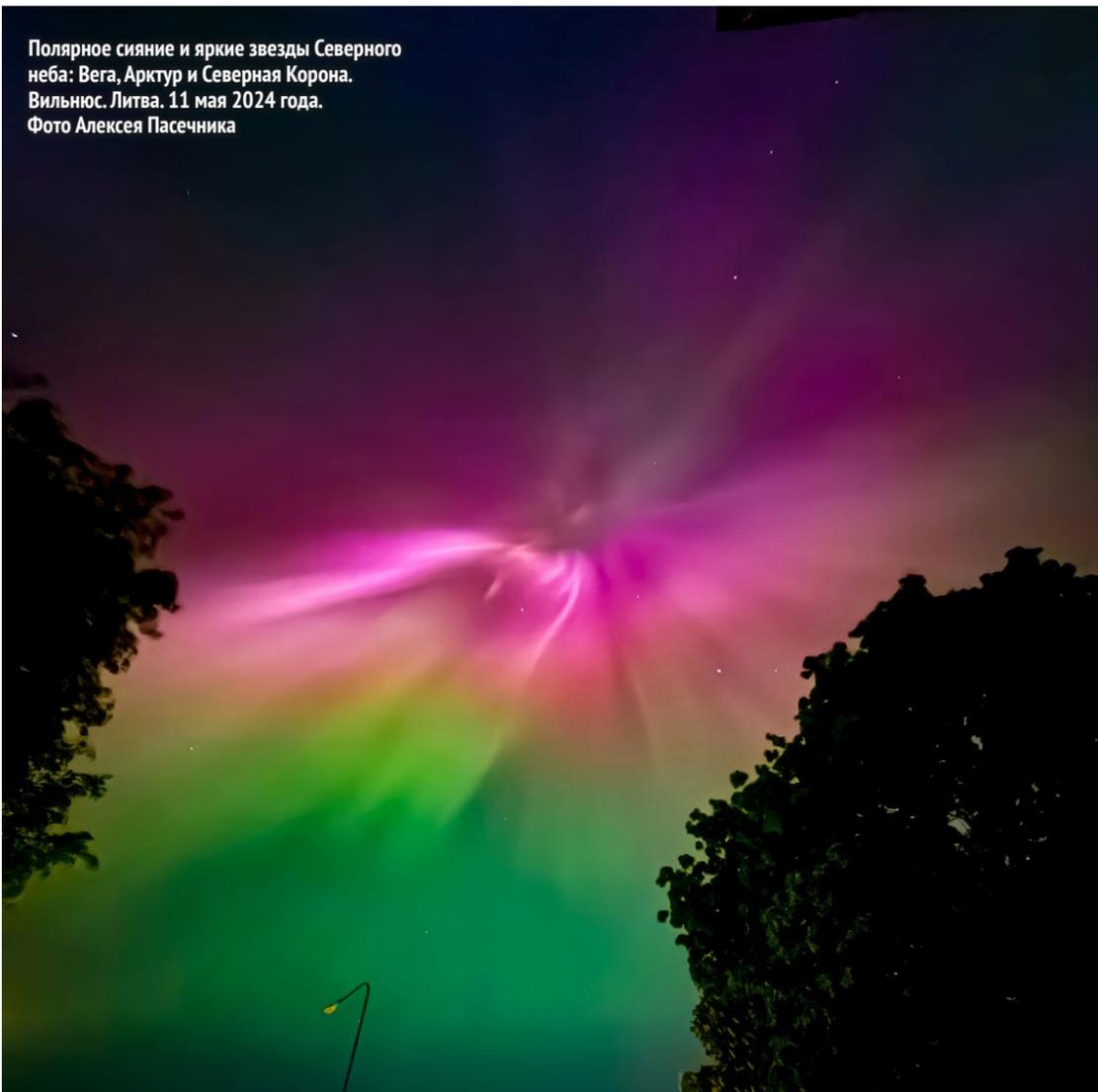
Зачастую мощные выбросы солнечной плазмы пролетают мимо нашей планеты, но в этот раз «плевок» попал в цель практически идеально, а скорость солнечного ветра при этом была почти в два раза выше обычной, величина магнитного поля — в шесть раз, направление магнитного поля выброса также оказалось «подходящим» для начала мощной магнитной бури.

Начавшись вечером 10 мая, эта магнитная буря сразу превысила уровень G4, а на 11 мая она усилилась до максимального G5. Область полярных сияний при этом распространилась до 40° с. ш. Великолепные виды полярных сияний наблюдали во многих местах Северного полушария (также они наблюдались и в Южном полушарии, но там магнитная буря была слабее).

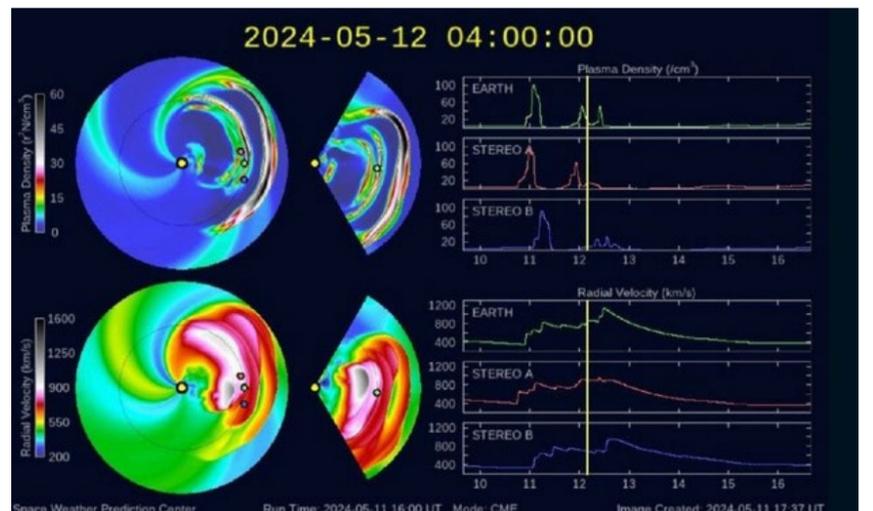
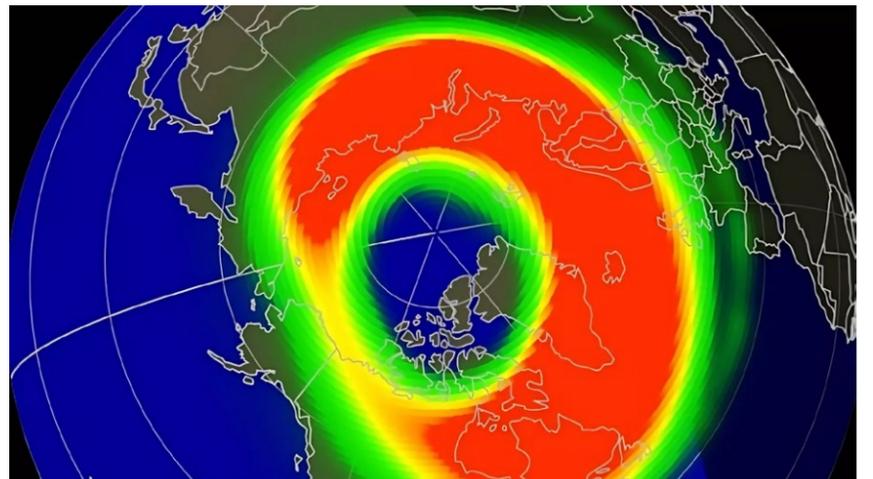
В течение последующих дней Солнце продолжило свою вспышечную активность, однако выбросы массы, подошедшие к Земле 12 мая, из-за изменения ее орбитального положения уже «промахнулись». Уровень геомагнитных возмущений 12–13 мая не превышал G2-G3, и эта повторная геомагнитная буря завершилась к полудню 13 мая.

Виновником всех этих событий стала группа пятен AR13664. Размер этой группы был настолько велик, что наблюдался с Земли невооруженным (но защищенным от солнечного света) глазом. В настоящий момент они уже «закатились», недоступны для наблюдений, но лаборатория солнечной астрономии ИКИ и ИСЗФ сообщила, что на Солнце зафиксирована новая вспышка в пока еще невидимой области [4]. Уровень вспышки составил X 2.9. Так что, скорее всего, нас ждут новые интересные события на Солнце, которые породят красивейшие виды в ночном небе.

4. [xras.ru/project\\_diary.html?post\\_id=2619](https://xras.ru/project_diary.html?post_id=2619)



Полярное сияние и яркие звезды Северного неба: Вега, Арктур и Северная Корона. Вильнюс, Литва. 11 мая 2024 года. Фото Алексея Пасечника



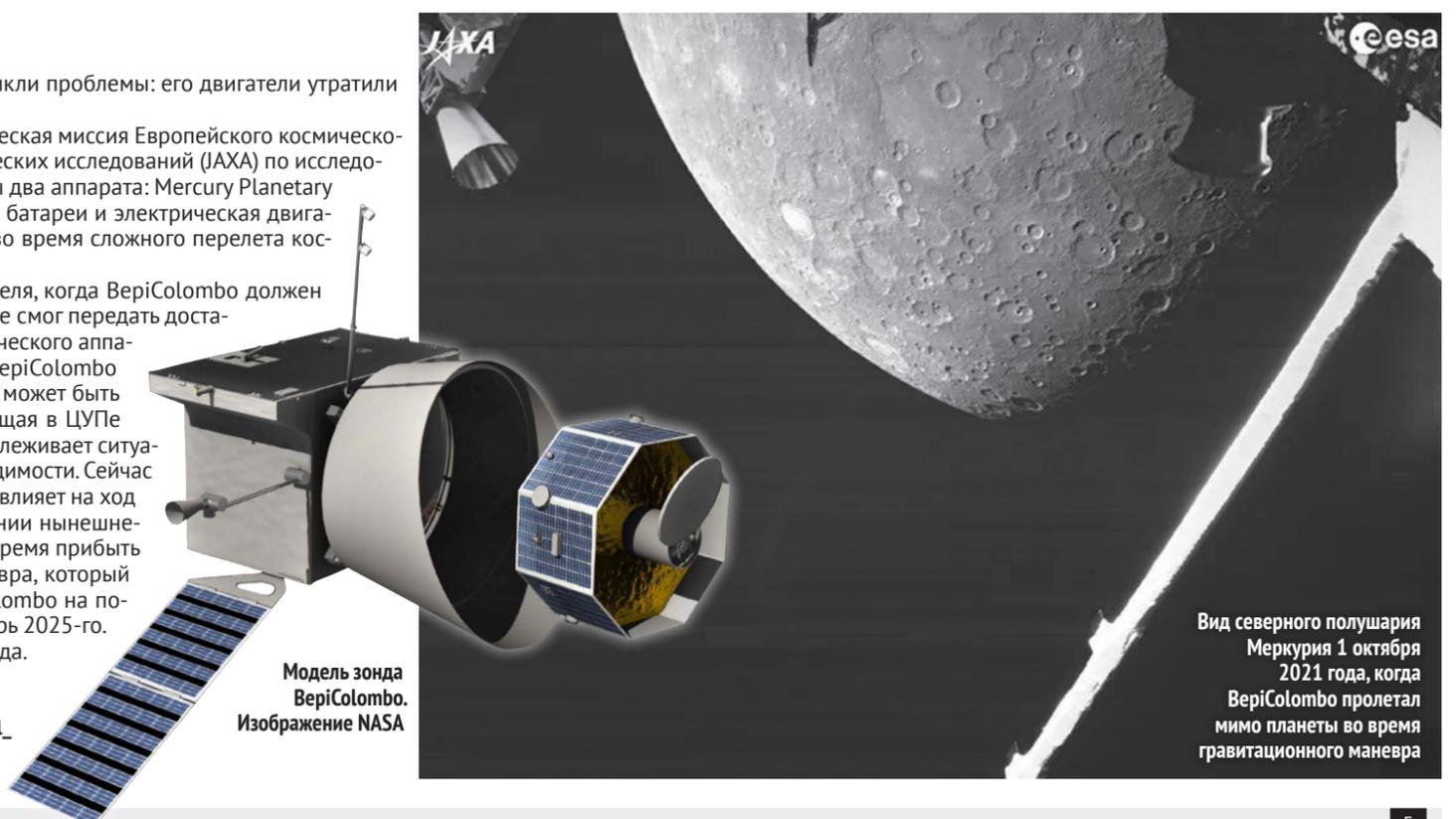
## Дармштадт, у нас проблемы!

У зонда VeriColombo, летящего к Меркурию, возникли проблемы: его двигатели утратили возможность работать на полную мощность.

VeriColombo — совместная автоматическая космическая миссия Европейского космического агентства (ESA) и Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA) по исследованию Меркурия. На орбиту планеты будут выведены два аппарата: Mercury Planetary Orbiter и Mercury Magnetospheric Orbiter. Солнечные батареи и электрическая двигательная установка используются для создания тяги во время сложного перелета космического аппарата с Земли на Меркурий.

ESA сообщило [5], что проблемы возникли 26 апреля, когда VeriColombo должен был начать очередной маневр. Перелетный модуль не смог передать достаточное количество электроэнергии двигателям космического аппарата. К 7 мая инженерам удалось восстановить тягу VeriColombo примерно до 90% от прежнего уровня, однако этого может быть недостаточно. Группа управления полетом, работающая в ЦУПе ESOC ESA в германском Дармштадте, внимательно отслеживает ситуацию и старается быстро реагировать в случае необходимости. Сейчас специалисты пытаются оценить, как снижение тяги повлияет на ход миссии. По предварительным оценкам, при сохранении нынешнего уровня мощности VeriColombo должен всё же вовремя прибыть к Меркурию для четвертого гравитационного маневра, который запланирован на сентябрь 2024 года. Выход VeriColombo на постоянную орбиту вокруг Меркурия намечен на декабрь 2025-го. Научные работы планируется начать весной 2026 года.

5. [esa.int/Enabling\\_Support/Operations/Glitch\\_on\\_VeriColombo\\_work\\_ongoing\\_to\\_restore\\_spacescraft\\_to\\_full\\_thrust](https://esa.int/Enabling_Support/Operations/Glitch_on_VeriColombo_work_ongoing_to_restore_spacescraft_to_full_thrust)



Модель зонда  
VeriColombo.  
Изображение NASA

Вид северного полушария  
Меркурия 1 октября  
2021 года, когда  
VeriColombo пролетал  
мимо планеты во время  
гравитационного маневра

# Об исследовании зрения животных



Елена Максимова (iitr.ru)

Изучение зрения человека и животных – традиционная тема лаборатории обработки сенсорной информации Института проблем передачи информации РАН им. А. А. Харкевича. Канд. биол. наук **Елена Михайловна Максимова**, старейший сотрудник лаборатории (работает в ИППИ свыше 60 лет), рассказывает об истории изучения свойств ганглиозных клеток (выходных нейронов сетчатки) электрофизиологическим методом, а также кратко описывает строение глаза камерного типа, сетчатки, электрические реакции клеток сетчатки. Опыты проводятся на живых взрослых рыбах – удобном модельном животном. Реакции ганглиозных клеток регистрируются экстраклеточно от окончаний их аксонов в главном оптическом центре рыб – тектуме. Обсуждается возможная роль ганглиозных клеток – детекторов признаков в организации разных форм зрительно обусловленного поведения.

Главной причиной «большого взрыва» видообразования в начале кембрия стало появление у древних животных глаз, формирующих изображение. Такую гипотезу предложил в своей книжке «В мгновение ока» британский зоолог Эндрю Паркер на основании изучения коллекций древней фауны известного палеонтологического месторождения – Сланцев Бёрджеса в Канаде [1]. Предметное зрение (а не просто светочувствительность) повлияло на обострение отношений «хищник – жертва», развитие когтей и челюстей у одних и защитных панцирей, покровительственных или отпугивающих окрасок – у других. Предметное зрение привело к развитию и совершенствованию двигательной системы древних животных, развитию полового диморфизма и способствовало появлению животных роющего образа жизни как крайней формы скрытного поведения, избегания хищника и т. д. Русское слово «вид» как нельзя лучше (на уровне языка) поддерживает эту гипотезу. Постепенно и палеонтологи-эволюционисты стали принимать эту гипотезу.

У современных животных доминируют глаза двух типов строения: фасеточные – у беспозвоночных артропод и камерные – у позвоночных животных и головоногих моллюсков. Фасеточный (сложный) глаз состоит из множества единообразных глазков – фасеток, где каждой светочувствительной единице (рабдому) придается своя оптика. Фасеточные глаза иногда покрывают практически всю голову насекомого (например, у стрекозы) и обеспечивают обзор в 360°. Фасеточные глаза впервые описаны у живших в морях раннего ордовика и в кембрийский период хищника аномалокариса (рис. 1) и трилобитов.

## Строение глаза камерного типа

Глаз камерного типа (т. е. подобный фото- или видеокамере) представляет собой устройство (глазное яблоко), где все светочувствительные рецепторы (колбочки и палочки) объединены в единую матрицу – фоторецепторный слой сетчатки. Сетчатка – многослойная нервная ткань, выстилающая заднюю полусферу глаза. Единая оптическая система (роговица, хрусталик) фокусирует на слое рецепторов сетчатки изображение внешнего мира (рис. 2). Два глаза камерного типа располагаются у позвоночных в углублениях черепа (глазницах) фронтально или по бокам головы. Они подвижны в глазницах и благодаря движениям головы обеспечивают достаточно большое поле обзора. На изображении важно различать детали, иначе говоря, иметь высокую остроту зрения, или разрешающую способность. Эта величина обратно пропорциональна угловому расстоянию между рецепторами. Отсюда следует, что хорошо бы иметь большие глаза и очень тонкие рецепторы. У животных с хорошим зрением (птиц, рыб) глаза занимают почти всю черепную коробку.

Развитые глаза камерного типа, вернее, отпечатки такой зрительной системы на черепе описывают у гетеростраков – бесчелюстных, жив-

ших на мелководье более 500 млн лет тому назад [2]. За долгий период эволюции камерный глаз позвоночных принципиально не изменился. У приматов в общих чертах глаза такие же, как и у миноги – современного представителя бесчелюстных.

Двумерное инвертированное уменьшенное изображение внешнего мира, проецируемое оптикой глаза на растр наружных сегментов фоторецепторов, каким-то образом трансформируется в представление о его многообразии. Как это происходит? Ответ на этот вопрос пытаются найти морфологи и физиологи, полагая, что знание строения отдельных клеток сетчатки и зрительных отделов мозга, их связей и сигналов, при помощи которых они взаимодействуют, поможет найти ответ на этот вопрос.

## Строение сетчатки

Сетчатка камерного глаза позвоночных инвертирована – это значит, что рецепторы расположены в дальнем конце следования светового луча. По дороге к наружным сегментам рецепторов, где находится зрительный пигмент, луч света должен пройти сквозь несколько нервных слоев сетчатки. Клетки сетчатки прозрачны. Существует много способов «проявления» структур сетчатки: разные методы окрашивания, фазово-контрастная микроскопия и др.



Рис. 1. Фасеточный глаз ископаемого животного

Anomalocaris – 540 мя



June 30, 2011 Nature.

В конце XIX – начале XX века великий испанский нейроморфолог Сантьяго Рамон-и-Кахаль исследовал сетчатку разных видов позвоночных животных основных крупных таксонов методом серебрения по Гольджи (произвольное, выборочное окрашивание отдельных клеток со всеми отростками)<sup>1</sup>. Он пришел к выводу о едином плане строения сетчаток и конечном основном стандартном наборе ее клеток (фоторецепторы – палочки и колбочки, горизонтальные, биполярные, амакриновые, ганглиоз-

<sup>1</sup> Р. Кахаль доказал, что нервная система (в том числе сетчатка) не является непрерывной сетью, как тогда считалось. Она (подобно другим тканям) состоит из отдельных клеточных элементов – нейронов. Нейрон имеет входное устройство – короткий ветвящийся отросток – дендрит, воспринимающий входной сигнал, тело с ядром и выходной отросток – аксон, по которому ответная реакция нейрона распространяется дальше.

ные клетки и глиальные мюллеровские клетки – см. рис. 3) [3].

Сетчатка имеет слоистую (экранную) структуру: слой рецепторов, три клеточных (ядерных) и два синаптических (сетчатых) слоя. Синапс – это специализированный контакт между нервными клетками, где происходит передача сигнала от одной клетки к другой, их информационное взаимодействие. В наружном синаптическом слое происходит передача сигналов рецепторов на биполярные и горизонтальные клетки; во внутреннем синаптическом слое аксоны биполярных контактируют с отростками амакриновых клеток нескольких типов и дендритами ганглиозных клеток – выходных нейронов сетчатки.

Р. Кахаль считал, что задача сетчатки – передать точно картинку на растре рецепторов в «умный» мозг. Он находился под впечатлением обнаруженного им такого блока: 1 рецептор – 1 биполяр – 1 ганглиозная клетка. Это – так называемый карликовый путь сигнала в фовеа приматов.

Теперь благодаря разнообразным современным методам исследования (электронные микроскопы, фазоконтрастные микроскопы, ультрамикротомы, компьютеризованные конфокальные микроскопы, флуоресцентные красители, иммунохимия, генетические методы, разнообразные трейсеры, регистрация электрических

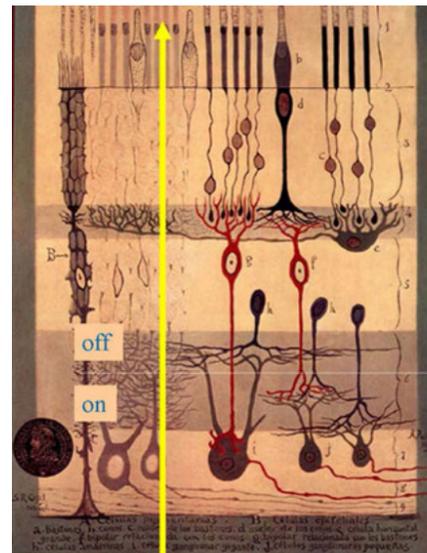


Рис. 3. Схема строения сетчатки по Кахалю. Стрелкой обозначен ход луча света

- наружные сегменты рецепторов
- наружная пограничная мембрана
- слой ядер рецепторов
- наружный синаптический слой
- внутренний ядерный слой
- внутренний синаптический слой
- слой ганглиозных клеток
- внутренняя пограничная мембрана

сигналов отдельных клеток сетчатки и популяций клеток) известно не только общее строение сетчатки, но и вид и реакции всех и каждого из ее элементов.

Известны и некоторые узлы морфо-физиологических взаимосвязей этих клеток. Во внутреннем синаптическом слое происходит формирование свойств ганглиозных клеток разных физиологических типов. На основании функциональных, морфологических и транскриптомных данных описано более 40 подтипов ганглиозных клеток сетчатки и 60 подтипов амакриновых клеток сетчатки. По аксонам ганглиозных клеток, составляющих зрительный нерв, их сигналы поступают в зрительные ядра мозга.

Теперь стало понятно, что сетчатка умнее, чем о ней думали раньше, что в ней уже происходит сложная первичная обработка изображения с выделением многих значимых признаков, используемых в дальнейшем нейронами мозга для организации поведения, и справедливо определение сетчатки как части мозга, выдвинутой на периферию [4].

## Путь зрительного сигнала

Поглощение кванта света молекулой зрительного пигмента фоторецептора приводит в итоге к изменению электрического потенциала фоторецептора. Возбуждение нервной клетки выражается в ее деполяризации, выделении из ее синаптического окончания нейромедиатора. Он воспринимается постсинаптической мембраной дендрита следующей клетки, что приводит к ее возбуждению. Фоторецепторы беспозвоночных при освещении деполяризуются и генерируют импульсы. Палочки и колбочки сетчатки позвоночных, напротив, деполяризованы в темноте и гиперполяризуются при ос-

вещении. Эта удивительная особенность фоторецепторов позвоночных была открыта в 1968 году сотрудником нашей лаборатории Юрием Андреевичем Трифионовым в опытах на изолированных сетчатках рыбы и черпахи и теперь признана всем мировым зрительным сообществом [5].

В синаптических слоях сетчатки сигналы от рецепторов к горизонтальным и биполярным клеткам, от биполярных к ганглиозным клеткам, а также между горизонтальными клетками передаются неимпульсным (аналоговым) способом. Это всё медленные потенциалы, градуально зависящие от силы стимула. Нейромедиатором в цепи передачи сигнала рецептор – биполярная клетка – ганглиозная клетка служит глутамат. Амакриновые клетки – интернейроны внутреннего синаптического слоя – используют множество возбуждающих и тормозных нейромедиаторов, известных в ЦНС. Ганглиозные клетки в ответ на возбуждение формируют ответные (оцифрованные) сигналы в виде разнообразных последовательностей электрических импульсов, которые по аксонам передаются в первичные зрительные центры мозга.

## Про модельных животных

Поскольку глаза разных видов позвоночных животных (как говорилось выше) устроены принципиально одинаково, можно выбирать для исследования, в зависимости от задачи, удобное (модельное) животное. Рыбы (как и лягушки) доступны, удобны и в содержании, и в эксперименте как холоднокровные животные. Можно работать как на целом животном, так и на изолированной сетчатке. Последние 30 лет главным модельным животным стала рыба данио. Она играет роль дрозофилы в генетических работах на позвоночных животных. На прозрачных мальках этой рыбки, интактных или частично обездвиженных, при помощи потенциал-зависимых флуоресцентных красителей (заранее введенных в нервные клетки) регистрируют изменение потенциала возбуждающихся отдельных нервных клеток или их ансамблей (метод  $Ca^{++}$ -имаджинга) [6]. Картина разноцветной иллюминации отдельных нервных клеток и ансамблей одинаковых функционально клеток в зрительной системе впечатляет и завораживает.

Единство планов строения сетчаток позвоночных позволяет сравнивать результаты исследований, выполненных разными методами разными авторами на разных модельных животных для формирования единой картины о механизмах зрительного процесса и его роли в жизни животных.

Поведение рыб во многом определяется зрением. Врожденные зрительно управляемые формы поведения рыб: фототаксис, оптомоторная реакция, охотничье поведение и оборонительный рефлекс – избегание наблюдаются уже у четырехдневных ▶

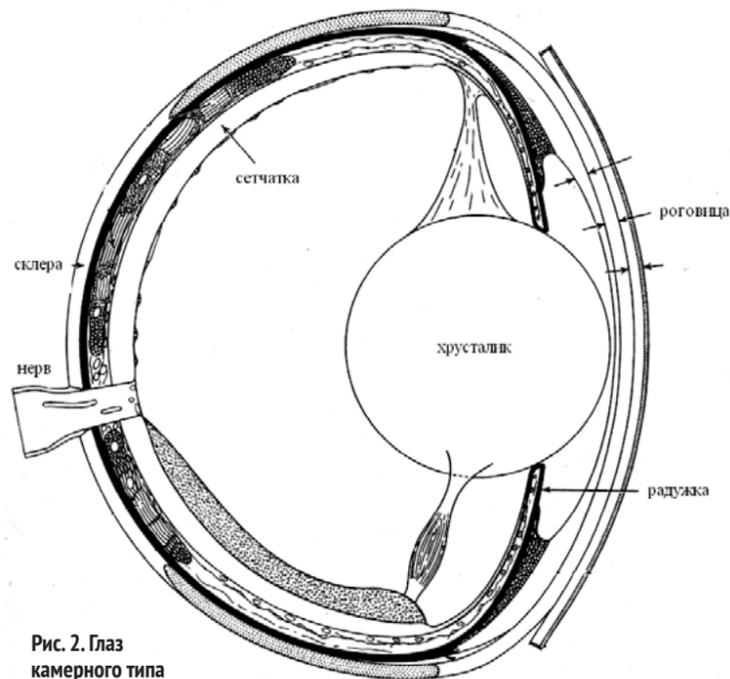


Рис. 2. Глаз камерного типа (рыбы)

▶ мальков данио и сохраняются во взрослом состоянии. В организации всех этих разных форм поведения участвует тектум оптикум (ТО) — главный первичный зрительный центр рыб. У рыб в ТО приходит 98% аксонов ганглиозных клеток (ГК).

Мы с 1970-х годов работаем на рыбах электрофизиологическими методами. В настоящее время мы исследуем зрительную систему взрослого караса (близкого родственника данио). Методика регистрации реакций ганглиозных клеток от окончаний их аксонов в ТО в ответ на зрительные стимулы, близкие к реальным, была описана в знаменитой статье «Что глаз лягушки сообщает мозгу лягушки» в 1959 году [8]. Авторы (Матурана, Летвин, Питтс, Маккалох — сотрудники MIT) работали на целой лягушке. Реакции ганглиозных клеток регистрировали не от тел клеток в глазу, а от окончаний их аксонов в тектуме. Лягушка смотрела нормальными неповрежденными глазами на стимулы (темные пятнышки, полосы, границы), которые двигались перед ней по белому экрану. Были специально разработаны низкоомные микроэлектроды (металлические в стекле с электролитически наваренной на конце шляпкой губчатой платины диаметром 2–5 мкм) для экстраклеточного отведения импульсов с амплитудой порядка сотен микровольт от терминальных кисточек аксонов. Импульсы наблюдали на осциллографе и прослушивали через громкоговоритель.

Авторы описали четыре типа реакций, отводимых на разных глубинах в ТО лягушки. Самой выразительной была реакция ГК на подвижное маленькое черное пятнышко. В то же время на включение и выключение света в комнате такие клетки вовсе не реагировали. Такие ГК получили название детекторов малого черного пятна (иногда их называли детекторами жука).

Молодой сотрудник нашей лаборатории Ваня Пигарёв<sup>2</sup>, прочитав статью Летвина и его коллег, вскоре первым в нашей стране воспроизвел эту методику (сложнее всего было самостоятельно изготовить специальные микроэлектроды) и получил аналогичные результаты на «светской» лягушке. Потом Пигарёв со своим другом и коллегой Игорем Зенкиным модифицировали методику для работы на рыбах. Работая в командировке в лаборатории физиологии Института внутренних морей в Борке на Волге, они впервые увидели (и услышали) реакции ГК щуки, которые реагировали на всё (контрастные границы, пятнышки, полосы), что движется в поле зрения рыбы в направлении от хвоста к голове, и не замечали стимулы, движущиеся в обратном направлении [7]. У лягушки реакции таких клеток в ТО не были описаны. Виртуоз эксперимента, Ваня Пигарёв смонтировал крошечный микроманипулятор (своей конструкции) на черепе свободно плавающей щуки, и все услышали, что мощная реакция этих клеток возникает только на стимулы, движущиеся от хвоста к голове. Коллеги решили, что в природе эти клетки-детекторы движения от хвоста к голове сигнализируют щуке, затаившейся в прибрежной осоке, что ее сносит течением (подводная трава тогда движется от хвоста к голове), и назвали их детекторами сноса. Когда щука движется вперед, стебли растений проплывают мимо глаза спереди назад, и эти детекторы молчат.

Я в то время тоже работала в Борке на изолированной сетчатке щуки с горизонтальными клетками, внутриклеточными электродами. Мощное звучание детекторов щуки из соседней комнаты не давало мне покоя. Я попросила Ваню обучить и меня методике Летвина. С тех пор я так и ра-

ботаю. С годами совершенствовалась экспериментальная установка. Теперь она оснащена тремя компьютерами, которые генерируют и предъявляют разнообразные стимулы, производят частичную онлайн-обработку реакций, ведут автопротокол и записывают результаты опыта в базу данных. Неземными остаются только электроды.

В дальнейшем мы с О.Ю. Орловым и В.В. Максимовым изучали зрение разных пресноводных и морских рыб в экспедициях в Институте южных морей в Севастополе и на Звенигородской биостанции. О.Ю. Орлов с учениками работал по этой методике также в Институте моря в ДВНЦ РАН. В течение нескольких лет на базе нашей лаборатории проходил практикум по зрению для студентов биофака кафедры физиологии животных МГУ, где я читала курс физиологии зрения.

Иван Николаевич Пигарёв, будучи в научной командировке в США, навещал Джерри Летвина и порадовал его, рассказав о работах в нашей лаборатории. Группа Джерри Летвина была близка и идейно, и по составу (математики, биологи, морфолог) нашей лаборатории. В 2009 году мы в лаборатории отметили 50-летие выхода статьи Летвина докладом, который сделал на семинаре лаборатории В.В. Максимов.

Выпускник кафедры высшей нервной деятельности Иван Николаевич Пигарёв с работы на щуке вскоре переключился на исследование обработки зрительной информации в корковых и подкорковых структурах мозга наркотизированной кошки. Его методика была новаторской, так как весь мир тогда работал на животных под наркозом. Методика безболезненного крепления на черепе (временно, в процессе опыта) отводящей аппаратуры позволяла работать на одном животном месяцами и годами (рис. 4). Он изучал бинокулярное зрение кошки, специфику разных зрительных зон коры, константность восприятия зрительного пространства. В свободное от опытов время кошка жила нормальной жизнью.

В опыте кошка частенько засыпала, закрывала глаза, энцефалограмма демонстрировала картину сна, и на фоне сна иногда возникала активность в зрительных нейронах коры. Этот факт послужил для Пигарёва начальным толчком для разработки висцеральной гипотезы сна<sup>3</sup>, которую он увлеченно развивал теоретически и экспериментально до конца жизни [9].

### Как проходит опыт на рыбе сейчас

Наша группа осталась верна рыбе. Взрослая рыба — обычно карась — закреплен в специальном станке в аквариуме. Сквозь его прозрачную стенку она смотрит на экран монитора, на котором ей показывают разные генерируемые компьютером картинки: движущиеся пятна, полосы, границы — черно-белые и цветные. Электрод через отверстие в черепе с помощью микроманипулятора под зрительным контролем вводят в ТО, расположенный у рыб поверхность.

При погружении электрода на разных глубинах мы регистрируем реакции ГК разных типов. Всего таким методом у рыб (не только у карасей, но и у плотвы, карпа, усача, зеленушки, ставриды и др.) в ТО мы с уверенностью определяем реакции тринадцати типов специализированных ГК (возможно, их больше). Это реакции дорегионально избирательных (ДИ) ГК, или детекторов направления движения: первые, на глубине от поверхности 50 мкм реагируют на движение

стимулов от хвоста к голове; вторые — на глубине 100 мкм — на движение снизу вверх; третьи — сверху вниз. В каждой группе поровну клеток, предпочитающих движение темных границ по более светлому фону, и наоборот, светлых границ по более темному фону. Итого шесть типов дорегионально избирательных ганглиозных клеток. В том же горизонте глубин можно зарегистрировать детекторы малого белого и черного пятна, похожие по свойствам на детекторы пятна лягушки. Такие клетки не реагируют на выключение и включение общего освещения.

На глубине 150 мкм регистрируются два типа детекторов ориентированных линий (горизонтального и вертикального края). Реакцию первых вызывают подвижные и неподвижные границы и полосы, ориентированные горизонтально, вторых — вертикально. Реакция такой клетки на неподвижный



Рис. 4. Иван Пигарёв и его кошка

стимул (полоску) предпочтительной ориентации может длиться минутами, но мгновенно прекращается (тормозится) при внесении в поле зрения полосы ортогональной ориентации.

В литературе вышеописанные ГК называют детекторами признаков (контраста, размера, направления движения, ориентации). Размеры рецептивных полей ГК описанных выше типов составляют от 3° до 5°. Это соответствует области рецепторной поверхности сетчатки, насчитывающей несколько сотен фоторецепторов, с которой ГК получает сигналы. Характер обработки изображения каждой ГК (ее тип), характер ее выходного сигнала определяется специфическими синаптическими связями ее дендрита с нейронами предыдущих

этажей (биполярными, горизонтальными, амакриновыми клетками сетчатки). Мозаики дендритов ГК каждого типа (по данным морфологии) полностью покрывают, как кафелем, всю поверхность сетчатки на своем уровне стратификации во ВСС. В ТО окончания ГК, детектирующие разные признаки изображения, образуют ретинопические карты выделяемого ими признака, каждый тип на своем уровне.

Долгое время наше недоумение вызывал тот факт, что у рыб — животных, обладающих хорошим цветовым зрением, с тремя типами колбочек и разнообразными цветоопонентными горизонтальными и ганглиозными клетками в сетчатке, — мы не обнаруживали соответствующих цветоопонентных реакций в их главном оптическом центре — ТО. Наконец недавно благодаря виртуозному мастерству нашего молодого сотрудника А. Алипера было показано, что ганглиозные клетки с фоновой активностью, аксоны которых образуют самый глубокий и мощный слой в ТО на глубине 200 мкм, и являются этим недостающим звеном. Они делятся на три группы по уровню фоновой активности на свету и в темноте и специфике связей с разными типами колбочек (рис. 5).

Так, соответственно количеству морфофункциональных типов ГК, уже в сетчатке формируются и по аксонам передаются в ТО около двух десятков разных «описаний» картины внешнего мира.

В ТО устанавливается соответствие карты внешнего мира и карты тела.

Набор (комплект) из нескольких карт признаков (таких, как знак контраста стимула относительно фона, его размер, направление движения, ориентация, цвет), расположенных в ТО стопкой друг под другом, составляют ретинопическую карту значимых признаков (saliency map). Считается, что в ТО по карте значимых признаков происходит выбор главного объекта, видимого в поле зрения (pop-out stimulus), и переключение на него внимания. Известно, что функции фиксации взгляда на объекте и переключения внимания сохраняются за тектумом и у млекопитающих, у которых уже развивается кора.

ливались и опровергающие примеры. У рыб с очень разной экологией, хищных и вегетарианцев, бентосных, пелагических, коралловых, обнаруживались одни и те же наборы детекторов. Детекторы пятна были открыты у кролика и мыши, а детекторы ориентированных линий — не только у рыб и голубей, но и у мышей. Более того, дорегионально избирательные и ориентационно избирательные зрительные реакции обнаружены в соответствующих зрительных ганглиях у дрозды и стрекозы<sup>4</sup>.

С накоплением данных оказалось, что в сетчатках всех исследованных животных более или менее стандартный набор специализированных ГК, иногда отличающихся некоторыми деталями. Стало быть, детектирование таких признаков, как знак контраста относительно фона, размер стимула, направление движения, ориентация — это полезные (необходимые) этапы обработки зрительной информации, общие для позвоночных и беспозвоночных животных. (Что не мешает рассматривать, например, детектор пятнышка как ключевой стимул в пищевом поведении рыбы, мухи, цыпленка.)

Итак, нам известно, что сообщает глаз рыбы нейронам главного зрительного центра рыбы. Известно и в каких поведенческих зрительно обусловленных актах принимает участие ТО. Остается понять, узнать, как нейроны ТО организуют эти процессы.

1. Parker A. (2003). In the Blink of an Eye: How Vision Sparked the Big Bang of Evolution. Cambridge, MA: Perseus Pub. ISBN 0-7382-0607-5.
2. Maximov V.V. Environmental factors which may have led to the appearance of colour vision // Phil. T. Soc. Lond. B (2000) 355, 1239–1242

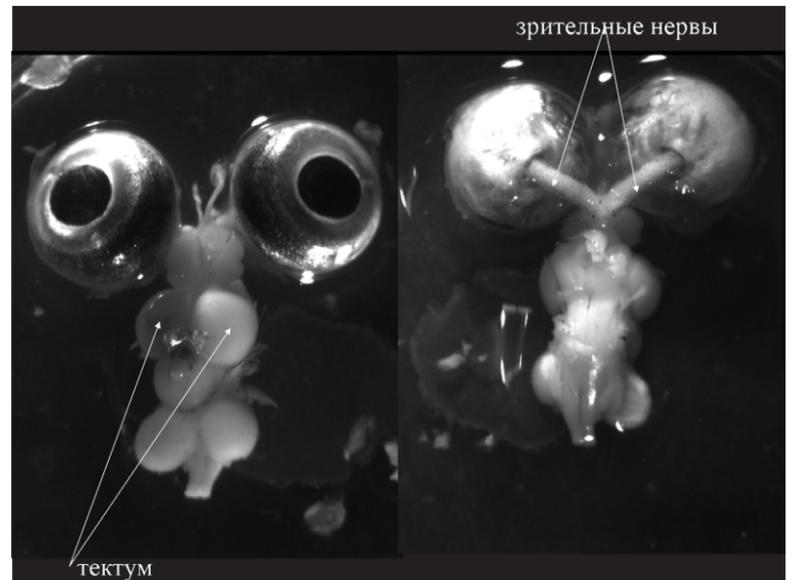


Рис. 5. Препарат «глаза и мозга» рыбы с дорзальной (слева) и вентральной (справа) стороны

### Детекторная концепция

Детектор черного пятнышка, описанный в статье «Что глаз лягушки сообщает мозгу лягушки», можно рассматривать как ключевой стимул для запуска охотничьего поведения. В поведенческом опыте лягушка, а лучше жаба, увидев на арене маленькое черное подвижное пятнышко, поворачивается к нему, подходит и выбрасывает липкий язык, пытается его съесть. Наблюдение за свободно плавающими (и частично обездвиженными) мальками данио дает представление о том, реакции каких специализированных ГК — детекторов признаков, описанных выше, — используются в поведении. В охотничьем поведении это детекторы малых пятен и ДИ ГК. Объекты, меньшие 5°, интерпретируются как пищевые и вызывают охотничье поведение; объекты, превышающие 10°, вызывают реакцию избегания.

В 1970-е годы тенденция искать в сетчатке детекторы ключевых стимулов поддерживалась и результатами работ Лоренца и Тинбергена по этологии. Первые работы на рыбе обнадеживали. Но постепенно накап-

3. Ramón y Cajal S. (1892). La retina des vertébrés // La Cellule, 9, 119–225.
4. Gollisch T. and Meister M. Eye smarter than scientists believed: Neural computations in circuits of the retina // Neuron. 2010; 65(2): 150–164. doi:10.1016/j.neuron.2009.12.009.
5. Трифонов Ю.А. Изучение синаптической передачи между фоторецептором и горизонтальной клеткой при помощи электрических раздражений сетчатки // Биофизика. 1968. Т. 13. С. 809–817.
6. Muto A., Ohkura M., Abe G., Nakai J., and Kawakami K. Real-Time Visualization of Neuronal Activity during Perception // Current Biology 23, 307–311, 2013.
7. Зенкин Г.М., Пигарёв И.Н. Детекторные свойства ганглиозных клеток сетчатки щуки // Биофизика. 1969. Т. 14. С. 722–730.
8. Lettvin J. Y., Maturana H. R., McCulloch W. S. and Pitts W. H. What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain. Proc. IRE 47 (1959).
9. Пигарёв И.Н. Висцеральная теория сна // Журнал высшей нервной деятельности. 2013. Т. 1. С. 86–104.

<sup>4</sup> На первый взгляд отличные друг от друга зрительные системы позвоночных и беспозвоночных имеют общее происхождение, что доказано методами молекулярной генетики (Gehring).

<sup>3</sup> В бодрствовании нейроны зрительной коры занимают обработкой сигналов от сетчатки. Во сне они, не получая сигналов от экстерорецепторов, переключаются на обработку сигналов от внутренних органов (желудка, кишок).

<sup>2</sup> Иван Николаевич Пигарёв (1941–2021) — автор висцеральной теории сна, докт. биол. наук (1991), сотрудник ИППН с 1961 года.

# Источник частицы ультравысокой энергии близок к нашей галактике



Телескоп Аггау

Продолжается работа над интерпретацией необычного события, зарегистрированного 27 мая 2021 года международной коллаборацией Telescope Array<sup>1</sup>. Заряженная частица с почти рекордной энергией породила широкий атмосферный ливень, он был изучен сетью камер в пустынной части американского штата Юта, и выяснилось, что первичная частица пришла как бы из пустоты, из Местного войда. Статья в журнале *Science* с описанием этого феномена и с его предварительным анализом появилась в ноябре 2023 года, наделав много шума как в научном сообществе, так и в СМИ, позже эта тема фигурировала во многих списках важнейших научных открытий года<sup>2</sup>. Важную роль в физической интерпретации результатов наблюдений сыграли ученые из Института ядерных исследований РАН. Новая статья на эту тему одного из первооткрывателей, канд. физ.-мат. наук **Михаила Кузнецова** из лаборатории обработки больших данных ИЯИ РАН, была недавно опубликована в *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*<sup>3</sup>. Это исследование выполнено при поддержке РФФИ. Предлагаем вашему вниманию беседу с Михаилом Кузнецовым о том, что нового на текущий момент удалось выяснить о «частице Амаатэрасу» (как ее окрестили в прессе) и не перестала ли она быть столь уж загадочной<sup>4</sup>.



Михаил Кузнецов

<sup>1</sup> Cm. [trv-science.ru/2023/11/kak-nam-prilotelo-s-neozhidannogo-napravleniya/elementy.ru/novosti\\_nauki/434164/Kosmicheskaya\\_chastitsa\\_ultravysokoy\\_energii\\_prishla\\_s\\_neozhidannogo\\_napravleniya](https://trv-science.ru/2023/11/kak-nam-prilotelo-s-neozhidannogo-napravleniya/elementy.ru/novosti_nauki/434164/Kosmicheskaya_chastitsa_ultravysokoy_energii_prishla_s_neozhidannogo_napravleniya)

<sup>2</sup> Telescope Array Collaboration. An extremely energetic cosmic ray observed by a surface detector array // *Science*. 2023. DOI: 10.1126/science.abo5095 ([science.org/doi/10.1126/science.abo5095](https://science.org/doi/10.1126/science.abo5095))

<sup>3</sup> Kuznetsov M. A nearby source of ultra-high energy cosmic rays. doi.org/10.1088/1475-7516/2024/04/042 (ArXiv:2311.14628).

<sup>4</sup> Другие фрагменты этой беседы публиковались в «Коммерсантъ — Наука» ([kommersant.ru/doc/6663563](https://kommersant.ru/doc/6663563)) и в «Поиске» ([poisknews.ru/astronomiya/chasticza-amaterasu](https://poisknews.ru/astronomiya/chasticza-amaterasu))

— Это открытие включают в число важнейших научных достижений года. Чем же эта частица так уникальна? Ведь она не самая рекордная, она интригует прежде всего чем-то другим?

— Ну, во-первых, она достаточно высокоэнергичная. Это частица с самой высокой энергией за последние три десятка лет и вторая за всю историю наблюдений. Нужно, впрочем, понимать, что эти числа воспринимаются с определенной долей условности, потому что у каждого эксперимента свой метод реконструкции этой энергии.

— Всё восстанавливается из тех миллиардов частиц, что в широком атмосферном ливне, который порожден первоначальной частицей?

— Совершенно верно. Это как бы обратная задача решается: найти по следу, кто же его оставил. Если статью посмотреть, то там написано, что энергия равна  $244 \pm 29$  эксаэлектрон-вольтам ( $2,44 \times 10^{20}$  эВ) и еще систематическая неопределенность плюс 51 минус 76. То есть довольно большой разброс.

До этого долгое время рекордсменкой была знаменитая частица Oh-Mu-God («О Боже мой!») с энергией  $320 \pm 90$  ЭэВ, зарегистрированная вечером 15 октября 1991 года на испытательном полигоне Дагвэй в том же штате Юта с помощью установки-предшественницы Telescope Array — детектора космических лучей Fly's Eye («Глаз мухи»). Но этот результат считался несколько «подозрительным». Скепсис у исследователей вызывало то, что та частица оставалась поистине уникальной, ее рекорд формально не побит до сих пор, несмотря на то, что современные эксперименты в целом регистрируют в десятки раз больше космических лучей в этом диапазоне энергий, чем эксперимент Fly's Eye, и то, что в смысле определения направления там была довольно большая ошибка —

десятки градусов. Кроме того, направление прихода частицы Oh-Mu-God было измерено с большой неопределенностью, что затрудняло ее астрофизическую интерпретацию. Поэтому новая частица-рекордсменка интересна еще и тем, что зарегистрирована уже на другой установке и с более точно определенным направлением.

Хотя и история Oh-Mu-God всё еще интересна, я сам специально проделал такое упражнение: взял ту частицу и ту экспозицию, которую та установка (Fly's Eye) имела тогда. Это всё написано в статьях, документировано. Я посмотрел, какая вероятность была ее обнаружить, если бы спектр был такой, про который мы сейчас уже знаем, — распределение всех частиц по энергиям в целом. Так вот: оказалось, что вероятность регистрации не исчезающе маленькая. Меня это очень удивило. Я думал, что это будут какие-то доли процента, а оказалось, что это порядка 5%. А 5% считаются довольно-таки большой вероятностью. Это вероятность того, что та частица — Oh-Mu-God — действительно имеет такую энергию. То есть если спектр такой, как мы сейчас знаем, то велика вероятность получить частицу с такой энергией, как они тогда видели, имея ту экспозицию. И эта вероятность оказалась приличной. Меня это очень удивило, но я про эту идею писать не стал, потому что это, знаете, такой побочный немножко сюжет. Тем не менее, в принципе, можно условно считать, что та частица была самая высокоэнергичная, хотя на самом деле это всё происходило в те времена, когда была не такая уж и большая достоверность регистрации.

— А ведь еще 10–20 событий было зарегистрировано с чуть меньшей энергией, где-то на порядок или в пределах порядка? Ну, это если говорить про текущую ситуацию и про установку Telescope Array. От Обсерватории Пьера Оже в Аргентине (Pierre

Auger Observatory) туда тоже что-то добавили?

— Вот у них, как я уже говорил, таких частиц мало, выше 100 ЭэВ там буквально единицы, а у нас двадцать с лишним, может быть. Это при том, что у них больше экспозиция в несколько раз, чем наша, в 4–5–6 раз больше. Тем не менее они не видят таких частиц, и в этом также состоит, так скажем, парадокс, который мы в числе прочих пытаемся разрешить.

— А детекторы у вас в чем-то схожи?

— Нет-нет, детекторы разные, конечно. Я поэтому и говорю, что у Обсерватории Оже другой способ реконструкции энергии, у них другие детекторы, которые иначе всё видят. Ну, тем не менее образована рабочая группа, объединяющая участников двух этих экспериментов, которая временами собирается, это всё обсуждает, пытается выяснить и разобраться: давайте такой параметр реконструкции обсудим, давайте другой обсудим. Цель — прийти к какому-то консенсусу. Это всё с десяток лет обсуждается, но до сих пор полный консенсус не достигнут.

— А у вас детекторы — это прежде всего наземные, регистрирующие сами заряженные частицы, мюоны и электроны?

— Не только мюоны и электроны. Там есть мюонная компонента, есть электроны, позитроны и адроны. Ну и гамма-кванты, конечно.

— Но это уже с помощью дополнительных флуоресцентных детекторов? Как они помогают, они факультативные или работают в группе?

— Там, значит, такая история, немножко запутанная. Вот регистрируется наземная компонента — этими наземными детекторами, сцинтилляторами. И у Оже это также (у них только не сцинтилляторы, а баки с водой, которые регистрируют всё немножко

другим методом). Но общий смысл всё равно такой же: это решетка наземных детекторов. И проблема в существующих моделях. Когда мы начинали разговор, мы говорили о том, что необходимо проводить реконструкцию, чтобы понять, какова была первичная частица. И вот это понимание основано на моделях. Вы моделирование на компьютере прогоняете, а потом сравниваете с реальным раскладом. Этот ливень моделируется, даже не ливень, а набор ливней, и всё сравнивается с полученными данными. Моделирование — существенный компонент эксперимента, реконструкция энергии. И это моделирование отнюдь не идеально совпадает с измерениями, там есть расхождения. Модели очень сложные, там содержится вся физика высоких энергий, физика адронов — всё, что на ускорителях изучено. И совпадение не идеально. То есть количество частиц — усредненное, которое реально наблюдается, особенно количество мюонов, — оно больше, чем то, что предсказывают модели. Существенно больше, иногда в два раза, иногда на 50%. Это говорит о том, что если пытаться восстановить энергию только лишь из показаний наземных детекторов, то ошибка будет очень большой. Соответственно, эту проблему нужно как-то решить — установки, содержащие в своем составе только наземные детекторы, выдают энергию с плохой точностью, с очень большой ошибкой.

Чтобы эту проблему решить, и были привлечены эти флуоресцентные детекторы. Вторичные высокоэнергичные частицы, пролетая сквозь атмосферу, ионизируют молекулы азота и кислорода. И эти молекулы начинают флуоресцировать, испускать ультрафиолетовый свет, невидимый невооруженным глазом.

— Но это ведь только ночью, наверное, можно наблюдать?

— Да, разумеется, только ночью, причем не просто ночью, а безлунной ночью, и чтобы еще была хорошая погода, иначе ничего не будет видно. То есть не каждой частице «повезет» попасть в этот промежуток, это максимум 10% всего времени. И вот нашей обсуждаемой высокоэнергичной частице 2021 года не повезло, она была уже на рассвете. Соответственно, ее видели только наземные детекторы. Тем не менее флуоресцентные телескопы менее подвержены ошибке, связанной с моделями, с моделированием. Там это тоже есть, но не так явно выражено. Потому что эта ошибка связана в основном с мюонами, т. е. мюоны плохо моделируются, но в этом флуоресцентном излучении мюоны как бы особого участия не принимают, а ионизированные молекулы воздуха, соответственно, дают меньше ошибок, связанных с моделированием. Таким образом, если вы возьмете набор событий, зарегистрированных наземным флуоресцентным детектором, найдете среди них те, которые совпадают с событиями, зарегистрированными сцинтилляторами, то сможете получить так называемый гибридный набор событий, зарегистрированных двумя способами, и построите функцию соответствия энергии между этими флуоресцентными и сцинтилляционными данными. А имея эту функцию соответствия, вы уже уточните, так сказать, масштаб энергии для наземных детекторов. Вот так это всё и работает.

— Ага, но для нашего случая это тоже оказалось немножко боковым сюжетом, но интересно...

— Нет, не боковым, потому что вся реконструкция энергии, определение энергии любой частицы, хоть этим телескопом, хоть тем, строится с поправкой на эти вот флуоресцентные данные. Эта поправка немаленькая, и она для любой частицы присутствует. Если бы этого не было, то восстановленная энергия была бы еще больше. Но с учетом этой поправки она вот та-

кая. Там поправка порядка 30%. Вот в этом и состоит роль флуоресцентных телескопов.

— То есть это вклад в более точное моделирование, да? Потому что конкретно для обсуждаемой частицы этих данных нет.

— Да-да-да.

— А что-то там говорится про искусственный интеллект? Насколько это серьезно? Обучение какое-то происходит для лучшего моделирования?

— Ну, я бы начал с того, что, как мне кажется, термин «искусственный интеллект» в этом контексте вообще не очень употребим. Сейчас пытаются называть ChatGPT искусственным интеллектом, хотя с этим я тоже не очень согласен. Но у нас это как бы еще примитивнее. То есть я бы говорил скорее о машинном обучении. Это просто какие-то нейронные сети, которые как-то обучаются на этих вот смоделированных ливнях.

Но в данном случае мы это практически не применяли. Единственное, что мы сделали (хотя это немаловажно для нашей задачи), — это с помощью машинного обучения исключили, что наша первичная частица может представлять собой фотон. Фотон мы исключили с высокой степенью достоверности. С точностью 99,9% это не фотон. Фотонный ливень очень сильно отличается от адронного, там в основном летят гамма-кванты. В адронном гораздо больше мюонов, рождающихся из адронных струй, а фотонный состоит в основном из электронов, позитронов и гамма-квантов.

— А какой там вклад с российской стороны и других стран, это всё параллельно во многом делается или какое-то распределение обязанностей есть: т. е. какая-то часть коллаборации занимается одними делами, какая-то — другими? Или всё в принципе параллельно, перепроверя друг друга?

— Ну, что-то делается параллельно, какие-то части анализа делают отдельные группы индивидуально. Чаще всего статья, если говорить об организационной стороне, пишется какой-то отдельной группой, а остальные участники ее рецензируют, т. е. читают, задают вопросы, какие-то комментарии дают, поправки. Но в данном случае это была более коллегиальная работа, хотя часть технической работы проделана японской группой — по реконструкции, по определению энергии, по определению направления методом Монте-Карло — это всё они проделывали.

— И они, как я понимаю, — именно японская сторона — первоначально это самое событие обнаружили среди данных?

— Да-да, это наш коллега Тосихиро Фудзии (Toshihiro Fujii). Он просто занимается на постоянной основе реконструкцией событий — т. е. когда новая порция данных приходит, он проделывает реконструкцию, начиная с самых базовых вещей и до определения энергии и направления частиц. Выполняя эту рутинную работу в очередной раз, он обнаружил, что среди данных есть такое вот событие с неожиданной большой энергией, ну и нам всем об этом сообщил. Сказал: вот, смотрите, какая интересная частица, давайте это обсуждать. Мы начали обсуждать и решили, что это заслуживает как минимум публикации. Но просто сказать, что это частица с рекордной энергией, недостаточно. Да, это как бы рекорд, но у нас же не Олимпийские игры все-таки, нам надо из этого еще какой-то научный смысл извлечь. И научный смысл появился довольно неожиданно, когда мы стали смотреть, откуда эта частица, каково ее направление прихода, сравнили это с моделью ожидаемых источников, которые расположены где-то вне Галактики. Оказалось, что ничего нет там, в этом месте. Это было очень любопытно и неожиданно: ожидалось, что, наоборот, при больших энергиях корреляция с источниками будет усиливаться, потому

► что есть ведь галактическое магнитное поле. Низкоэнергичные частицы сильно отклоняются этим магнитным полем и утрачивают свое прежнее направление. Но чем выше энергия частицы, тем отклонение меньше. И раньше была надежда на появление принципиально новой астрономии космических лучей — в том смысле, что такие высокоэнергичные частицы будут указывать на место своего появления. Как в обычной астрономии: вы свет видите — значит, там звезда. Здесь была надежда, что это произойдет с возрастом энергии. Но вот данная частица эту надежду совершенно не оправдывает. Она не указывает ни на какой источник, там вообще ничего нет. То есть она ведет себя так, как если бы имело место очень большое отклонение ее траектории от источника.

— В общем, появилась загадка, пока еще окончательно не решенная, и как всякая загадка она будоражит воображение специалистов и широкой публики. Мы говорили про публикацию ноябрьскую в *Science*, когда было объявлено о регистрации этой частицы. А ваша новая работа, стало быть, посвящена дальнейшему анализу свойств и происхождения частицы. И что в результате принципиально нового удалось узнать в этом смысле? В вашей работе сказано, что источник находится не далее 5 Мпс. То, что это не фотон, а заряженная частица, было указано уже в публикации *Science*, но там не было с уверенностью написано, протон ли это или ядро, и какое именно ядро. А вам удалось вроде бы это уточнить? Причем у вас написано, что там, скорее всего, ядро железа. Это тоже результаты моделирования?

— Да, я могу это объяснить подробнее. В статье *Science* было примерно намечено, что отклонение от ожидаемых источников большое, значит, скорее всего, это не протон. И расстояние до предполагаемого источника было рассчитано и для того, и для другого случая, т. е. исходя из того, что это может быть протон, и исходя из того, что это может быть железо, — это два предельных случая, ведь частиц тяжелее железа мы не ожидаем, это уже некая экзотика, так как таких ядер в целом очень мало во Вселенной.

Но я не утверждаю на 100%, что это ядро железа. В моей статье я ставил целью прежде всего понять, где находится источник, насколько он к нам близок. При этом чем выше энергия, тем источник должен быть ближе, потому что чем выше энергия, тем меньше длина свободного пробега этой частицы, она рассеивается на реликтовом излучении. Это собственно и есть эффект Грайзена — Зацепина — Кузьмина (ГЗК) в области предельно высоких энергий. Соответственно, можно предположить, что при такой огромной энергии источник должен быть где-то совсем рядом (по космическим меркам), где-то в нашей внегалактической окрестности. Расстояние свободного пробега существенно разное для протонов и для ядер (для протонов оно все-таки побольше, для ядер — совсем маленькое). Для промежуточных ядер (между протоном и железом) оно самое маленькое, где-то один-два мегапарсека, это, условно говоря, расстояние до галактики Андромеды. Почему так? Промежуточные ядра пролетают меньше, чем железо, грубо говоря, потому что они более «рыхлые», их легко «расколоть», железо тверже, там энергия связи большая, его сложно расколоть. Ну и протон тоже более «твердый». Таким образом, моя задача состояла в том, чтобы прежде всего доказать, что это не протон, — тогда расстояние будет маленьким. И это действительно не протон — даже предполагая наибольшие возможные космические магнитные поля, не удастся для протона заработать такое отклонение. Второе — нужно взять ядро, которое имеет наибольшую длину пробега. То есть если я хочу ограничить расстояние сверху — показать, что это расстояние не больше такого-то значения, — я должен брать

самый консервативный случай, а именно ядро, для которого это расстояние максимально. И таким ядром является железо. Для него такое отклонение уже вполне возможно. А все промежуточные ядра не то, что твердо исключаются (в принципе, это могут быть и промежуточные ядра — не знаю, кремний, кальций...) — просто для них это ограничение на расстояние до источника будет еще более жестким. То есть источник должен будет находиться еще ближе. Но даже если мы предположим, что это железо, то получается всего 5 Мпс.

Сделать это должен был помочь как раз анализ корреляции частицы с возможными внегалактическими источниками, т. е. с другими галактиками в нашей внегалактической окрестности (мы, конечно, предполагаем, что частицы летят из тех мест, где есть какая-то материя, которая могла бы их ускорить тем или иным способом, и оставляем экзотические сценарии вроде космических струн за бортом). Простыми словами: если, предполагая протон, никак не удастся получить корреляцию с источниками — значит, это не протон. Это была непростая задача. Во-первых, нужно было рассмотреть разные модели галактического магнитного поля. Для него сейчас плохо известны направление и его зависимость от точки внутри Галактики, но, по крайней мере, интенсивность известна с точностью до нескольких раз: это в среднем примерно 3 мкГс. Во-вторых, нужно было учесть возможность наличия внегалактического магнитного поля — т. е. поля, пронизывающего всю Вселенную. Его существование сейчас надежно установлено<sup>5</sup> (что само по себе нетривиальный факт!), но ни величина, ни морфология достоверно не известны — возможные значения интенсивности могут различаться в сто миллионов раз — от десятков аГс ( $10^{-17}$  Гс) до примерно 2 нГс ( $2 \times 10^{-9}$  Гс)<sup>6</sup>. В любом случае оно много слабее, чем поле в Галактике, но за счет больших внегалактических расстояний в итоге может набраться значительное отклонение космических лучей. Так вот, самым сложным был бы сценарий, где внегалактическое поле максимально возможно, в источнике излучается ядро, оно сильно отклоняется во внегалактическом поле, а потом от него откалывается кусочек — протон (за счет рассеяния, ГЗК-процесса), который уже в одиночестве добирается до Земли, преодолев гораздо большее расстояние, чем исходное ядро. В итоге мы получаем сильное отклонение, но при этом и большое расстояние до источника. Но даже такой сценарий удалось исключить — чтобы была хотя бы минимальная корреляция с источниками, к нам должно прилетать именно ядро.

— Выходит, вы все-таки ищете что-то более-менее подходящее в пределах этих 5 Мпс и рассматриваете разные сценарии рождения частицы? И пытаетесь очертить какую-то зону при отклонении в пределах, скажем,  $10^\circ$ ?

— Ну, собственно, пока до сих пор толком не ясно, что именно порождает подобные частицы, обычно, если не брать экзотику, рассматриваются самые мощные объекты типа сверхмассивных черных дыр. Но смысл работы был не в том, чтобы найти источник для этой конкретной частицы. Мне кажется, что этот вопрос и не очень научный, потому что мы должны устанавливать какие-то универсальные закономерности. Интересно понять какую-то универсальную закономерность, какие источники в принципе их порождают. С учетом статистической неопределенности расстояние в 5 Мпс соответствует концентрации источников не менее 1 на 10 тыс. Мпк<sup>3</sup>.

— А какие типы источников наиболее вероятны, что сейчас рассматривается? Ну, собственно, как я понимаю, центральная сверхмассивная черная дыра в галактиках или что-то еще?

— Да, в работе приведена вот эта картинка (справа), на которой астрофизики отметили, какие классы источников имеют подходящую концентрацию в пространстве и подходящую светимость.

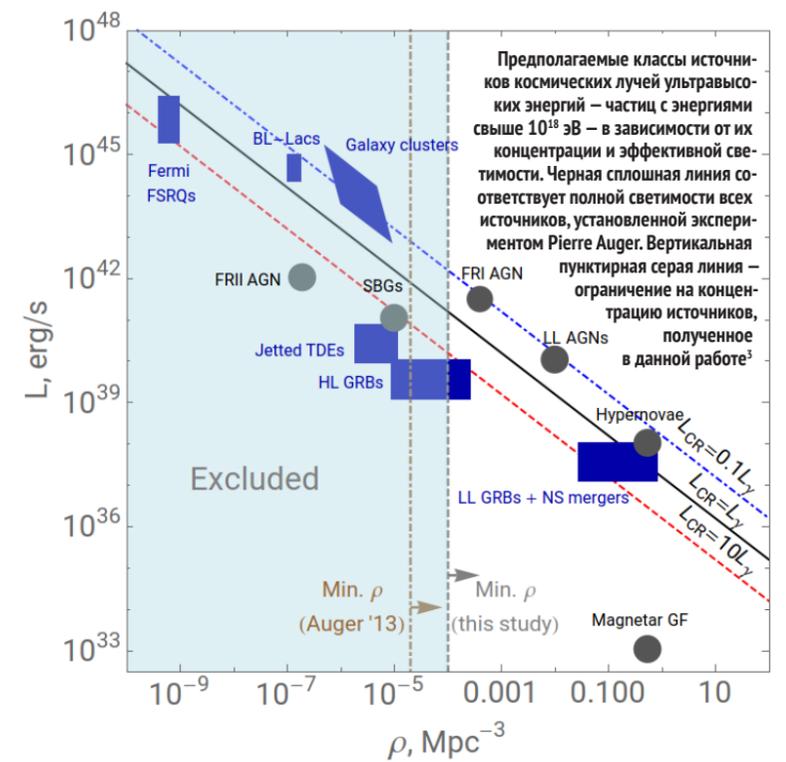
Диагональная сплошная линия показывает светимость (в гамма-диапазоне) одного источника, необходимую, чтобы обеспечить наблюдаемый полный поток космических лучей ультравысоких энергий. При этом предполагается, что светимость источника в космических лучах равна его гамма-светимости, или, по крайней мере, отличается от нее не более, чем на порядок, в большую или меньшую сторону: это пространство между пунктирной и точечно-пунктирной линиями. Среди подходящих источников активные ядра галактик, т. е. сверхмассивные черные дыры, на которые идет аккреция; тут и блазары, которые такие же аккрецирующие ядра, только еще и с джетом в нашу сторону. Есть еще скопления галактик, т. е. какие-то относительно компактные объекты, где много галактик, — там может быть какой-то горячий газ, в нем ударные волны, — это тоже потенциальный источник. Указаны и галактики со вспышками звездообразования. Это тоже история про ударные волны, только в меньшем объеме. Есть и то, что называется Jetted TDE, т. е. Tidal Disruption Event, событие приливного разрушения. Это если, допустим, звезда летит около сверхмассивной черной дыры и в какой-то момент под действием ее тяготения разрушается и во все стороны разлетаются потоки, которые могут рассматриваться в том числе и как ускорители частиц.

Всё это разные астрофизические сценарии, они здесь нанесены на этом графике, исходя из своих теоретических параметров. Рассматривается в том числе и интересный такой сценарий с магнитарами. Магнитары — это нейтронные звезды с очень сильным магнитным полем, которые иногда испускают вспышки рентгеновского и гамма-излучения, т. е. это маленькие компактные объекты. Магнитары есть в нашей галактике, ну и в других галактиках они тоже есть, но на картинке видно, что они не очень-то хорошо во всё это вписываются, лежат где-то на самом краю графика и, вообще говоря, светимости им не хватает. То есть они способны порождать отдельные достаточно высокоэнергичные частицы, но вряд ли весь их наблюдаемый поток. И вот на этом графике я закрываю некоторую область концентраций источников. Это в пять раз более сильные ограничения, чем предыдущие, которые давали наблюдения Обсерватории Пьера Оже<sup>7</sup>.

И, получается, некоторые классы источников достаточно надежно исключаются в качестве основного источника космических лучей: галактики со вспышками звездообразования, например, скопления галактик, блазары, эти вот события приливного разрушения — они все, оказывается, не могут быть источниками полного потока космических лучей, только какой-то маленькой его части. А другие классы остаются разрешенными. Скажем, определенный тип активных ядер галактик — FR-I так называемый (я не буду вдаваться здесь в астрономические подробности). Ядра галактик с низкой светимостью — вполне могут. Гиперновые. Или гамма-всплески — в принципе, они тоже кандидаты на роль источников таких космических лучей.

— Ну и, наверное, поговорим про перспективы: что еще можно сделать на основе уже имеющихся данных, чего еще ждать от установки Telescope Array, что вы сами планируете?

— Ну, во-первых, есть еще одна отдельная работа — от коллаборации Telescope Array, — которую мы тоже вскоре надеемся опубликовать, она сейчас рецензируется. Там мы, исходя из такого же метода отклонения, оцениваем, какие частицы сверхвы-



соких энергий обычно рождаются. То есть сейчас мы говорили про конкретное событие и сказали, что это ядро. Но возникает вопрос: какой у нас при таких-то энергиях в среднем заряд, какой это тип частиц? Там довольно интересно получается, я сейчас пока не буду об этом, а когда та статья выйдет, может быть, еще раз поговорим. Но это перспективно, и есть еще другие перспективы, более далеко идущие: можно было бы почти тем же методом, как бы вывернутым наизнанку, что-то новое выяснить. Скажем, вот мы знаем, какой там тип регистрируемых частиц, — это нам говорит флуоресцентный детектор. Но до сих пор мы это знание никак не использовали, а в принципе мы можем посмотреть всё и для чуть более низкоэнергичных частиц, и для самых высокоэнергичных. Последние, правда, пока не попадали в поле зрения флуоресцентных детекторов, но для меньших энергий они что-то нам говорят про тип частицы. И они говорят, что это не очень тяжелые частицы — либо протоны, либо что-то среднее, азот какой-нибудь. И, в принципе, используя это знание и знание об отклонениях, можно пытаться наложить ограничения, наоборот, на внегалактическое магнитное поле. Можно сказать, что оно не меньше такого-то значения. Допустим, отклонения большие, а заряд не очень большой — значит, поле должно быть сильным.

Таким образом, его можно ограничить снизу. Это было бы очень интересно тоже. Потому что, как я уже говорил, про внегалактическое магнитное поле сейчас знание такое очень слабое. То есть одна из идей понятна: есть набор этих частиц, которые, в частности, зарегистрировал Telescope Array, можно привлечь эти данные и таким образом расширить эту базу знаний, сделать какие-то выводы.

— А вроде бы еще был такой момент лет десять назад: рассматривался какой-то ряд высокоэнергичных событий, зарегистрированных Telescope Array, и по данным об их траекториях вышло, что они укладываются более-менее в 20-градусной зоне по направлению на созвездие Большой Медведицы. Это уже как-то «рассосалось» или еще актуально?

— Да-да, совершенно верно, десять лет назад действительно была такая статья, это мы в своем обиходе называли «горячее пятно». Действительно, примерно 20-градусного размера. Понятно, что направление на Большую Медведицу не означает, что именно там находится источник. И мы все-таки не думаем, что он расположен в нашей галактике. Нельзя сказать, что эта тема закрыта. Мы продолжаем за этим «горячим пятном» наблюдать, на конференциях регулярно докладываем, какая его значимость. Но пока его значимость остается примерно на том

же уровне, то есть резко она не увеличивается. И чтобы сделать окончательный вывод об этом пятне, добиться увеличения статистики, нужно ввести в строй расширение нашего эксперимента, TAx4, провести модернизацию установки, цель которой — увеличение покрываемой площади в четыре раза, таким образом, увеличение в четыре раза статистики. После модернизации нужно будет наблюдать пару лет — в любом случае это будет с большой экспозицией. И уже после прояснится этот вопрос с «горячим пятном». А такой установкой, как сейчас, чтобы четко ответить на вопрос, да или нет, нужно еще лет десять наблюдать. Никто эти десять лет ждать не хочет.

— Но обсуждаемая частица ведь в любом случае к этому пятну отношения не имеет?

— Она не из этого пятна, она из другого места, т. е. если это пятно и есть, то оно в любом случае содержит не все подобные частицы. Ну и само оно пребывает в таком пограничном состоянии: может, есть, а может быть, и нет — пока точно не ясно. Ну, будем ждать, значит, результатов после модернизации и дальнейшей обработки данных.

Напоследок еще интересный сюжет, который мы отложили, — про темную материю. Одна из гипотез говорит, что это очень тяжелые частицы, сверхтяжелые, которые иногда распадаются. Если так, то они распадаются очень редко, но распадаются на какие-то известные нам частицы, т. е. на те же самые протоны, электроны и фотоны. Если так, то темная материя в обилии содержится и в нашей галактике, особенно в ее центре. И тогда, если эта гипотеза верна, то из центра Галактики, из области вокруг ее центра, должен исходить поток высокоэнергичных частиц — вот как раз таких, как космические лучи сверхвысоких энергий. И мы бы тогда наблюдали, во-первых, некую анизотропию этого потока в направлении на галактический центр, а во-вторых, практически во всех моделях этой темной материи поток должен состоять в основном из фотонов, из гамма-квантов очень высокой энергии. Мы бы тогда наблюдали, соответственно, какую-то значительную долю таких гамма-квантов. Но ничего из этого мы не видим. Соответственно, можно выдвинуть какие-то ограничения. Можно сказать, что если такая темная материя вообще есть, то время ее жизни очень большое. Но в любом случае обсуждаемая нами «частица Аматэрасу» (самим физикам это название не нравится) не пришла с направления на центр Галактики, и она не фотон. И, соответственно, скорее всего, она не является продуктом распада темной материи.

Вопросы задавал Максим Борисов

<sup>5</sup> Neronov A. & Vovk I. *Science* 328 (2010) 73

<sup>6</sup> Pshirkov M. et al., *Phys.Rev.Lett.* 116 (2016) 19, 191302

<sup>7</sup> Pierre Auger Collaboration, *Astrophys.J.Lett.* 853 (2018) 2, L29.

Химия любви  
и физика власти

Оловянный солдатик занимает особое место среди игрушек: обычно солдатик лежит в отдельной коробке. Но он занимает и особое место в литературе. Обычно игрушки в сказках говорят или хотя бы лепечут, или хотя бы хотят сказать, но не могут. Стойкий оловянный солдатик в одноименной сказке Андерсена 1838 года совсем ничего не говорит. Он только думает о знакомстве с танцовщицей. В этой сказке говорит тролль, говорят дети, говорит крыса — все мучители солдатика. Наконец, говорит кухарка, невольная причина гибели солдатика. Сам герой не произносит ни слова, как и танцовщица. «Его поставили на стол, и — чего-чего не бывает на свете! — он оказался в той же комнате, увидел тех же детей, те же игрушки и чудесный дворец с прелестной маленькой танцовщицей. Она по-прежнему стояла на одной ножке, высоко подняв другую. Вот так стойкость! Оловянный солдатик был тронут и чуть не заплакал оловом, но это было бы неприлично, и он удержался. Он смотрел на нее, она на него, но они не обмолвились ни словом».

Сказка Андерсена материализует понятие «химия» для обозначения взаимной любви. Между ними химия — так говорят и сейчас. Танцовщица не может ничего сказать солдатике, но она показывает стойкость, устойчивость, верность физическим и химическим формулам, а значит, и неотменимость чувства любви. Солдатик хочет заплакать оловом, хотя и не может — кажется, это краткое обозначение различных химических процессов, тающихся в материи. Он пока не плавится; но, возможно, с ним происходит уже что-то необратимое, переход материи в другое агрегатное состояние. Всё это сказочная, дилетантская химия. Настоящая наука начинается там, где солдатика и танцовщицу бросают в огонь — вот там реальные законы окисления действуют по полной.

Романтик Андерсен не очень любил дух новой экспериментальной науки. Рационализм для него убивает сказку, он — зеркало тролля, в котором видны только недостатки материального и социального мира. Безмолвие солдатика — это безмолвие жертвы, обреченной на заклинание промышленной и коммерческой цивилизацией, где крыса требует предъявить паспорт, механический тролль, т. е. чертик из табакерки, запрещает солдатике влюбляться, а дети готовы сначала пустить игрушку в плавание — а потом они так же уйдут из родительского дома и отправятся в дальнее плавание своей жизни, в поисках выгоды и лучшей доли. Как писал Жиль Делёз, излагая идеи Мишеля Фуко, «само государство возникает как результат совместного действия или как равнодействующая функционирования множества механизмов и очагов, расположенных на совершенно ином уровне и самостоятельно образующих „микрофизику власти“»<sup>1</sup>. Эта микрофизика власти, детей, детей и игрушек и противостоит одной великой любви.

Мир сказки Андерсена — мир той полицейской власти, которую Мишель Фуко назвал миром биополитики XIX века, т. е. контроля над телами жителей национального государства ради всеобщей мобилизации. По замечанию Фуко, эта власть-знание «помещает их [индивидов] в толщу уплывающих и фиксирующих документов»<sup>2</sup> — и эти документы могут сгореть, и человек может сгореть.

Солдатик одноног, одноногий он считает и танцовщицу. Это любовь, в которой есть какая-то иллюзия, но именно эта иллюзия оборачивается подлинностью чувства, готовностью быть вместе до конца — и во времени, и в вечности. Тогда как для биополитики он исключение, урод, подлежащий выбраковке. Он двадцать пятый в коробке, т. е. правильное каре с ним не построшь. У него может быть только своя, очень личная история.

Твердость речи

и твердость крепостных стен

Безмолвие солдатика укоренено в классической риторике героизма. Еще у Гомера война изображается как соревнование не только в доблести, но и в красноречии. Герой, дер-

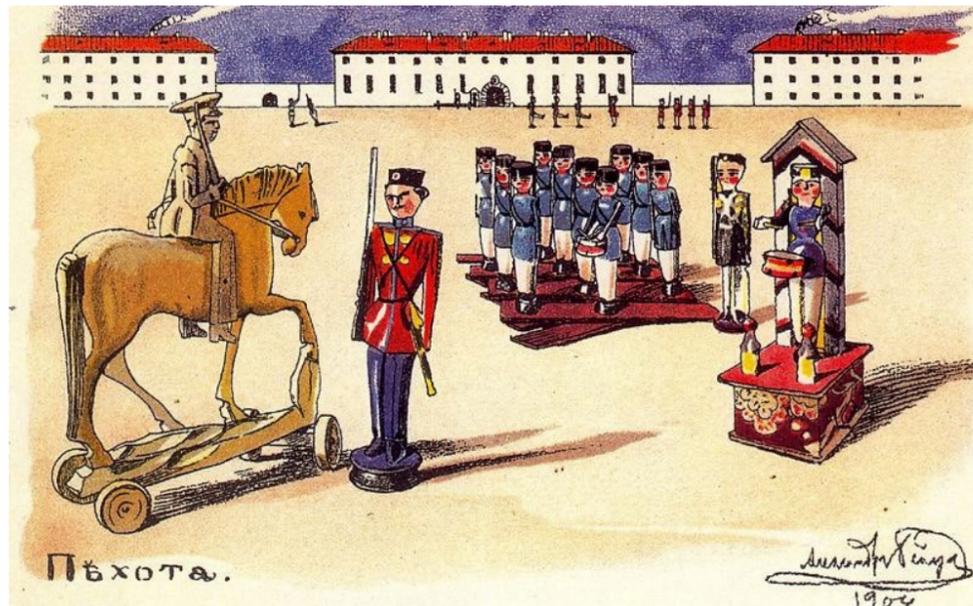


Рисунок Александра Бенуа (1870 - 1960)

Обращение Кутузова к солдатам и офицерам (хотя, как говорит Толстой, Кутузова окружили только толпы офицеров) тоже уходит во внутреннюю речь, но уже в непристойную ругань: «Подделом им, м... и... в г... — вдруг сказал он, подняв голову»<sup>3</sup>. Ругаются в гуще боевых действий все, но эту ругань надо таить. В эпоху артиллерии доблесть стала состоять в том, чтобы сохранить жизнь под обстрелами, с улыбками, с усмешкой, с руганью отступить и руганью рваться вперед. Толстой гениально показал эту перемену риторики от крайней открытости к крайней закрытости: хотя Кутузова слушают офицеры, но перед вражескими пулями и он, и его помощники — равно солдаты, со своими общими речевыми привычками, общей постыдной руганью, общей внутренней речью.

Здесь армия Кутузова напоминает вполне гражданскую общину: «Он смотрел вокруг себя, и в упорных, почтительно недоумевающих, устремленных на него взглядах он читал сочувствие своим словам: лицо его становилось всё светлее и светлее от старческой кроткой улыбки, звезда морщинившейся в углах губ и глаз. Он помолчал и как бы в недоумении опустил голову».

Иначе говоря, он понимает, что гражданские желания подчиненных совпадают с его желаниями, что они ему не простят трусости, не простят робости, не простят, если он не будет похож даже на самого малого и слабого из этих солдат и офицеров. Так в улыбке, в разгладившихся вокруг глаз морщинах и рождается гражданственность.

Оловянные солдатик означают конец эпохи крепостей. На место античной пластики пришла плавкость олова. Теперь ядро дальноточной артиллерии может достать каждого. Оловянный солдатик превращает в крепость само свое тело. Чугунное ядро, свинцовая пуля и оловянное тело — самый легкоплавкий металл пытается остановить войну. Оловянный солдатик не может говорить, как герои Плу-тарха, но он еще не умеет превращать поговорки во внутренние переживания, как толстовский Кутузов.

Наполеон

и переплавка античного желания

В эпоху Толстого есть не только речь Кутузова, благородность солдата, но и речь Наполеона. Школьникам приходится иногда сравнивать две речи. Наполеон как классицист говорит об исполнении желаний, подражая античным речам: «Воины! Вот сражение, которого вы столько желали. Победа зависит от вас. Она необходима для нас; она доставит нам всё нужное, удобные квартиры и скорое возвращение в отечество. Действуйте так, как вы действовали при Аустерлице, Фридланде, Витебске и Смоленске. Пусть познейшее потомство с гордостью вспоминает о ваших подвигах в сей день. Да скажут о каждом из вас: он был в великой битве под Москвою!»<sup>4</sup>

В риторике Наполеона есть только желание, которое может быть перекрыто только еще большим желанием. Есть тезис — вам желанно сражаться и победить. Есть антитезис — вам желанно, но иным образом, вернуться домой к родным. И есть синтез — вы вернетесь триумфаторами, с медалями, всем будете хвастаться подвигами. Это и есть сверхжелание, желание желания, которым и пытается подкупить Наполеон. Но в отличие от античной классики, где желание принадлежало гражданской общине, здесь оно принадлежит только победоносной армии Наполеона.

Стойкий оловянный солдатик Андерсена отправился тоже в дальние края и тоже с честью вернулся домой, после невероятных приключений. Возвращение в отечество было скорым, и речь Наполеона в версии Толстого вполне могла бы быть произнесена злыми детьми из сказки Андерсена. Только стойкому оловянному солдатике не нужно было желание желания, не нужна была возгонка множественных желаний. Ему нужна была его любимая танцовщица. ♦

<sup>5</sup> Там же. Т. 4. Ч. 4. Гл. 6.

<sup>6</sup> Там же. Том 3. Ч. 2. Гл. 26.

Оловянный солдатик:  
интроверт игрушечного мира

Александр Марков, профессор РГГУ  
Оксана Штайн (Братина), доцент УрФУ



Александр Марков



Оксана Штайн

жа наготове меч или копье, долго до этого готовясь к решающему бою, вдруг как будто останавливается, оставляет за спиной все свои приготовления и говорит пространную речь. Прения героев на словах заставляют забыть, что поэма Гомера посвящена войне. Гомер не устает хвалить и представлять любого героя, уже обнажившего оружие. Вероятнее всего, это связано с особым чувством времени у Гомера: в его мире можно говорить о прошлом, но не о будущем, которое даже боги толком не знают (иначе бы они не разделились на партии сражающихся за ахейцев и сражающихся за троянцев). Поэтому чем патетичнее момент, тем больше разговора о доблести и заслугах героев, и Гомер не торопится в будущее.

Еще сильнее это красноречие в гуще боя проявлялось у античных историков, не скупившихся на сочинение речей полководцев, в том числе речей предсмертных. Понятно, что смертельно раненый человек должен кричать от боли, но античные и византийские историки заставляли их, превозмогая рану в груди, говорить что-то размеренное, с соблюдением всех правил красноречия, как будто всю жизнь до этого герой шлифовал эту речь, рассчитывая ее до слога и до звука.

Знаток античной литературы пишет об этом странном явлении: «Так, Юлиан Отступник, которому в бою копьем пробило легкое, от чего он почти сразу и умер, едва ли будучи при этом способен к связным речам, у разных (в том числе современных ему) авторов говорится разное и противоположное по смыслу и притом всегда вполне связно, а иногда и пространно — требования жанра для писателя, а нередко и для историка, актуальнее претензий на правдивость или хотя бы правдоподобие»<sup>3</sup>.

Такие выдуманные речи стали частью стандарта голливудского фильма, далеко не только исторического. Герой может хорошо драться, метко стрелять, убежать от преследований и спасти галактику, но пока он не сказал речь перед публикой, аргументированную, правильно выстроенную, утверждающую гражданские ценности, кульминации фильм не достиг. Голливудский стандарт позволяет понять, зачем нужны эти речи. Это не ответ на ситуацию, а реализация особого желания, которое принадлежит не страсти, но доблести. Доблесть хочет себя показать, не хочет себя прятать, хочет сказать о себе как можно больше.

Поэтому когда герой говорит такую речь в самый роковой, кульминационный момент, то он отменяет и приостанавливает действие насилия. Он показывает свою доблесть, свою щедрость, свою справедливость как нечто, желанное его аудитории. До этого он часто чи-

нил насилие в силу обстоятельств, в силу фатального устройства мира, где насилия всегда много — и античные историки знали это очень хорошо. А сейчас, когда он говорит речь, он высказывает свои собственные сокровенные желания, которые оказываются и желаниями его аудитории; просто всего лишь забытыми. Таким образом, итоговая речь героя — не отражение его характера и тем более не деталь в правдоподобном изображении обстоятельств, а созидательная энергия общего гражданского желания, которая и делает литературного или экранного героя настоящим героем в полном смысле слова, героем для всей гражданской общины.

Мы видим, читая у античного историка или слушая в голливудском фильме такую речь, что желания центрального персонажа направлены не на частный интерес, а фокусируют общие чаяния гражданской общины и делают их реальными. Речь как будто бы оборачивает действие к наибольшей степени реальности, чтобы действие было настолько красноречивым, что оно заслуживает только такой речи. Хотя герой и не произносил этих слов в действительности, гражданская община их услышала, их восприняла и наделила героя достоинством, строго соблюдая и собственное достоинство слушающих его соотечественников.

Но в Новое время не только солдатам, но и полководцам приходится молчать. Сама конфигурация войны с дальноточным оружием не подразумевает, что кто-либо будет услышан — перемещения войск, привязка войск к действиям тоже постоянно перемещаемой артиллерии, шум взрывов и бегство от ядер — всё это слишком стремительно, чтобы мы услышали такую предсмертную речь. Поэтому у Льва Толстого Кутузов не просто предпочитает говорить сам с собой, но еще и постоянно переводит поговорки во внутреннюю речь. Он не говорит публично в роковой момент, в кульминационный по сути момент войны, но делает свои мысли еще интимнее и тише. Это прямая противоположность античному подходу — не выносить речь наружу, но, напротив, ее углублять, чтобы доказать свою доблесть: «„Они должны понять, что мы только можем проиграть, действуя наступательно. Терпение и время, вот мои воины-богатыри!“ — думал Кутузов. Он знал, что не надо срывать яблока, пока оно зелено. Оно само упадет, когда будет зрело, а сорвешь зелено, испортишь яблоко и дерево, и сам оскомину набьешь. Он, как опытный охотник, знал, что зверь ранен, ранен так, как только могла ранить вся русская сила, но смертельно или нет, это был еще не разъясненный вопрос. Теперь, по присылкам Лористона и Бертелеми и по донесениям партизанов, Кутузов почти знал, что он ранен смертельно. Но нужны были еще доказательства, надо было ждать»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Толстой Л.Н. Война и мир. Т. 4. Ч. 2. Гл. 17.

<sup>1</sup> Делёз Ж. Фуко. — М.: Изд-во гуманитарной лит., 1998. С. 149.

<sup>2</sup> Фуко М. Надзирать и наказывать. — М.: Ад Маргинем, 2013. С. 231.

<sup>3</sup> Рабинович Е.Г. Жизнь и смерть // Ее же. Риторика повседневности: филологические очерки. — СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха, 2000. С. 172.



# «Компьютер изменил задания специально для меня»

## Иллюзия адаптивности неадаптивного тестирования

Александр Поддьяков, докт. психол. наук

### Эффект Лачинсов

Начну с кажущейся идиотской задачи:

**Даны три сосуда объемом 26, 10 и 3 литра. Как с их помощью отмерить ровно 10 л воды?**

Сколько-нибудь внимательный читатель тут же заметит, что два сосуда здесь лишние — требуемые 10 литров можно сразу отмерить сосудом в 10 л. Что тут решать? Но при определенных условиях (о них ниже) многие, не видя этого короткого способа, решают задачу намного более длинным:

$26 - 10 - 3 - 3 = 10$ .

Иначе говоря, люди предлагают набрать воду в сосуд 26 л, отчерпнуть из него сосудом 10 л и затем дважды — сосудом в 3 л, тогда останется 10 л. Толково, правда? Что же это за условия, при которых люди используют длинный способ, не видя короткого?

Речь идет о батарее задач немецких психологов-супругов Лачинсов. В эксперименте участнику предлагается последовательность однотипных по условиям задач про наливание воды определенного объема с помощью трех имеющихся ведер заданного объема.

**Даны три сосуда: 37 л, 21 л, 3 л. Как с их помощью отмерить ровно 10 л воды?**

Первые пять задач были таковы, что их можно решить по одному алгоритму

$A - B - C - C$ ,

где A, B, C — количество воды в первом, втором и третьем сосудах соответственно.

Для задачи выше соответствующее решение таково:

$37 - 21 - 3 - 3 = 10$ .

После этих пяти так называемых установочных задач даются две задачи, которые решаются не только таким длинным способом, но и более коротким — просто сложением двух последних чисел. Например:

**Даны три сосуда: 74 л, 28 л, 6 л. Как с их помощью отмерить ровно 34 л воды?**

(Ответ:  $28 + 6$ ; но старый способ тоже возможен:  $74 - 28 - 6 - 6 = 34$ ).

И одной из последних дается задача, которую я привел в начале статьи:

**Даны три сосуда объемом 26, 10 и 3 литра. Как с их помощью отмерить ровно 10 л воды?**

— решаемая двумя способами — стандартным, обнаруженным и заученным в ходе предыдущих проб, и коротким — просто взять сосуд в 10 л.

Как установлено в многочисленных исследованиях, есть участники, у которых в ходе решения первых пяти задач (с одним и тем же способом решения) формируется слишком сильная установка на использование этого ранее обнаруженного способа. Тогда они не видят более короткий способ, когда он возможен. Также они испытывают большие трудности при решении задачи, не поддающейся старому способу,

хотя и с более простым решением (типа «19–11»). А некоторые участники не решают ее вообще (!) — настолько они зациклены на старом способе<sup>1</sup>.

Задачи Лачинсов являются хорошим примером «анти-обучающей последовательности», если использовать термин Л. Ашкинази, или своеобразного «троянско-го обучения». Как писал Г.А. Нижарадзе, «явления, аналогичные рассмотренному эффекту, нередко встречаются в самых различных сферах повседневной жизни. К примеру, эффект Лачинса может проявляться при изучении школьного курса математики, когда преподаватель демонстрирует определенный способ решения задач, а ученики затем упражняются в их решении»<sup>2</sup>. Добавим: также при изучении курса физики, химии и т. д.

### Адаптивное тестирование и его ожидание участником

Оставим на время старую задачу Лачинсов, известную с 1940-х годов. Обратимся к современному виду компьютерного тестирования — адаптивному тестированию в психологии, образовании и др. Основная черта адаптивного тестирования состоит в том, что новые предъявляемые испытуемому задания учитывают его ответы на уже выполненные задания и на ходу адаптируются под выявляемый уровень этого участника. Если ответил на задание теста одним образом — получи такое последующее задание, если ответил другим образом — получи другое. О многочисленных преимуществах адаптивного тестирования можно прочитать в «Большой российской энциклопедии»<sup>3</sup>. Рост адаптивности — ключевая характеристика современных компьютерных систем проведения тестов.

При этом, зная о самой возможности адаптивного тестирования, тот или иной участник в зависимости от ряда факторов (от своих личностных особенностей и особенностей мышления, опыта прохождения компьютерных тестов, а также и просто в силу случайных привходящих обстоятельств) может строить свою субъективную картину тестирования. Он может ошибочно считать реакции компьютерной системы на свои действия адаптивными, максимально полно учитывающими действия и ответы испытуемого, или же, наоборот, неадаптивными. Возможны также градации, когда участник приписывает системе несколько меньшую или большую адаптивность, чем есть на самом деле.

<sup>1</sup> Подробнее см.: Коровкин С.Ю. Эффект Лачинсов. [bigenc.ru/c/effekt-lachinsov-6f0407](http://bigenc.ru/c/effekt-lachinsov-6f0407).

<sup>2</sup> Нижарадзе Г.А. О двух типах ригидности при решении интеллектуальных задач // Вопросы психологии. 1987. № 3. [voppsy.ru/issues/1987/873/873142.htm](http://voppsy.ru/issues/1987/873/873142.htm)

<sup>3</sup> Трухан Е.А. Адаптивное тестирование. [bigenc.ru/c/adaptivnoe-testirovanie-16b6ef](http://bigenc.ru/c/adaptivnoe-testirovanie-16b6ef)

Я обращусь к варианту адекватной и завышенной оценки адаптивности системы. Завышенная оценка адаптивности может вести к тому, что участник начинает видеть скрытый замысел разработчиков там, где его нет, и считать, что система реагирует и дает обратную связь на те параметры ответов, которые как-то могут свидетельствовать об участнике, на которые она на самом деле не реагирует. Такая, не всегда адекватная рефлексивная работа участника может сказываться на результатах исследования — хотя бы просто потому, что отнимает у человека ресурс и время, не говоря уже о качественных изменениях стратегий ответов.

Интересно, что предъявление теста отпечатанным на бумаге, как это было сто лет назад, такой опасности не содержало. Участнику со здоровой психикой в голову не могло прийти, что в зависимости от того, какие ответы он вписывает в верхних листах теста, тут же меняются вопросы на листах, лежащих в этой же стопке ниже, и так с каждым новым его ответом; такое было технически невозможно. Напротив, сейчас участник с нормальной психикой может вполне обоснованно полагать, что предъявляемый ему по ходу компьютерного тестирования материал как раз зависит от предшествующих действий и ответов этого участника, и что современные технологии предоставляют здесь широкие возможности.

### Эксперимент на иллюзию адаптивности тестирования

Для изучения самой возможности того, что участники могут давать завышенные оценки адаптивности компьютеризированной методики, я провел эксперимент с использованием задач по типу батареи Лачинсов.

Участникам сообщалось:

**Мы изучаем представления людей о тестировании и математических задачах. вам будут предложены девять арифметических задач. Ваша цель: решить их и затем высказать мнение о том, задачи какого типа (или нескольких типов) вам предъявлялись: «простушки», «ловушки», «неберушки»<sup>4</sup>.**

Затем испытуемым предлагалась серия задач. Я сделал компьютерную программу, которая генерировала задачи (и установочные, и проверяющие влияние установки) по тому же принципу, который был использован в батарее задач Лачинсов, причем генерировала в неадаптивной последовательности — предъявление участнику последующей задачи не зависело от его ответа на предыдущую. В принципе, это был очень простой генератор задач<sup>5</sup>.

После решения всех девяти задач участникам предлагалось заполнить опросник следующего содержания.

**1. Вы скажите, пожалуйста, ваше мнение о том, какие задачи вам предъявлялись (строгих определений нет, отметьте то, что считаете более подходящим; можно отметить несколько типов, если вы считаете, что их было несколько):**

- «простушки»;
- «ловушки»;
- «неберушки»;
- другое (что именно).

**Если возможно, поясните, пожалуйста, почему вы считаете, что вам предъявлялись задачи этих типов...**

**2. Тестирование бывает адаптивным и неадаптивным. При адаптивном тестировании предъявление последующей задачи зависит от того, как участник ответил на предыдущие задачи (новая задача зависит от предыдущих ответов). При неадаптивном тестировании последующая задача не зависит от того, как участник решал предыдущие.**

**Как вы считаете, было ли тестирование в этом эксперименте адаптивным или же неадаптивным? (варианты ответов: «адаптивным», «неадаптивным», «затрудняюсь ответить»).**

**Если возможно, объясните, пожалуйста, почему вы считаете, что это тестирование было адаптивным или же неадаптивным.**

Наибольший интерес с точки зрения обсуждаемой темы представляли те участники, которые сочли тестирование адаптивным, т. е. таким, где каждая новая задача, трудность создается в ответ именно на его, испытуемого, ответы (хотя объективно это было не так).

В эксперименте участвовали 33 человека. Выборка не является репрезентативной, но полу-

ченные ответы могут дать качественное представление о типах возможных ответов.

Отвечали, что тестирование было адаптивным, девять человек (27%). Некоторые варианты их пояснений: «Я склонна считать так, поскольку после того, как я не решила одну из задач, мне были предъявлены задания, сходные по трудности с заданием, предшествовавшим неверному ответу», «В случаях, если человек успешно справлялся с заданием, ему давали более сложную».

Отвечали, что тестирование было неадаптивным, 18 человек (55%). Варианты пояснений: «При правильном решении (как я думаю) должна предъявляться более сложная задача, а к последнему заданию они упрощались», «Мне кажется, последующая задача не зависела от предыдущей, так как после сложной могла пойти легкая, хотя я знала, что решила правильно, и наоборот. В моем понимании адаптивные тесты подстраиваются под испытуемого в ходе проведения».

Два человека (6%) поместили обе опции, сочтя, что тестирование было и адаптивным, и неадаптивным (в разных аспектах).

Четыре человека (12%) выбрали опцию «затрудняюсь ответить». Варианты пояснений: «Недостаточно проб, чтобы выявить это», «Я затрудняюсь ответить, потому что сначала мне показалось, что тест неадаптивный, но потом вспомнила, что после того, как я довольно долго думала над определенной задачей, следующие пошли проще».

Итак, в обследованной выборке примерно четверть участников ошибочно сочла тестирование адаптивным, несколько больше половины участников правильно квалифицировали его как неадаптивное. Это соотношение не является репрезентативным, но полученные данные позволяют поставить задачу дальнейшего изучения причин и условий возникновения явления, которое можно назвать «иллюзией адаптивности компьютерного тестирования». Ведь далеко не всякое тестирование является адаптивным, и не всегда к нему стремятся разработчики (причины этого могут быть вполне разумными).

О возможных причинах явления: иллюзия адаптивности компьютерного тестирования, видимо, может порождаться комплексом взаимосвязанных факторов разного уровня и содержания — начиная с общих установок современного человека на «разумность» компьютерных систем и заканчивая теми или иными конкретными когнитивными ошибками, возникающими в процессе тестирования, например, по типу иллюзий причинно-следственной связи («после того, как я довольно долго думала над определенной задачей, следующие пошли проще»), при том, что причинно-следственной связи на самом деле не было.

### Перспективы

В дальнейшем представляет интерес изучение следующих вопросов.

**1. В каких случаях установка на адаптивность компьютерного тестирования может значимо влиять на его результаты?**

**2. Каково это влияние: как меняются стратегии участника и появляются ли новые стратегии, например экспериментирования с компьютерной системой, соревнования с ней и т. д.? Каков процесс и результаты деятельности участника при наличии этой иллюзии?**

**3. Какие личностные и когнитивные факторы (особенности) участника могут усиливать и ослаблять данную иллюзию?**

**4. Какие факторы «поведения» компьютерной системы могут ее усиливать и ослаблять, менять ее характер?**

Представляется особо важным изучить эти вопросы в зависимости от социального контекста: в тех ситуациях экспериментов и тестов, когда трудности, с которыми сталкивается участник, интерпретируются им как дружественные, конструктивные или же, наоборот, как недружественные — например, цель организатора понимается участником как завал и отсев на компьютерном тесте. Тогда подозрительность участника значительно возрастает, он ждет подвохов разного рода (возможно, обоснованно)<sup>6</sup>.

И заслуживает изучения противоположная иллюзия — иллюзия неадаптивности компьютерного тестирования, когда оно является адаптивным. Как она может работать и к каким результатам — положительным и отрицательным — вести? ♦

<sup>6</sup> О последствиях приписывания исследователю враждебных намерений в другой области — психологических и социологических исследованиях — см.: Поддьяков А. Психология: отношение участника к исследованию и исследователю // ТрВ-Наука. 2017. № 230. [trv-science.ru/2017/06/psixologiya-otnoshenie-uchastnika-k-issledovaniyu-i-issledovatelyu/](http://trv-science.ru/2017/06/psixologiya-otnoshenie-uchastnika-k-issledovaniyu-i-issledovatelyu/)

В главе «С. Ярославцев, или Краткая история одного псевдонима» из «Комментариев к пройденному» Борис Стругацкий вспоминал:

Все три произведения С. Ярославцева<sup>2</sup> были задуманы и разработаны в исключительно неблагоприятное и тяжелое для АБС время — в интервале 1972–1975 гг., — когда период Уклончивого Поведения Издательства только еще начинался, новые договоры не заключались, а те, что были заключены раньше, не исполнялись, перспективы и горизонты решительно затаили туманом <...>. Примерно в то же время (январь 1972 года. — В.К.) мы придумали сюжет про человека, сознание которого крутилось по замкнутому кольцу времени. В этом сюжете изначально было много любопытных познаний: тщетные попытки героя вмешаться в историю... предупредить генералиссимуса насчет войны... Жданова — насчет блокады... но хотя бы родного отца — насчет ареста! Идея неслучайности, предопределенности, неизбежности истории мучила нас, раздражала и вдохновляла. Сохранилась запись в дневнике, относящаяся к второй половине 1979 года: «Человек, проживший много жизней. Давно понял, что историю изменить нельзя. Сейчас находится в стадии активного альтруизма — спасает отдельных хороших людей. Но ничего в людях не понимает и спасает подонков и ничтожествов...» Ничего подобного напечатать в те времена, разумеется, было нельзя, и тогда АН взял этот сюжет и написал всё, что только и можно было в те времена написать, — историю Никиты Воронцова<sup>3</sup>.

Скандал после издания в 1972 году «Гадких лебедей» эмиграционным издательством «Посев»<sup>4</sup>, как и общее направление тогдашней культурной политики нарушило дальнейшие планы, реализация которых могла бы существенно изменить место мотива путешествий во времени в общем творчестве АБС<sup>5</sup>, в общепостоящего далеко не на первом месте в рейтинге важности<sup>6</sup>.

Благодаря публикации в последнее время корреспонденции и рабочих дневников АБС мы можем уточнить информацию Бориса Стругацкого. В письме брату от 27 августа 1978 года Аркадий среди прочего пишет:

Мои планы. Сейчас, освободившись от музыки<sup>7</sup> и от хлопот по квартирным делам, хочу попытаться прикинуть сюжет «второй жизни»<sup>8</sup>.

<sup>2</sup> Аркадий Стругацкий издал под этим псевдонимом также «Экспедицию в преисподнюю» (1974 — ч. 1 и 2; 1984 — ч. 3) и «Дьявол среди людей» (1993).

<sup>3</sup> Цит.: Стругацкий Б. Комментарий к пройденному. С. Ярославцев, или Краткая история одного псевдонима // Стругацкий А., Стругацкий Б. Собр. соч. в 11 т. Т. 10: С. Витицкий, С. Ярославцев / Ред. С. Бондаренко, Л. Филиппов. — Донецк: Сталкер, СПб.: Terra Fantastica, 2001. — С. 743–746.

<sup>4</sup> См. Кайтох В. Братья Стругацкие: Очерк творчества // Стругацкий А., Стругацкий Б. Собр. соч. в 11 т. Т. 12, доп. / Ред. С. Бондаренко, В. Дьяконов. — Донецк: Сталкер, 2003. — С. 548–549.

<sup>5</sup> Общепринятое сокращение от «Аркадий и Борис Стругацкие», которое я также буду использовать.

<sup>6</sup> Произведения АБС с подобными мотивами можно пересчитать по пальцам. Например, утопия «Полдень, XXII век» (1962) содержала пару идей такого типа. Герой «Попытки к бегству» (1962) чудесным образом перенесен в будущее. В 1963 году А. Стругацкий выполнил литературную редакцию повести «В дребнях времени. Палеонтологическая фантазия» Германа Чижевского. Однако следует подчеркнуть, что окончание завершено в 1975 году (издан в 1989-м) романа Стругацких «Град обреченный» содержало намек, что жизнь главного героя после его смерти может начаться «с начала», повторно.

<sup>7</sup> В это время продолжалась работа над сценарием фильма «Чародеи» (1982) реж. Константина Бронберга.

<sup>8</sup> Письмо Аркадия брату, 27 августа 1978, М. — Л. // Стругацкие. Материалы к исследованию: письма, рабочие дневники. 1978–1984 гг. / Сост.: С. Бондаренко, В. Курильский. — Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2012. — С. 86. «Подробности жизни Никиты Воронцова» в этих материалах имеют название или «Вторая жизнь», или «Человек, проживший много жизней».

# Таинственные «Подробности жизни Никиты Воронцова»

Войцех Кайтох<sup>1</sup>

<sup>1</sup> О Войцехе Кайтохе см.: Борисов В. Исследователь творчества братьев Стругацких // ТрВ-Наука № 403 от 07.05.2024. [trv-science.ru/2024/05/issledovatel-tvorchestva-bratev-strugaczkih/](http://trv-science.ru/2024/05/issledovatel-tvorchestva-bratev-strugaczkih/)

Однако или из этого ничего не вышло, или пока была разработана лишь общая схема событий, которую братья только намеревались превратить в полноправное, написанное вместе повествование, о чем свидетельствует следующий фрагмент письма Бориса от 17 сентября 1978 года:

Нет, брат. Халтурщиков из нас не выйдет. Писать надо серьезно, обстоятельно и в полную силу. Вот съездишь в эту швицу за гранку, давай сядем и сделаем что-нибудь. Хотя бы начнем. «Вторую жизнь» хочешь? Давай «Вторую». Не возр. Я, правда, не представляю себе пока, как из этого может получиться повесть: рассказ вижу отчетливо, а повесть — никак пока не получается. Но это дело наживное — обговорим. Работать будем, если хочешь, у тебя<sup>9</sup>.

До совместной работы над рассказом дело так и не доходит (Стругацкие писали в это время, между прочим, «Жука в муравейнике»), но и отказываться от этого рассказа они еще не собирались, поскольку в «Рабочем дневнике АБС» после 3 мая 1979 года была сделана запись (процитированная Борисом в приведенном выше фрагменте «Комментариев»), свидетельствующая о дальнейшей мысленной работе над произведением: «Человек, проживший много жизней. Давно понял, что историю изменить нельзя...»<sup>10</sup>

Однако почти год ситуация не меняется, и — как мне кажется — Борис (впрочем, не только по поводу интересующего меня рассказа) теряет терпение. В письме от 29 июля 1980 года он сетует:

Надо что-то предпринимать, тем более, что, по моим же архивным же подсчетам (же), вир хабен 10 (десять!) задуманных сюжетов, в том числе три очень подробно разработанных<sup>11</sup>.

На зафиксированном в это время в «Рабочем дневнике АБС»<sup>12</sup> списке сюжетных замыслов кроме «Человека, прожившего много жизней» находятся также «Хромая судьба» и «Пять капель эликсира», действительно изданных позже.

Братья так и не пришли к согласию относительно интересующего меня произведения. Аркадий в конце концов написал его сам и под псевдонимом С. Ярославцев отдал в печать в журнал «Знание — сила», где — скорее всего, через некоторое время — он и был опубликован летом 1984 года<sup>13</sup>.

Время работы над «Подробностями...» заняло несколько больше времени, чем писал об этом Б. Стругацкий в «Комментариях...», но мы смело можем утверждать, что это произведение было написано в трудных условиях. Хотя политическая ситуация для писателей в начале восьмой декады XX века была уже не такой пагубной, как в 1972–1975 годах, однако их неприятности закончились лишь с развернутой Горбачёвым перестройкой, а до того к Стругацким относились с недоверием. Свидетельствую об этом и много-

<sup>9</sup> Письмо Бориса брату, 17 сентября 1978, Л. — М. // Стругацкие. Материалы к исследованию... — С. 93–94.

<sup>10</sup> Рабочий дневник АБС [Запись между встречами] // Стругацкие. Материалы к исследованию... — С. 142.

<sup>11</sup> Письмо Бориса брату, 29 июля 1980, Л. — М. // Стругацкие. Материалы к исследованию... — С. 240–241 (нем. wir haben — «у нас есть»).

<sup>12</sup> Рабочий дневник АБС [Запись между встречами] // Стругацкие. Материалы к исследованию... — С. 242–243.

<sup>13</sup> Ярославцев С. Подробности жизни Никиты Воронцова // Знание — сила (М.). — 1984. — № 6. — С. 46–48; № 7. — С. 46–49.

численные цензорские вмешательства в издание «Подробностей...» 1984 года, которые не только значительно смягчили высказывания рассказа, но места просто нарушили логику событий:

Когда «Подробности жизни Никиты Воронцова» появились в журнале (1984 год), сначала я вообще ничего не понял, — писал Владимир Борисов. — Два старых приятеля, писатель Алексей Т. и следователь Варахасий Щ., вели себя совершенно неприлично. Встретившись на холостяцком междуособичке, долго беседовали по душам, посреди ночи вдруг принимались петь...<sup>14</sup>

Таким был, например, результат механического удаления в процессе редактирования всех мотивов, связанных с алкоголем. Но ведь не только эти мотивы удалили. В значительной мере исчез образный стиль реального разговора, разные мелочи, которые могли «покушаться на доброе имя советских писателей», свободное в бытовом отношении «называние вещей своими именами» и т. д., и т. п., — а всё это, как увидим дальше, имело свой стилистический смысл, важный для звучания произведения в целом. «Подробности...» практически были разрушены. Непонятное для Борисова объяснилось несколькими годами позже:

И только публикация в сборнике «Поселок на краю Галактики»<sup>15</sup> (1990-й год) развеяла все недоумения. В первом варианте напрочь отсутствовали слова «...и выставлены были две бутылки пшеничной с обещанием, что ежели не хватит, то еще кое-что найдется...» (с. 236)<sup>16</sup>, равно как и все упоминаемое о том, как эти две бутылки пустели... Действительно, почему бы «после шестой» двум благородным донам и не спеть?<sup>17</sup>

\*\*\*

Однако и после того, как последние редакторские вмешательства были устранены, остались некоторые интерпретационные сомнения, касающиеся «Подробностей...». Произведение рассматривалось как стандартный пример негативной деятельности цензуры (Светлана Бондаренко, Вадим Казаков<sup>18</sup>, Владимир Борисов), или анализировалась исключительно трагическая экзистенциальная ситуация, характеризующаяся среди прочего отсутствием свободы (Ш. Манохин<sup>19</sup>, Сергей Пере-

<sup>14</sup> Борисов В. Три всплеска, — прислано мне автором.

<sup>15</sup> Поселок на краю Галактики / Сост. О. Ольгин. — М.: Наука, 1989.

<sup>16</sup> Цит.: Ярославцев С. Подробности жизни Никиты Воронцова // Стругацкий А., Стругацкий Б. Собр. соч. в 11 т. Т. 10. — С. 233–270. В оригинале цитируется польский перевод: Strugacki A., Strugacki B. Szczegóły życia Nikity Woroncowa / Tłum. E. Skórska // Nowa Fantastyka. — 2003. — Nr. 2. — S. 3–16. Автор статьи также замечает:

Как видим, редакция «Новой Фантастики» решила, что псевдоним С. Ярославцев касается обоих братьев. Но я полагаю — по большинству изданий и российских источников, — что автором следует считать только Аркадия, хотя Борис, конечно же, принимал участие в обсуждении замысла.

<sup>17</sup> Борисов В., там же.

<sup>18</sup> Казаков В. После пятой рюмки кофе: О некоторых последствиях редактирования повестей братьев Стругацких // Галактические новости (Владимир). — 1993. — № 1. — С. 2–3.

<sup>19</sup> «Это трагическая история человека, сознание которого обречено скользить по кругу внутри сорока лет его совсем не легкой жизни, вновь и вновь возвращаясь назад, в юность, а потом проходя практически один и тот же путь до момента очередного провала в прошлое. Такого и врагу не пожелаешь. Обычная тюрьма покажется раем в сравнении с вечным заключением



Войцех Кайтох (encyklopediafantastyki.pl)

о путешествиях во времени, не был сказкой, но не был и реалистической прозой... он хорош, но неизвестно, чем...

Я подумал тогда: может быть, именно изучение жанровых черт «Подробностей жизни Никиты Воронцова» позволит объяснить суть этого произведения, разрешить загадку этого послания.

\*\*\*

Произведение построено по принципу шкатулки. Начинается оно с описания встречи двух друзей — писателя и следователя прокуратуры, которые отравили свои семьи на каникулы и в село отмечают это событие:

Они сошлись на кухне в уютной трехкомнатной квартире в Безбожном переулке, и раскрыты были консервы (что-то экзотическое в томате и масле), и парила отварная картошка, и тонкими лепестками нарезана была саялами финского происхождения, и выставлены были две бутылки «Пшеничной» с обещанием, что ежели не хватит, то еще кое-что найдется... Что еще надо старым приятелям? Так это в жилу иногда приходится — загнать жен с детьми на лазурные берега, а самим слегка понежиться в асфальтово-крупноблочном раю<sup>25</sup>.

Присутствующий в описании полисиндетон<sup>26</sup>, фигура слова в высшей степени риторическая, обращая на себя внимание, иронически неделяет важностью совершенно несущественное дело, тем словно бы представляя это описание сообщением о событии, которое само по себе не очень важно, но приобретает черты общности и схематичности; имеет — как бы — обобщенный характер, так как множество «мужских» встреч могло бы так выглядеть.

И хотя описание далее становится более детальным, тон его по-прежнему остается ироническим, а пьянотею господа рассказывают анекдоты — то о хулиганах, то о хлопотах с «чиновниками от литературы». «Подробности...» становятся как бы бытовой сценкой, во всяком случае, именно в этом направлении первоначально подталкивается читатель.

Правда, в разговоре мелькают и более серьезные темы: о чудовищности XX века, об омерзительности культа силы, но демонстрация юмористического остроумия писателя задерживает появление серьезного повествования, и лишь когда читателю на самом деле становится интересно, зачем всё это, пение украинской песни, в которой речь идет о годах, которые уходят «як мосты, по яким нам більше не ступать», хотя и не сразу, но все-таки напоминает следователю некую таинственную историю, которой он поделится с другом, и в этой истории и будет скрыто наиважнейшее для рассказа содержание.

Рассказ в рассказе, настоящая история, поведенная (часто от первого лица) после представленного формального или полуформального вступления

сознания в острог внутренней». Цит.: Манохин Ш. (т. е. Михаил Шавшин). Комментарий к комментариям, или кое-что о Вертикальном Прогрессе. Глава 9. «Спонтанный рефлекс» // Аркадий и Борис Стругацкие. Официальный сайт, [rusf.ru/abs/rec/manokh09.htm](http://rusf.ru/abs/rec/manokh09.htm) [дата доступа: 15.05.2016].

<sup>20</sup> Переслегин С. Репетиция оркестра. Предисловие к десятому тому Собрания «Подробности жизни Никиты Воронцова», «Дьявол среди людей», «Двадцать седьмая теорема этики» // Аркадий и Борис Стругацкие. Официальный сайт, [rusf.ru/abs/rec/peres11.htm](http://rusf.ru/abs/rec/peres11.htm) [дата доступа: 15.05.2016].

<sup>21</sup> «Беда моя в том, что я не в состоянии точно описать все те чувства, которые возникают в пораненной душе при восприятии истории с Никитой Воронцовым. Вспоминаются юношеские ощущения, когда я всерьез задумывался о бесконечности Вселенной, когда еще смотреть в ночное небо было притягательно и страшно. Со временем все эти ощущения уходят <...> Не сразу, ох, не сразу дошел до меня смысл слов писателя Алексея Т.: „Знаешь, по мне так лучше к чертям в ад, чем обратно...“» (с. 16). Борисов В., там же.

<sup>22</sup> Никонов Ю. В. О квантовой психопатологии // МЦЭИ.

Международный центр эвереттских исследований, [everettica.org/article.php3?ind=226](http://everettica.org/article.php3?ind=226) [дата доступа: 15.05.2016].

<sup>23</sup> «Сжимание спирали времени в кольцо может дать интересные результаты, но в большинстве своем это воспринимается как ход, присущий фантастическим или мистическим произведениям. Как раз к ним и относится рассказ Аркадия Стругацкого <...> на примере которого можно говорить об изображении замкнутого времени в литературе». Цит.: Харин С. Томский доклад // МНАИИ, [mnaith.livejournal.com/13755.html](http://mnaith.livejournal.com/13755.html) [дата доступа: 15.05.2016]; текст реферата под полным названием «Замкнутый хронопорт (к рассказу Стругацких «Подробности жизни Никиты Воронцова»)", представленного на XIII Всероссийской конференции молодых ученых «Актуальные проблемы лингвистики и литературоведения», организованной в Научно-исследовательском Томском государственном университете 6–7 апреля 2012 года). Кроме того, о субъективном понимании времени писал в контексте «Подробностей...» Леонид Володарский — см.: В свободном падении // «Мне так кажется», 23.01.2012, [lvodarsky.ru/v-svobodnom-padenii.html](http://lvodarsky.ru/v-svobodnom-padenii.html) [дата доступа: 15.05.2016].

<sup>24</sup> Цит.: Скаландис Ант. Братья Стругацкие. — М.: АСТ, 2008. — С. 567.

<sup>25</sup> Цит.: Ярославцев С. Подробности жизни Никиты Воронцова // Стругацкий А., Стругацкий Б. Собр. соч. в 11 т. Т. 10. — С. 233–270, здесь 233. Польский перевод не отражает стилистики оригинала: „W ten oto sposób doszło do spotkania w kuchni przyszłego tryzypokojowego mieszkanca w Zaułku Bezbożnym. Otworzone zostały konserwy (coś egzotycznego w pomidorach i oleju), parowały ugotowane kartofle, leżało pokrojone na cienkie plasterki fińskie salami, stały dwie butelki „Pszeniycznej“ z zapewnieniem, że jak nie starczy to jeszcze się coś niecoś znajdzie... Czegóż więcej potrzeba starym przyjacielom? Tak to się czasami dzieje — zagania się żonę z dziećmi na lazurowe wybrzeża, a samemu można odrobiąć wypracowaną w asfaltowo-blokowym raji“ (S. 3).

<sup>26</sup> «Часто для выразительного определения какого-либо действия или состояния понятия группируются; хорошо, если при этом их значения усиливаются. Тогда мы говорим о нагромождении (мультипликации). Понятия можно выстраивать в ряд, опуская союзы или попутная наоборот. В первом случае имеем стилистическую фигуру, которая называется асиндетон, во втором — полисиндетон». Цит.: Lichański J. Z. Co to jest retoryka? — Kraków: Polska Akademia Nauk — Oddział w Krakowie, 1996. — С. 54.

▶ от третьего лица, составляющим ее рамки, — это схема, напоминающая мне «жуткие рассказы» XIX века. Например, так начинается произведение Алексея К. Толстого:

В 1815 году в Вене собрался цвет европейской образованности, дипломатических дарований, всего того, что блистало в тогдашнем обществе. Но вот — Конгресс окончился. <...>

Как это бывает к концу шумного бала, от общества, в свое время столь многолюдного, остался теперь небольшой кружок лиц, которые, все не утратив вкуса к развлечениям и очарованные прелестью австрийских дам, еще не тропились домой и откладывали свой отъезд. <...>

Однажды вечером, когда каждый из нас успел что-то рассказать и мы находились в том несколько возбужденном состоянии, которое обычно еще усиливает сумерки и тишина, маркиз д'Юрфе, старик эмигрант, пользовавшийся всеобщей любовью за свою чисто юношескую веселость и ту особую остроту, которую придавал рассказам о былых своих любовных удачах, воспользовался минутой безмолвия и сказал:

— <...> Что до меня, господа, то мне известно лишь одно подобное приключение, но оно так странно и в то же время так страшно и так достоверно, что одно могло бы повергнуть в ужас людей даже самого скептического склада ума. К моему несчастью, я был и свидетелем и участником этого события, и хотя вообще не люблю о нем вспоминать, но сегодня готов был бы рассказать о случившемся со мною — если только дамы ничего не будут иметь против.<sup>27</sup>

Рассказ заканчивается возвращением к начальной ситуации.

Такое решение делает рассказ о духах, упырях, необъясненных явлениях более правдоподобным. Так как в этом случае мы имеем дело с ситуацией, где события излагает очевидец. Поэтому часто использовались романские формы, которые выдавались за рассказ свидетеля или даже за документ. Это традиции еще со времен эпохи Просвещения: первые романы XVIII века (Даниэля Дефо, Джонатана Свифта, Игнатия Красицкого и т. д.) довольно часто сопровождалась вымышленными издательскими предисловиями, в которых содержимое представлялось как перепечатки мемуаров, хроник *etc.*, или же без предисловий были стилизованы под бытовую прозу в виде переписки или дневников. В дореволюционной русской литературе XX века даже можно найти пример аналогично выстроенного рассказа, в котором встречаются двое знакомых и во время этой встречи один из них — старый прокурор — начинает рассказывать необыкновенную историю о психических муках обреченного на смерть преступника, и эта история является основным содержанием произведения. Не исключено, что «Сказка старого прокурора» Михаила Арцыбашева может представлять для «Подробностей...» непосредственную литературную традицию.

«Подробности жизни Никиты Воронцова» объединяют традицию «шкатулки» со старательной заботливостью о правдоподобии описываемой таинственной истории, ибо — рассказывая — прокурор излагает или зачитывает показания и даже дает коллеге прочитать короткий «Дневник» Никиты. Но и это, делающее правдоподобным фантастическое содержание представление письменной или иллюстративной документации, также обращается к давней традиции «рассказа ужасов». Достаточно вспомнить о «Рассказах старого антиквара» Монтегю Родса Джеймса, не говоря уже о том, что один из старых русских фантастических романов — «4338 год. Петербургские письма» Владимира Одо-

евского буквально состоит именно из писем, т. е. из практических документов.

Описываемая композиционная рамка и представление «документа» — не единственные «заимствования» из традиции необыкновенных рассказов, которые мы встречаем в рассматриваемом произведении С. Ярославцева (Аркадия Стругацкого). Очередное — это намекающий, постепенный способ ознакомления читателя с тайной Воронцова. Ибо обычно (по крайней мере, часто) было так, что герой «жуткого» произведения медленно приближался к грозному феномену (или только к пониманию его существования), а до того бывал неоднократно предупрежден, — автор задерживал момент сопоставления, чтобы как можно сильнее заинтересовать читателя<sup>28</sup>, а позже как бы дополнительно делал всю историю неоднозначной, чтобы эффект обеспокоенности читателя, ощущение неуверенности продолжились и после чтения. Так что я попробую и далее рассматривать «Подробности...» как необыкновенный рассказ, тем более, что это дает возможность по-разному интерпретировать содержание.

\*\*\*

Разберем вопрос имеющихся в тексте сигналов, предупреждающих решение загадки.

Когда писатель уже убедился в том, что врученный ему для прочтения «Дневник Никиты Воронцова» — настоящий и не плод деятельности сумасшедшего, — он отмечает: «*Ты меня поразил*» (с. 245). Минуту раньше по определению являющийся оплотом точности, правдивости и здравого рассудка прокурор подчеркнул: «*Я не литератор, а следователь прокуратуры, и я не люблю в жизни неразрешимых задачек*» (там же). Потом он рассказывает, как «Дневник» попал в его руки и как он начал проводить по делу Воронцова сначала формальное, а затем частное следствие, и замечает: «*Было, было у меня такое ощущение, словно бы открывалась дельце это в такую бездну, куда еще ни один человеческий глаз не заглядывал*» (с. 249), и чуть позже: «*Чуял, чуял я, что за загадочкой этой кроется что-то грандиозное, чуть ли не глобальное*» (с. 252). В этот момент читатель получает информацию, что сфера, к которой приближаются герои, весьма таинственна, а может быть, и потенциально опасна.

Через очередных, беспокоящих и анонсирующих «Бог знает что» предупреждений наступает, когда прокурор представляет писателю собранные им свидетельства очевидцев: они давали показания о словах и поведении Воронцова, из которых вытекало, что он знал будущее, что еще подростком отличался совсем взрослой сексуальностью и жестокостью<sup>29</sup>, характерной для солдат, имеющих боевой опыт, а также, что он вызывал противоречивые и необъяснимые чувства: «*И глаза у него были в тот момент необыкновенные — грустные и какие-то сияющие, я таких ни у кого еще не видела*» (с. 257), «*Ведь боялась я его, товарищ следователь! Как чумы боялась*» (с. 255), «*У него глаз нехороший, злобный*» (с. 260).

Эти сигналы недвусмысленно демонстрируют непонятность и угрозу загадки, и в этот момент у читателя может возникнуть ощущение, что реальность, представленная в произведении, распадется на рациональную и иррациональную, исчезнет в ней «имманентная предметная последовательность»<sup>30</sup>,

появится онтологическое противоречие, или — говоря словами Станислава Лема — «*ужасная дыра, из которой вынырнуло привидение*»<sup>31</sup>, причем этим иррациональным чудовищем мог бы оказаться сам Воронцов — человек, который проживает свою жизнь бесконечное количество раз, а может быть, тот факт, что существует сила, способная вызвать к жизни такой феномен.

Но, поскольку «Подробности жизни Никиты Воронцова» не окажутся рассказом ужасов, такая возможность сойдет на нет, когда в очередной главе «Дискуссия» прокурор примется объяснить то, что обнаружил; может быть, туманно, но рационально:

Да, Никита Воронцов действительно был путешественником во времени, только не по своей воле и в весьма ограниченных пределах. И выглядело это следующим образом. Воронцов благополучно доживает до вечера 8 июня семьдесят седьмого года. В 23 часа 15 минут по московскому времени некая сила останавливает его сердце, а сознание мгновенно переносит на сорок лет назад, в ночь на 7 января тридцать седьмого года, где оно внедряется в мозг Воронцова-подростка, причем внедряется со всем опытом, со всей информацией, накопленными за прошлые сорок лет, наконец вытесняя,



Обложка дополнительного тома собрания сочинений Стругацких издательства «Текст» 1995 года. Илл. Владимира Любарова

между прочим, всё, что знал и помнил Воронцов-подросток до этой ночи. Далее, Воронцов снова благополучно доживает до вечера 8 июня семьдесят седьмого года, и снова та же самая неведомая сила убивает его тело и переносит его сознание, обогащенное, к стати, опытом и информацией новых сорока лет... и так далее, и так далее (с. 265).

Далее он также рассуждает вполне толково, и даже по-марксистски:

Нет смысла задаваться вопросом <...>, как и почему всё это с Воронцовым происходило и почему именно с Воронцовым. Наука эти высоты еще не превзошла и превзойдет, надо думать, не в ближайшие дни. Ибо речь здесь идет о природе времени <...> Пустое это дело — пытаться представить себе, как соотносились бесчисленные реальности Никиты Воронцова с нашей единственной реальностью. Мы имеем здесь дело, вне всякого сомнения, с высшими, нам еще неизвестными проявлениями диалектики природы, человеческий мозг к ним пока не приспособлен <...> Над-

пропозиция дискуссия. — Wrocław: Pracownia Literatry i Kultury Popularnej oraz Nowych Mediów, 2015. — S. 50–52.

<sup>31</sup> Цит.: Лем С. Фантастика и футурология: В 2 кн. Кн. 1 / Пер. с пол. С.Н. Макареца под ред. В.И. Борисова. — М.: АСТ; Ермак, 2004. — С. 109. Сравни также: Caillois R. Od baśni do science fiction / Tłum. J. Lisowski // Caillois R. Odpowiedzialność i styl. Ejeje. — Warszawa, 1967. — S. 29–65.

лежит просто принять как данность: Никите Воронцову выпало много раз проходить мостами, «по яким нам більше не ступаты...» (с. 266).

То есть в целом теперь получается, что хотя сущность загадки и неизвестна, но она находится в границах материалистической «диалектики природы», и в любом случае о ней можно говорить языком марксистской философии, и указывает на это не шутящий когда-то писатель, а заслуживающий доверия прокурор. Но и особенного страха эта загадка не вызывает. Впечатление принадлежности загадки Воронцова к традиции *science fiction* усиливает представленное писателем «Интервью, данное скитальцем по времени Н. Воронцовым писателю и журналисту Алексею Т.», который, может быть, потому так определил и героя интервью, и свою профессию, чтобы вызвать аллюзию к «Машине времени» Г.Дж. Уэллса, в которой с главным героем, именуемым «Путешественником по Времени», среди прочих беседовал и Журналист, который хотел взять у него интервью.

В этот момент наличие в «Подробностях...» элементов структуры *ghost stories* становится лишь риторическим приемом, который позволил Стругацкому / Ярославцеву соответствующим образом разместить фабулу в рамках некой жанровой структуры и выгодно литературно обработать научно-фантастический замысел, а жанровая структура рассказа выглядит примерно так (перечисляю поочередно отдельно поименованные главы произведения и приписываю им жанр, аллюзию к которому — или к которым — каждая представляет):

1. *Холостяцкий междусобойчик* (бытовая сценка и одновременно рама «жуткого рассказа»);
2. *Дневник Никиты Воронцова* (документ, представленный в рамках соответствующего необыкновенного рассказа);
3. *Умертвие на проспекте Грановского* (вступительный рассказ о следствии, еще не имеющий черт необыкновенного рассказа);
4. *Биография Никиты Сергеевича Воронцова* (как выше);
5. *Подробности о Никите Воронцове* (типичный необыкновенный рассказ с постепенным усилением напряжения и т. д.);
6. *Дискуссия вместе с Интервью...* (решение загадки, внушающее жанровую принадлежность целого к SF);
7. Последние абзацы — окончательное возвращение к начальной ситуации, скрепление композиционной пряжки.

Следует еще добавить, что между частями, а иногда и в ходе них, часто наступал возврат к простому описанию дружеской «попойки», имеющий среди прочих и ретардационные функции.

Целое наверняка вызывало большой интерес читателей и ощущение изрядной дезориентации, так как следует помнить, что лишь немногочисленные советские читатели знали жанр «необыкновенных рассказов» и вообще не привыкли к литературным коктейлям: социальная на главенствующую роль соцреализма советская культурная политика не только не поддерживала нерациональную, ненаучную фантастику, но и с большим сопротивлением соглашалась на какое-либо смешение литературных жанров.

Однако, неужели загадка произведения действительно так проста?

Я лично сомневаюсь в этом...

\*\*\*

Я думаю, что в истории Никиты Воронцова можно найти еще один интерпретационный след. Как известно, писатель и прокурор пируют в квартире последнего, в Безбожном переулке. Действительно, была во времена СССР такая улица в Москве<sup>32</sup>, которая после 1992 года вернулась к дореволюцион-

<sup>32</sup> Протопоповский переулок // «Твоя Москва», yourmoscow.ru/city/street/protopopovskiy\_pereulok [дата доступа: 16.05.2016].

ному названию: Протопоповский переулок. А в 1924–1941 годах размещалась там среди прочих редакция журнала «Безбожник». Но почему Стругацкий выбрал именно ее? Мне кажется, что это атеистическое название контрастирует с одним фрагментом «Дневника Никиты Воронцова», в котором 21 августа 1941 года герой жалуется: «*Да помилуй же меня хоть на этот раз! Что за охота тебе так со мной играть!*» (с. 244). Как видим, Никита не хочет вновь возвращаться к своим военным переживаниям, и обращается к единственной силе, которая могла бы освободить его от проклятия. И в конце произведения «известный в Отделе культуры ЦК [КПСС]» (с. 235) писатель бурчит под нос: «*По мне так лучше к чертям в ад, чем обратно...*» (с. 270), так что по крайней мере не афиширует свой атеизм.

Религиозный мотив в «Подробностях жизни Никиты Воронцова»??? Если признать его существование, то следовало бы одновременно признать, что он глубоко законспирирован, и не было бы в этом ничего странного, поскольку СССР в 1980-е годы всё еще вел «борьбу с религией» (правда, давно уже идеологически-пропагандистскую, а не вооруженную, как в начале своего существования), поэтому никто бы не рассматривал «пропагандирующий религиозные предрассудки», не допустил до публикации. Тем не менее перспектива признания в том, что «Подробности...» намекают на Бога, довольно соблазнительна, так как, во-первых, Его присутствие позволило бы убедительно объяснить переживания Воронцова, во-вторых, Стругацкий таким способом громко напомнил бы уверенным в себе невеждам, что «есть вещи на этой земле, о которых и не снилось вашим философам», а в-третьих, окончательно перечеркнуло бы возможность прочтения произведения в качестве ужасстика, поскольку существование Бога хоть и является, конечно, необъяснимым, но люди скорее радуются такой возможности, нежели опасаются.

В этих обстоятельствах последнее предложение, главная мысль произведения заставляет еще раз задуматься над окончательным его смыслом и значением. Посмотрим еще раз на судьбу Воронцова. Кто бы не хотел, сохранив сознание взрослого человека, вернуться в детские годы и еще раз повторить свою жизнь<sup>33</sup>. Наверное, почти каждый — особенно если учесть то, что из прошлых лет мы помним обычно лишь хорошее, вытесняя плохие переживания из своего сознания. А здесь и Воронцов, и один из главных героев произведения думают о таком «путешествии» как о наилучшей попытке. Так может быть, не много хорошего в такой жизни, которая выпадает раз за разом, и которую вновь и вновь приходится переживать Воронцову (а ведь это была типичная жизнь советского гражданина тех лет), а «Подробности жизни Никиты Воронцова», рассматриваемые в целом, являются рассказом о Божьем добром чуде, которое безнадежно испорчено человеком<sup>34</sup>, поскольку попадает в устроенные людьми для людей время, место и действительность столь страшные, что и чудо смогли погубить?

Может быть, тем самым Аркадий Стругацкий прежде всего хотел повести эту грустную правду о своих временах своему читателю?

Перевел с польского Владимир Борисов

<sup>33</sup> Как — вспоминая фаустовскую традицию — пишет С. Перслегин (цит. соч.), это «возможность, за которую не жалко заложить дьяволу душу».

<sup>34</sup> «Подробности...» возникли примерно в тот же период, что и «Жук в муравейнике», «Хромая судьба», «Пять ложек эликсира» и другие произведения, о которых я когда-то писал, что «действительность, представленная в них, тестируется неожиданно введенной в нее каплей необычности символического <...> характера и неопределенной формы» (Кайтох, цит. соч., с. 583). Фантастический элемент в некоторой степени тестировал действительность; человечество, столкнувшись с ним, проявляло свои черты. Можно сказать, что «писательским экспериментам», которые они с братом проводили над человечеством, Аркадий добавил еще одну возможность.



Павел Амнуэль

## Время и только время

Фантастический рассказ Павла Амнуэля

— Спасибо, профессор, что согласились меня принять, — сказал журналист, с почтением глядя на знаменитого человека, чьи фотографии часто появлялись на страницах лондонских газет и чьи книги он много раз перечитывал.

— Садитесь, молодой человек, — профессор указал журналисту на удобное кожаное кресло перед камином, где тлели дрова. День выдался теплым, утром был обычный туман, но к полудню солнце осветило и обогрело остывший за долгую зиму Лондон.

— Честно говоря, недолюбливаю прессу, — продолжил профессор, — но вопрос, который вы задали в письме, показался мне интересным. Необычным для журналистской братии. Устраивайтесь и расскажите подробнее. Итак, вы прочитали в *New York Times* — статьи, ваша редакция, видимо, подписана на эту газету, ее обычно не продают в лондонских лавках, — да, так в *New York Times* вышла статья о лекции профессора Саймона Ньюкома, и вас заинтересовала проблема времени. У вас возникло желание написать об этом, но прежде вы захотели получить мнение специалиста...

— Так, сэр, — кивнул журналист и достал из портфеля блокнот и карандаш.

— Не думаю, что проблема времени в том виде, как ее изложил Ньюком, заинтересует читателей *Daily Mirror*.

— Я пишу не только для этой газеты! — за протестовал журналист.

— Перейдем к делу, — отмахнулся профессор. — Что конкретно в лекции Ньюкома вас заинтересовало?

— Время как четвертое измерение пространства! — воскликнул журналист. — Если мы можем передвигаться в трех измерениях, а время такое же измерение, как длина, ширина и высота, значит, можно путешествовать и во времени?

— Мы действительно перемещаемся в четвертом измерении, — улыбнулся профессор. — Из прошлого в будущее. И если в пространстве мы можем остановиться... Вы ведь сейчас неподвижны в пространстве, верно? А в измерении времени продолжаете двигаться, и каждая секунда уносит вас в будущее ровно на секунду, извините за тавтологию.

— Да, но мы не можем двигаться в будущее быстрее, чем нас переносит туда время. И уж тем более не можем в четвертом измерении остановиться, как вы верно заметили, и начать двигаться назад, в прошлое.

— Не можем, — согласился профессор. — И этим четвертое измерение отличается от первых трех. — Но профессор Ньюком упоминал в своей лекции некоего Эдварда Митчелла, лет десять назад придумавшего механизм, с помощью которого можно путешествовать по четвертому измерению.

— Ах, это... — профессор развел руками. — Митчелл, кажется, ваш коллега, журналист?

— Да, я сумел проверить, он редактор нью-йоркской газеты *The Sun*. Я даже нашел в Национальной библиотеке подшивку и несколько рассказов Митчелла. Среди них тот, на который ссылался профессор Ньюком. Некий часовщик построил механическое устройство в виде часов, способное перемещать персонажей в прошлое. Это очень интересно, сэр! Если есть устройства, с помощью которых мы перемещаемся в трех измерениях пространства...

— В двух, — поправил профессор. — Мы можем ездить и плавать по поверхности Земли, но не вверх или вниз.

— Почему же? — взволновался журналист. — Можем и вверх — на воздушном шаре. И вниз —

по жерлу вулкана, например, как описал Жюль Верн в прекрасном романе «Путешествие к центру Земли».

Профессор махнул рукой.

— Это несерьезно... На шаре можно подняться на сотню-другую футов, это ничто по сравнению с размерами Земли. Впрочем, неважно. Я понимаю, что вы имеете в виду. Да, Митчелл описал устройство, способное перенести человека в прошлое или будущее.

— Именно! — воскликнул журналист. — Этот вопрос я задал в письме, и вы сейчас на него ответили! Механизм! Устройство! Аппарат!

— Я знаком с лекцией Ньюкома, — сказал профессор, — но историю, придуманную Митчеллом, не читал.

— Часы, сэр! Механические часы. Они шли вспять, стрелки двигались в обратном направлении, и герои той истории оказались в прошлом, в 1540 году!

— Где?

— В тысяча пятьсот...

— Я спросил не «когда» они оказались, а «где».

— То есть... — смутился журналист. — Где? Часы находились в доме в Голландии. Много лет их механизм никто не заводил. А потом часы завели, и они...

— Повторяю, молодой человек: где оказались персонажи Митчелла? В четвертом измерении они, по вашим словам, переместились на триста лет в прошлое. А в остальных трех?

— Но... — журналист с недоумением посмотрел на профессора. — Они никуда не переместились, сэр. Часы находились на одном месте сотни лет.

— Именно, — буркнул профессор. — Я очень уважаю Ньюкома, он блестящий ученый! Кстати, вы знаете, что он три года назад с прекрасной точностью измерил скорость света?

— Нет, я...

— Результат был опубликован в научных журналах, в том числе в *Nature*, но пресса наукой не интересуется, и ваши коллеги об этом открытии не писали. Вы понимаете, почему я не очень жалую журналистов?

— Но я...

— Речь не о вас лично, молодой человек. Мне вы интересны, вы задаете странные для журналиста вопросы, и я с удовольствием отвечаю. Но вернемся к Ньюкому.

— Я хочу написать о времени как о четвертом измерении, сэр! Не статью, в математике я не силен. Хочу написать интересную историю! Рассказ Митчелла плохо написан. Я напишу лучше! И не о путешествии в прошлое. Что интересного в прошлом? О прошлом мы знаем. О прошлом писали те, кто в прошлом жил: Геродот, Катон, Юм, Гардинер... Меня интересуют путешествия в будущее. Через триста лет или тысячу.

Журналист говорил теперь увлеченно, глаза его горели; профессор, улыбаясь, слушал, не прерывая, его вдохновенную речь. Профессор Доджсон не привечал наглых журналистов, мало что понимавших в науках, особенно в математике и логике, которым он посвятил почти всю жизнь. Профессор Доджсон уважал людей, увлеченных идеями, ищущих, способных изучать новое — особенно в науке, а в науке сейчас происходило столько нового и интересного! Профессор жалел, что ему пошел седьмой десяток, и он может не уследить за открытиями в математике — хотя бы в той области, о которой с энтузиазмом говорил сейчас молодой журналист. Молодой? Сколько ему? Лет двадцать восемь — тридцать. Самый расцвет творческой мысли. Профессор помнил себя в тридцать лет. Замечательные годы! Именно тогда, в Ок-

сфорде, он придумывал и рассказывал дочери ректора сказочные истории, сделавшие его знаменитым. Может, и этот журналист, не сочинивший еще ни одной литературной строки, станет когда-нибудь всемирно известным?

Профессор отогнал воспоминания. Не станет этот журналист известным, потому что не напишет историю о путешествии в будущее. Не напишет, потому что сейчас ушат ледяной воды прольется ему на голову. Платон друг, но истина дороже.

— Дорогой друг... — Профессор вклинулся в паузу, которую журналисту пришлось сделать, чтобы перевести дыхание. — К сожалению, вряд ли вы напишете эту историю, если, конечно, будете придерживаться науки и логики. Даже большие ученые порой увлекаются новыми идеями, забывая о логических связях. Вот и Ньюком, прекрасный ученый и великолепный популяризатор, но... Он прав в том, что время можно трактовать как четвертое измерение. И, наверно, действительно можно сконструировать и построить аппарат для путешествий во времени. Корабль времени.

— Именно! — воскликнул журналист. — Я о том и говорю.

— Но, — перебил профессор, — двигаясь во времени, не нужно забывать о пространстве.

— Кто же забывает? Аппарат, конечно, может двигаться и в пространстве, но зачем? Вот хотя бы у Митчелла: часы много лет стояли на одном и том же месте. И потому, переместившись из девятнадцатого века в шестнадцатый, они остались в том же доме и...

— Нет, — жестко сказал профессор. — В этом ошибка и Митчелла, и Ньюкома. И ваша, молодой человек. Давайте рассуждать логически. Логика, — пояснил он, — моя любимая наука, даже более любимая, чем математика. Что говорит нам логика? Корабль времени перемещается в четвертом измерении, оставаясь на одних и тех же координатах в трех измерениях пространства.

— Да, — подтвердил журналист.

— Прекрасно. Но разве на самом деле аппарат неподвижен? Вот я перед вами. Сажу в кресле. Я неподвижен в пространстве?

Журналист почувствовал в вопросе подвох, но... Здесь не может быть подвоха.

— Нет, — будто прочитав его мысли, сказал профессор. — Я сажу в кресле. Кресло — в комнате. Комната в доме, а дом на земле. Дом неподвижен? Нет. Ведь планета наша вращается вокруг оси, верно? На широте Лондона скорость вращения близка к 200 м/с. Значит, дом, комната и я в кресле движемся с такой скоростью вокруг земной оси. Это раз. Земля обращается вокруг Солнца, верно? И скорость этого движения около 30 км/с. Но и Солнце не стоит на месте. Можно считать доказанным, что Солнце со скоростью около 20 км/с движется к точке в созвездии Геркулеса.

— Хорошо — неуверенным тоном сказал журналист, — но мы не ощущаем движения.

— Конечно! — рассмеялся профессор Доджсон. — Не ощущаем, поскольку сами участвуем во всех этих движениях.

— Тогда и аппарат, движущийся в четвертом измерении...

— Он остается неподвижным в трех остальных! Он перестанет обращаться вокруг земной оси, он перестанет двигаться с Землей вокруг Солнца, он больше не полетит вместе с Солнцем к созвездию Геркулеса. Он становится неподвижен в абсолютной системе координат в трех измерениях. И что получается?

— И что получается? — повторил журналист, чувствуя, что у него закружилась голова и он вместе с креслом, с этой комнатой, с Лондоном и всеми его жителями вдруг остановился в своем бесконечном движении...

Профессор заметил, как побледнел гость.

— Вы поняли? — участливо спросил он. — Представили?

— Значит, — вроде безучастно, но на самом деле с большим внутренним напряжением спросил журналист, — если хотя бы на минуту отправиться в прошлое или будущее...

— Если бы вы стояли рядом с таким аппаратом в момент запуска, он исчез бы на ваших глазах, и вы могли бы подумать, что через минуту он появится вновь, проведя эту минуту в пути через четвертое измерение. Но аппарат не появится никогда. И подумайте вот о чем. Если бы вы отправили аппарат на минуту в прошлое и он остался бы в комнате, а двигался бы только по четвертому измерению, то за минуту до запуска он должен был вдруг появиться, и что? В комнате оказались бы два аппарата? На одном и том же месте? Молодой человек, простая логика говорит, что так быть не может. И так не будет, конечно. Потому что, отправившись в прошлое всего на минуту, аппарат возникнет в точке пространства, отделенной от вашей комнаты расстояни-

ем... Давайте подсчитаем. За минуту Земля пролетит 1800 км, и добавьте 1200 км, которые она пролетит вместе со всей Солнечной системой.

— Но, если мы уж начали считать... — журналист не желал сдаваться. — Можно вычислить заранее, верно? Так, чтобы, остановившись во времени, аппарат оказался бы в нужной точке пространства.

— Вы серьезно? Если аппарат отправится в прошлое, то окажется в точке пространства, которую Земля давно миновала, и обратно, как вы понимаете, не вернется. А если отправить в будущее...

Профессор выразительно пожал плечами.

— Да! В будущее! Ведь орбиты известны, и можно рассчитать, чтобы аппарат возник именно в той точке, где будет находиться эта комната!

— Нет. — Профессор посмотрел на журналиста с сожалением, будто о нем лучшего мнения, а тот не оправдал ожиданий. — Все скорости и направления, которые я вам назвал, известны приблизительно. Астрономия, знаете ли, наука, в принципе, точная, но очень приближительная. Ошибки измерений достигают десятка процентов, а то и больше. Нет, молодой человек. Что в прошлом, что в будущем — точно рассчитать невозможно.

Журналист сник. Минуту он сидел, шевеля губами, будто считал в уме.

— Прекрасная была идея, — через минуту сказал профессор. — Аппарат, летящий сквозь четвертое измерение. Но человек, решивший на таком аппарате отправиться в путешествие, — самоубийца.

Журналист закрыл блокнот, лежавший у него на коленях. Карандаш упал на ковер, но поднимать гость не стал. Страницы блокнота остались чистыми, за время разговора журналист не записал ни слова.

— Спасибо, профессор Доджсон, что уделите мне время, — сказал он неожиданно твердым голосом, как человек, принявший решение и не собирающийся отступать.

— Извините, молодой человек, что мне пришлось вас разочаровать. — Профессор поднялся, давая понять, что беседа закончена. Поднялся и журналист. Спрятал блокнот в портфель, наступил на карандаш, протянул было профессору руку, но сразу опустил — невежливо молодому неизвестному журналисту первым подавать руку человеку, вдвое старшему, да еще популярнейшему автору книг, которыми зачитываются не только в Англии.

Профессор обратил внимание на неуверенный жест гостя и протянул руку. Пожатие оказалось крепким, мужским, надежным.

— Знаете, — сказал журналист, — я вовсе не разочарован. Напротив! Теперь я точно знаю, что напишу свою книгу о четвертом измерении. Вам ли не знать, профессор Доджсон, что есть правда науки, и есть правда литературы! И еще правда жизни. Правда парадокса.

— О, да, — усмехнулся профессор. — Безумное чаепитие — самый правдивый эпизод в моей книге.

— Спасибо, — еще раз сказал журналист. — И еще... Только что я придумал первую фразу моей будущей книги.

— Какую, если не секрет?

— Секрет от вас, профессор Кэрролл? Вот: «Путешественник по Времени рассказал нам невероятные вещи. Его серые глаза сияли. Я, сказал он, только что вернулся из путешествия через четвертое измерение».

— Вы умеете добиваться своего, — с уважением произнес Кэрролл. — Когда выйдет ваша книга — а я уверен, что она выйдет скоро, — пришлите мне экземпляр — с подписью, конечно.

— Непременно, профессор!

— Вы отправите своего Путешественника в прошлое?

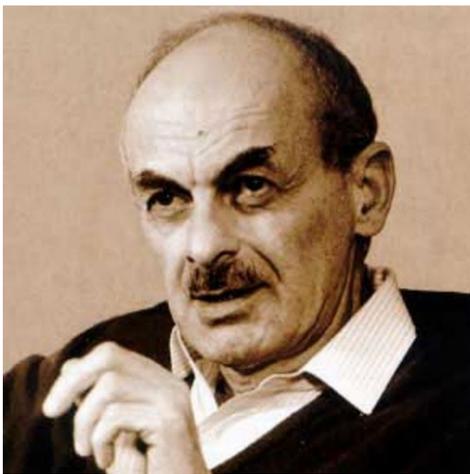
— В будущее. Лет на триста. Очень хочется узнать, как будут жить люди.

Журналист поднял портфель и направился к двери.

— Успеха, дорогой Уэллс, — напутствовал журналиста Кэрролл. — Уверен, книга вас прославит. Кстати, первую фразу вы придумали. А название? Литературная судьба зависит от названия книги даже больше, чем от содержания, можете мне поверить.

— «Машина времени», — сказал Уэллс.

**Примечание.** Описанный разговор вполне мог состояться в реальности. На лекцию Саймона Ньюкома Герберт Уэллс действительно сослался в тексте романа «Машина времени». Ньюком выступил с лекцией о времени как о четвертом измерении в Нью-Йорке, где, безусловно, мог читать газету *The Sun* и в ней рассказ Митчелла «Часы, которые шли вспять». Льюис Кэрролл, автор «Алисы в стране чудес», действительно был в Оксфорде профессором математики и логики. Он скончался в 1898 году, а в 1894-м часто бывал в Лондоне, где молодой Герберт Уэллс (ему было тогда 29 лет, а Кэрроллу — 61) начал карьеру журналиста, которую забросил, написав в 1895 году свой первый роман — «Машину времени».



Буллат Окуджав

### 9 мая: Когда воротимся мы в Портленд

100 лет назад родился Булат Шалвович Окуджав (1924–1997), русский бард, автор песен к телефильму «Приключения Буратино», гимна группы «Людены», персонаж романа Бориса Гедальевича Штерна «Эфиоп».

В телефильм вошло всего семь песен из мюзикла «Золотой ключик», хотя перу Окуджавы принадлежит их целых 29! Вот кто поет в этом мюзикле: фонарщики, папа Карло, Джузеппе, Буратино, Карабас, хор кукол, Пьеро, Мальвина, Артемон, Дуремар, лиса Алиса и кот Базилио, таинственные существа над спящим деревом, лягушки, Тортилла, крыса Шушара.

### 10 мая: Пятый в списке звезд Голливуда

125 лет назад родился Фредерик Аустерлиц (Frederick Austerlitz, 1899–1987), псевдоним — Фред Астер (Fred Astaire), американский актер, танцор, хореограф и певец, исполнил роль ученого-атомщи-



Фредерик Аустерлиц

ка Джулиана Осборна в кинофильме «На берегу», снимался также в фильме «Ад в поднебесье» (Харли Клейборн), «Человек в костюме Санта Клауса» (Санта Клаус), «История с привидениями» (Рики Хоторн), в сериале «Звездный крейсер „Галактика“» (Капитан Димитри).

Фред Астер, звезда Голливуда, один из величайших мастеров музыкального жанра в кино, который прожил 88 лет, и 76 из них посвятил театру

## Календарь фантастики

и кинематографу, известен прежде всего музыкальными комедиями. Внучкам Астера очень нравился сериал «Звездный крейсер „Галактика“», и для артиста написали специальную сцену в эпизоде «Человек с девятью жизнями», в котором он в последний раз танцевал на экране.

### 11 мая: «Я до неприличия люблю жизнь»

120 лет назад родился Сальвадор Дали (Salvador Dali, 1904–1989), испано-американский художник, автор многочисленных фантастических и фантазмагорических картин.



Сальвадор Дали

Сальвадор Доменек Фелип Жасинт Дали-и-Доменек, маркиз де Дали де Пуболь — один из самых известных и эксцентричных представителей сюрреализма. Несколько цитат из книг мастера:

*В наше время, когда повсеместно торжествует посредственность, всё значительное, всё настоящее должно плыть или в стороне или против течения.*

*— Почему у вас часы растекаются? — спрашивают меня. — Но суть не в том, что растекаются! Суть в том, что мои часы показывают точное время.*

*Меня завораживает всё непонятное. В частности, книги по ядерной физике — умопомрачительный текст!*

*Давным-давно я нарисовал молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты — и что же? На днях*

*четырем ученым мужам дали Нобелевскую премию за то, что они ухитрились описать эту самую молекулу. Добровольного идиотизма я не понимаю.*

### 14 мая: Любимый персонаж — Джа-Джа Бинкс

80 лет назад родился Джордж Лукас (George Lucas, р. 1944), американский режиссер, поставивший фильмы «Электронный лабиринт: ТНХ 1138: 4ЕВ», «ТНХ 1138», «Звездные войны».



Оноре Де Бальзак

*мгновения, когда владелец осознанно этого захочет? Чтобы Валентен расплачивался своей жизнью, зная, что он делает... Впрочем, это был бы совсем другой роман; жаль, что Оноре Бальзак не написал его. Но он написал „Шагреновую кожу“; спасибо ему за это».*

Владимир Борисов

Джордж Лукас с роботом С-3РО на съемках фильма «Звездные войны. Эпизод IV: Новая надежда»

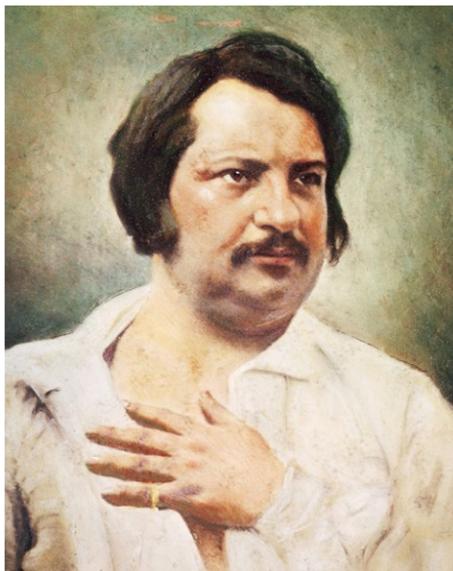
Кроме режиссерской работы Джордж Уолтон Лукас-младший активно занимался продюсерской работой, был сценаристом, монтажником, оператором; велик его вклад в создание серии фильмов об Индиане Джонсе. Продав свои компании Lucasfilm и The Graphics Group (получила позже название Pixar), Лукас стал одним из самых богатых режиссеров мира с капиталом в 5 млрд долл. Что тут скажешь? Молодец!

### 20 мая:

### Человеческая комедия

225 лет назад родился Оноре Де Бальзак (Honore De Balzac, 1799–1850), французский писатель, автор повестей «Шагреновая кожа», «Эликсир долголетия», «В поисках абсолюта», «Примиренный Мельмот», «Серафита».

Святослав Логинов на сайте «Лаборатория фантастики» так писал про «Шагреновую кожу»: *«Несомненно лучший роман Бальзака, во всяком случае, лучший из того, что я читал. С „Шагреновой кожей“ может сравниться разве что „Проклятое дитя“. Но как я шипел и ругался, когда пятьдесят лет назад впервые прочитал этот роман! Нет, он мне понравился, но ведь он мог быть лучшим не только в творчестве Бальзака, но и во всей литературе XIX века! Когда Валентен не формально, а собственной кожей ощутил, как сжимается шагрень, как она уплывает, превращаясь ни во что, он попытался ничего не желать, даже за морфий схватился, как за последнюю надежду. Но тут он был обречен, жить, не желая, невозможно, и кожа продолжала сжиматься вне зависимости от ее владельца. То есть Бальзак попросту убил своего героя. А если бы шагреновая кожа проявляла свои чудесные свойства только в те*



## Правительственное назначение

Уважаемая редакция!



Жаль, природа не побаловала москвичей на майские праздники хорошей и теплой погодой для столицы, несмотря на инаугурацию президента России и День Победы. Температура опускалась ниже нуля, шел снег, причем не только шел, но и лежал на улицах и площадях Москвы. Тем не менее даже не по сезону холодная погода не смогла испортить нам праздничного настроения и от самой впечатляющей процедуры инаугурации, и от военного парада, и от содержания очередного майского указа, и, конечно, от новых назначений, даже если они новые старые.

Согласитесь, приятно видеть, когда те самые люди, которые вели нас от победы к победе, получают возможность продолжить делать это. Конечно, случились и неожиданные назначения, вызвавшие определенные пересуды в обществе, например замена на посту министра обороны столь известной фигуры, как генерал армии Сергей Кужугетович Шойгу, на гражданского экономиста Андрея Белоусова. Имеющего хорошо если воинское звание капитана.

Смешки над «Шпаком» во главе военного ведомства я решительно осуждаю. И не только потому, что Сергей Кужугетович и сам был не то чтобы боевым офицером. Андрей Рэмович с отличием закончил экономический факультет своего родного университета, а затем работал в ведущих советских экономических институтах, то есть обладает как раз тем, что необходимо руководителю оборонного министерства: мощным аналитическим умом, оснащенным научным методом мышления.

Сами понимаете, войны сейчас совсем не те, что во времена викингских набегов, когда группа порядком нажравшихся головорезов внезапно напала на поселение, в котором тамшние головорезы были еще более пьяны, и учиняла там кровавую бойню. Соответственно, лидерам такой ватаги нужны были только сила, смелость, воинские навыки, умение много пить и, конечно, удача.

Нет! Сейчас война — это огромный индустриальный процесс уничтожения и разрушения, требующий точного расчета, стратегического и тактического планирования, высоких технологий, выверенной логистики и множества других вещей. Тут как раз и нужен мощный, хорошо устроенный ум.

Один мой коллега, услышав мои доводы, начал смеяться: ну тогда нужно было назначить министром обороны твоего любимого Ковальчука! Должен сказать, что на самом деле в этой мысли есть глубокий резон: столь великий междисциплинарный гений был бы, действительно, исключительно сильным главой военного ведомства. При всем уважении к Андрею Рэмовичу, вряд ли его можно поставить на одну доску с российским Леонардо.

Однако и тут есть на самом деле некоторые нюансы. Сколь бы велик ни был Михаил Валентинович, но он сосредоточен на важнейшем для нашей страны и человеческой цивилизации в целом направлении — формулировке и развитии новой парадигмы научно-технологического развития. Сколь бы ни были судьбоносны нынешние бои с коллективным Западом, но мы — как авангард человечества — обязаны не только заботиться о сохранении духовных ценностей христианской цивилизации, но и указать всему человечеству путь на новую ступень развития.

Поэтому нельзя отвлекать Михаила Валентиновича на менее важные цивилизационные задачи: его работа на будущее нашей цивилизации и без того автоматом вносит вклад и в развитие нашей страны. Кроме того, есть еще один момент: для победы нам крайне важна эффективная работа экономики и работающая как часы промышленность, которая удовлетворяет все нужды армии. Прямо скажем, Сергей Кужугетович разбирался в этом не очень. Да и наш научный махананогору сосредоточился сейчас все-таки на новой парадигме НБИКС-развития, оставив в стороне вопросы чисто экономического и промышленного развития. В то время как Андрей Рэмович давно и активно занимается этими вопросами. Поэтому, пожалуй, именно он сможет более эффективно наладить работу нашей промышленной машины на нужды фронта, а не Михаил Валентинович.

Последнему же на службу поставлен всё тот же министр, который верно служил ему на протяжении четырех прошедших лет. Так что, не сомневаюсь, наше правительство и дальше будет содействовать развитию науки и технологий, а не только создаст все условия для разгрома врага.

Ваш Иван Экономов



Александр Мещеряков. Фото И. Соловья

## Про счастье

Александр Мещеряков

Между прочим, многие люди не понимают своего счастья. А вот многие итальянцы понимают: живут и тем счастливы. Тутто бене? — Тутто бене!

Тонино Гуэрра сделал правильный выбор, когда решил родиться в Италии. Да не просто в Италии, а в Сантарканджело-ди-Романья. Эта чарующая фонетика ко многому обязывает. Тонино и вправду вырос блистательным сценаристом, поэтом, художником. А еще он был непревзойденным артистом, который всю жизнь играл только самого себя. Я успел посидеть в немецком концлагере, но так и остался человеком-праздником. Своим светом он делился щедро. При знакомстве и встрече Тонино первым делом спрашивал: «Ты счастливый?» На такой вопрос было стыдно ответить отрицательно даже отпетым ипихондрикам.

\*\*\*

Свежее море, свежая рыба и выдержанная горгонзола всем идут на пользу. Я долго наблюдал, как грациозно управляют местные мальчишки с футбольным мячом на центральной площади калабрийского городка Пиццо. На центральной площади крошечного городка установлен солидный памятник королю Умберто. Он улыбался в каменные усы и взирал на мальчишек сверху вниз с одобрением. Мальчишки крутились с мячом так, будто это не потная мужская работа, а балетная забава. Мы так не умеем — у нас от рождения отморожены руки и ноги. Мы по мячу лупим что есть мочи, а они его глядят — будто лучшего друга.

Но вот мяч полетел в мою сторону, и я, не помня себя и не давая ему опуститься на горячую брусчатку, одним касанием точно переправил его кудрявому пацану, похоже-

му на нашего Пушкина. Сидевший на постаменте памятника пузатый зевака не выдержал, зааплодировал и крикнул «Брависсимо!» Мне так никогда не кричали.

В минуты уныния кажется, что после счастливого детства вся остальная жизнь была деградацией. Но это не всегда так.

\*\*\*

На приеме в японском посольстве попросили произнести тост. В прошлые разы я говорил витиевато и блистал остроумием. Публика была довольна, но я знал, что переводчику приходилось туго — сам

в свое время попадал в такие переделки и ненавидел спикера. Но в тот день я еще не оправился после гриппа, живость ума еще не вернулась ко мне, и я произнес нечто вроде: да здравствует и пусть крепнет! Я остался недоволен собой. Однако после окончания мероприятия посольский работник с удовлетворением пробормотал под нос: «Всё прошло по плану». А переводчик крепко пожал мне руку: благодарил, что я обошелся без выкрутасов. Я грустно улыбнулся в ответ. Переводчик же улыбнулся с благодарностью. Это ли не счастье — доставить человеку нечаянную радость?

\*\*\*

Давным-давно я опубликовал развернутый комментарий на статью молодого американского япониста Росса Бендера. А потом он пропал с научного горизонта. Мы возобновили общение уже в эпоху Интернета. Оказалось, что он сорок лет с ненавистью занимался тупым администрированием — преподавательского места в университете для него не нашлось. И зачем, спраши-

Солнечный день в Пиццо Калабро (500px.com/p/piervix)

вается, его предки уехали из Одессы? Тем не менее, выйдя на пенсию, Росс сделался счастлив — вернулся к своей первой любви. Первую и последнюю любовь звали «Сёку нихонги» — «Продолжение „Анналов Японии“». Это историческая хроника, составленная в 797 году. За истекшие сорок лет жизни Бендера хроника ничуть не постарела и не утратила своей привлекательности. А Россу уже за семьдесят. В любом случае жить нужно долго. Слышишь меня, Росс?

\*\*\*

Ехал в такси на дачу. Шофер мне попался особенный. Назвался Петром. Улыбался во всю ширину своего простецкого тридцатилетнего лица. В отличие от других водил, замученных бесконечными передислокациями, он выглядел довольным жизнью и не жаловался на заработки. Сказал, что жалуются только лентяи, а он не таков. Между Красногорском и Новым Иерусалимом поведаль и о своей судьбоносной радости. «Понимаешь, я с детства под Истрой жил. Место хорошее, лес, грибы, птички поют, речка рядом. Жил в своем доме вместе с родителями жены — чудесные люди! Да и дом большой, со всеми удобствами, даже газ провел». — «Завидую! Я тоже в речке купаться люблю», — откликнулся я. «Да ты меня не понял! Птички-то поют, но я всегда мечтал жить рядом с зоопарком, чтобы каждый день на жирафа смотреть. А какие в Истре жирафы? Даже медведи не водятся. А до Москвы далековато, не ездишь. Только по выходным. Вот я и сменил дом на двухкомнатную квартиру рядом с зоопарком. Доплатил, конечно. В одной комнате мы с женой и сыном, а в другой родители. В тесноте, да не в обиде. Теща, правда, жалуется, да только у нее рак, ей немного осталось. Согласен? Каждый день жирафа посещаю, мне от него хорошо делается. Я в него с шестого класса влюбился, отец из тюрьмы вышел, в зоопарк свез, хотел меня побаловать. Потом

снова сел — сельпо грабанул, опохмелиться хотел. Смекаешь? А у жирафа одно сердце на двенадцать кило тянет, не говоря об остальной туше. Одно слово — *Giraffa camelopardalis!* Ты хоть по-латыни спицаешь? Нет? Я так и знал. А жирафа моего Самсоном звать. Ты хоть про Самсона слышал? Что, и Ветхий Завет тебе не в тему? И художника Рубенса картину не видел? Зря. Там этот Самсон совсем как живой нарисован — голыми руками пасть льву порвал. Наш был мужик, православный. А говоришь, что у тебя образование высшее. И чему, спрашивается, тебя в институте учили?! Самсон меня узнаёт, через загородку шею перевешивает, я его березовыми вениками кормлю — в бане покупаю, денег не жалко. Жираф большой — ему видней! Это Высоцкий сочинил, наш был мужик. Ты хоть Высоцкого уважаешь? А то смотри мне! Знаешь, какие у Самсона губы сочные и мягкие? Я своей Тамарке велел импортным филлером такие же надуть. Мне такие губки очень нравятся. Теперь понимаешь, почему я — счастливый человек?» — «Завидую!» — тупо повторил я. «Да я и сам себе завидую!»

Водителя так и распирало от полноты жизни. «Как к жирафу ходить стал, мне только хорошие клиенты попадают. Вежливые, не пьяные, не перебивают, матом не ругаются. Вот как ты, например. А один даже сдачу с пяти тысяч не захотел взять. Говорит: мне ваши земные деньги нахер не нужны! Так вот прямо и сказал. Наркоман, наверное. Вылез посреди дороги и поперся куда-то». — «Куда же?» — «Откуда мне знать? Человек непростой, одет прилично, А куда, по твоему, люди ночью ходят? Не домой же! Может, к девкам, а может, в казино.»

Вот бы и мне дожить до того времени, когда земные деньги не нужны станут! А зоопарк у меня тоже под боком. Кроме того, рядом с зоопарком зубная клиника, я там у Андрея Владимировича лечусь. После его процедур прямиком в зоопарк отправляюсь, чтобы не так больно было. Смекаете? Только я всё равно больше на пингинов любоваться люблю. Успокаивает, понимаешь. ♦

## ИНФОРМАЦИЯ

### Помощь газете «Троицкий вариант — Наука»

Дорогие читатели!

«Троицкий вариант» нуждается в вашей поддержке. Около года работа над изданием идет исключительно на волонтерских началах, но мы не намерены сдаваться.

Теперь есть удобный канал пожертвований через банковские карты:

[trv-science.ru/vmeste](http://trv-science.ru/vmeste)

Редакция



#### «Троицкий вариант»

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

Адрес редакции и издательства: 142191, г. Москва, г. Троицк., м-н «В», д. 52;  
 телефон: +7 910 432 3200 (с 10 до 18), e-mail: [info@trv-science.ru](mailto:info@trv-science.ru), интернет-сайт: [www.trv-science.ru](http://www.trv-science.ru).  
 Использование материалов газеты «Троицкий вариант» возможно только при указании ссылки на источник публикации.  
 Газета зарегистрирована 19.09.2008 в Московском территориальном управлении Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций ПИ № ФС77-33719.  
 © «Троицкий вариант»