



Солнечная вспышка, зафиксированная  
Обсерваторией солнечной динамики NASA  
30 апреля 2022 года

## АНОМАЛЬНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ: «ЧЕРНЫЕ ЛЕБЕДИ» ИЛИ «КОРОЛИ ДРАКОНОВ?»



Илья Уоскин (oulu.fi)

Илья Уоскин, профессор Университета города Оулу (Финляндия), вице-президент Международного астрономического союза, побеседовал с Борисом Штерном об аномальных вспышках на Солнце и других звездах. Видеозапись интервью: [youtu.be/-yiqJPVJoFY](https://youtu.be/-yiqJPVJoFY).

— Для начала расскажите нам в двух словах, пожалуйста, что такое солнечная вспышка и какова ее физика.

— Если совсем кратко, то вспышка на Солнце или на звездах — это энерговыделение взрывного типа, где магнитная энергия преобразуется в энергию других видов. Процесс проходит очень быстро. Его можно наблюдать как в видимом диапазоне, так и в других диапазонах электромагнитного спектра: это резкое увеличение светимости, которое потом медленно спадает. Физика процесса более-менее понятна: он связан с пересоединением магнитных линий и выделением магнитной энергии. Кроме вспышки, которую можно видеть в разных электромагнитных диапазонах, при таком взрывном выделении энергии происходит много других процессов, среди которых особенно интересно ускорение заряженных частиц. Оно происходит как через электрическое поле при присоединении магнитных линий, так и при распространении образовавшейся ударной волны через солнечную корону. Происходит ускорение частиц до достаточно высоких, практически релятивистских энергий — их можно наблюдать у Земли. Думаю, сейчас важно описать как саму вспышку, так и вызванное ей ускорение частиц с последующим распространением ударной волны — корональным выбросом массы.

— Откуда берется пересоединяющееся поле? Это всплывающие петли, появляющиеся из-за конвекции?

— Да, это тороидальное поле, образующееся в конвективной зоне в процессе звездного или солнечного динамо. Когда оно «всплывает» на поверхность, образуются сложные магнитные конфигурации, где поле может увеличить-

ся на несколько порядков, достигая нескольких килогаусс. Из-за сложной конфигурации в какой-то момент может возникнуть структура, в которой силовые линии столь сильного поля начинают пересоединяться, делая процесс лавинообразным: поэтому энерговыделение такое мощное и быстрое.

— Как определить мощность этих вспышек? В чем они измеряются?

— Измеряются обычно в энергии в каком-либо из электромагнитных диапазонов. Для солнечных вспышек наиболее типичным является мягкий рентген в диапазоне от 1 до 8 ангстрем, который измеряется геостационарными спутниками GOES, постоянно мониторящими Солнце, классифицируя вспышки по квазилогарифмической шкале в зависимости от уровня светимости (на орбите Земли, в единицах Вт/м<sup>2</sup>) в том или ином диапазоне. Когда дело касается звездных вспышек, то обычно говорят о болометрической энергии (в эргах) в видимом диапазоне. Для солнечных вспышек конверсия между болометрической энергией и светимостью в мягком рентгене не совсем однозначна, но эти величины коррелируют в довольно высокой степени.

— Как оценивается общее энерговыделение при вспышках?

— Для солнечных вспышек есть оценки, поскольку мы можем наблюдать их в разных диапазонах. В среднем, магнитная энергия, являющаяся основой этих вспышек, делится приблизительно пропорционально между энергичными частицами, свечением в разных электромагнитных диапазонах и кинетической энергией распространяющейся ударной волны или коронального выброса массы. Для звездных вспышек мы можем оценить только болометрическую энергию или светимость в разных диапазонах. Но, в принципе, теория для

солнечных вспышек проецируется и на звездные вспышки для звезд более-менее солнечного класса.

— Сколько выделяется энергии при сильной солнечной вспышке в единицах общего энерговыделения?

— Обычно энергия измеряется в эргах. Самая сильная солнечная вспышка — несколько единиц на 10<sup>32</sup> эрг болометрической энергии. Эта самая сильная вспышка из зарегистрированных напрямую, она произошла 4 ноября 2003 года. Британский астроном Ричард Кэррингтон в 1859 году зарегистрировал самую первую солнечную вспышку, впоследствии названную в его честь. К сожалению, Кэррингтон наблюдал свое открытие невооруженным глазом через проекцию, и энерговыделение вспышки осталось неизвестным. По оценкам, выброс энергии мог быть такой же, как при вспышке 2003 года, или даже больше.

— А Квебекское событие? Когда вырубил электросеть в Канаде...

— Это было в марте 1989 года. Вспышка сама по себе была не самой сильной, но последовал сильный корональный выброс массы, направившийся к Земле и вызвавший сильную геомагнитную бурю: в магнитосфере и ионосфере потекли сильные токи, что навело токи в наземных линиях, в том числе в линиях электропередач. Из-за этого начали выходить из строя трансформаторы, и электрическая система вырубилась веерно.

— Остались ли следы от доисторических солнечных вспышек?

Окончание см. на стр. 2



Борис Штерн

### В номере

#### Удар по астероиду

Алексей Кудря о миссии DART — стр. 3

#### Семьсот взлетов и посадок

Илья Мирмов о командировках из Троицка в Баксанскую нейтринную обсерваторию — стр. 4–5



«Параллельно пути черный спутник летит...»

Очерк Максима Борисова о начале космической эры — стр. 6–7

#### «Вкалывают роботы — счастлив человек»

Александр Речкин о человекоподобных устройствах времен Великой депрессии — стр. 8–9

#### Волшебное путешествие Нильса Бора на озеро Комо

Евгений Беркович о международной конференции 1927 года под патронажем дуче — стр. 10–11, 13

#### Опасные пристрастия

Наталья Ивлиева о нейрофизиологии аддикций — стр. 12–13



#### Встречи с птицами на Белом море

Заметка Павла Квартальнова — стр. 14

#### Голографическая Вселенная

Виталий Мацарский о жизни и открытиях Дэвида Бомы — стр. 15–16



Валерий Митько. Фото Андрея Чертова

2 октября на 82-м году жизни скончался Валерий Митько, президент Арктической академии наук, специалист по гидроакустике из Санкт-Петербурга. Об этом сообщила его защита. В феврале 2020 года ученого обвинили в госизмене.

С тех пор он находился под домашним арестом. По версии следствия Валерий Митько передал содержащие гостайну материалы спецслужбам Китая во время чтения лекций в Дальневосточном университете. Адвокаты ученого настаивали на том, что они были полностью основаны на открытых источниках.

3 октября шведский ученый Сванте Паабо был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине за изучение генома вымерших гомининов и исследование эволюции человека.



Сванте Паабо (npg.se)

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

— С одной стороны, напрямую о древних солнечных вспышках мы знать не можем. Однако во время вспышек и последующих корональных выбросов массы происходит ускорение энергетических частиц до высоких, практических релятивистских энергий. При этом потоки таких частиц около орбиты Земли в течение короткого времени могут увеличиваться на три-четыре порядка. Это увеличение настолько сильно, что общий средний поток энергетических частиц, скажем, за год будет существенно выше, чем в обычное время из-за галактических космических лучей. И вот это уже можно отслеживать в прошлом благодаря естественным архивам — так называемым космогенным радиоизотопам.

Высокоэнергетические частицы, попадая в атмосферу Земли, неизбежно вступают в ядерные столкновения с довольно толстым слоем вещества в атмосфере. В этих столкновениях могут происходить разные процессы, рождая разные вторичные частицы, включая такие редкие изотопы, как, например, радиоуглерод: радиоактивный изотоп углерода с массовым числом 14, время жизни которого составляет несколько тысяч лет. Обычный стабильный изотоп углерода —  $^{12}\text{C}$ . С точки зрения химии,  $^{14}\text{C}$  является таким же углеродом, как и  $^{12}\text{C}$ , поэтому он вступает в углеродный цикл: его могут поглощать любые живые организмы, строящие свое тело из углерода, не обращая внимания на изотоп. Поэтому если мы в какой-то момент измерим отношение  $^{14}\text{C}$  к  $^{12}\text{C}$ , скажем, в дереве, то сможем оценить, какое количество энергетических частиц попало в атмосферу Земли в этот период. Деревья для таких замеров хорошо подходят: просто отсчитывая кольца, мы можем заглянуть в прошлое и выяснить, какой уровень углерода был 350 или 730 лет назад. Это хорошо тем, что «архивация данных» ведется естественным, совершенно одинаковым образом за всё время: она не зависит от инструментов или наблюдателя, а измерения ведутся в современных лабораториях с постоянной точностью.

Другим полезным изотопом, позволяющим оценивать поток энергетических частиц на орбите Земли, является  $^{10}\text{Be}$ , у которого время жизни составляет около миллиона лет. Его уровень измеряют в ледяных кернах Антарктики или Гренландии: поскольку керны накапливаются в течение длительного времени, по замерам можно много сказать об эпохе, когда формировался лед.

В 2012 году в журнале *Nature* вышла работа японских коллег, обнаруживших необычное увеличение уровня радиоуглерода, соответствующее 775 году н. э.<sup>1</sup> Поначалу предположили, что причина тому — вспышка сверхновой, но это было быстро опровергнуто. Не выстояло и предположение о гамма-всплеске. Оказалось, что радиоуглерод резко возрос из-за потока заряженных частиц на орбите Земли, причем оно было настолько сильным, что не могло быть галактическими космическими лучами, даже если моментально выключить земное и солнечное магнитные поля. Так исследователи пришли к выводу, что уровень  $^{14}\text{C}$  возросли из-за солнечных энергетических частиц, и за этим последовало открытие экстремальных солнечных протонных событий (СПС). Сомнения насчет того, действительно ли это солнечное протонное событие, еще оставались. Теория подтвердилась только после того, как это же событие измерили в ледяных кернах и в других изотопах,  $^{10}\text{Be}$  и  $^{36}\text{Cl}$ , показав, что спектр заряженных частиц, поспособствовавший возрастанию, очень похож на спектр от солнечных вспышек. После публикации этой работы обнаружили события

такой же мощности, происходившие на протяжении последних 10 тыс. лет.<sup>2</sup> Событие 775 года практически на два порядка сильнее, чем самое мощное из протонных событий, зарегистрированных за последние десятилетия.

—  $10^{34}$  эрг/с?

— Пока об эргах в секунду мы говорить не можем, но можно говорить о мощности, или о потоке солнечных энергетических частиц. Если переводить это при помощи моделей в светимость, то да, получится где-то  $10^{34}$  эрг/с.

События в прошлом, которые мы можем оценить благодаря космогенным изотопам, в 30–100 раз сильнее в единицах потока энергетических частиц, чем любые вспышки, которые мы наблюдали за последние десятилетия. Однако метод космогенных изотопов не так точен, как прямые спутниковые измерения, поэтому получается инструментальный провал. Он заключается в том, что события, которые были в 20 раз слабее, восстанавливать при помощи космогенных изотопов невозможно в принципе. Это открывает возможности для спекуляций: являются ли экстремальные события в прошлом такими же, как и обычные наблюдаемые солнечные вспышки? Грубо говоря, представляют ли они собой дальний энергетический хвост распределения — с низкой вероятностью возникновения таких же вспышек, просто более мощных, или же это что-то совсем другое?

В современной научной литературе популярны дискуссии о том, являются ли экстремальные события в прошлом «черными лебедями» (black swans) или же они — «короли драконов» (dragon kings). «Черный лебедь» — событие, которого мы не ждем, исходя из общих соображений, но если оно случается, то мы можем его понять в пределах современного научного знания — *a posteriori*, задним числом, такое событие мы объяснить можем. «Короля драконов» же мы не ожидаем и не можем объяснить, если событие такого типа случается. Можно ли сказать, что экстремальные события — «черные лебеди»? На этот вопрос пока что нельзя дать однозначного ответа, исследуя одни лишь космогенные изотопы.

— Но ведь есть еще и статистика звездных вспышек, которую вел «Кеплер». В ней есть вспышки, достигающие энергии в  $10^{36}$  эрг. Это тоже «черные лебеди» или совсем другие события?

— Закономерный вопрос! Возьмем Солнце: с научной точки зрения, если мы хотим изучать его на очень большой шкале времени, мы можем вести изучения на шкале в 10 тыс. лет с использованием косвенных методов, или же можем посмотреть на большой ансамбль солнц, пусть даже и в течение короткого периода. Во втором случае нам на помощь приходят такие миссии, как «Кеплер», телескоп, наблюдавший большое количество звезд, из которых порядка 5 тыс. может быть отнесено к звездам солнечного типа, в течение четырех лет, что дает нам статистику, сопоставимую со статистикой для Солнца в течение 10 тыс. лет. В 2012 году группа японских ученых под руководством Хироюки Маэхары проанализировала данные «Кеплера» для солнцеподобных звезд и пришла к выводу, что на них могут возникать супервспышки мощностью до  $10^{36}$  эрг болометрической энергии<sup>3</sup>. Сразу же встал вопрос: а может ли Солнце похвастаться такими же вспышками? Последующие работы показали, что с классификацией солнцеподобных звезд не всё так просто. В частности, появлялись ста-

<sup>2</sup> См. также [trv-science.ru/2021/09/3-supervspysyki-za-10k-let/](http://trv-science.ru/2021/09/3-supervspysyki-za-10k-let/); [trv-science.ru/2020/11/silnye-solnechnye-i-katastroficheskie-zvezdnye-vspysyki/](http://trv-science.ru/2020/11/silnye-solnechnye-i-katastroficheskie-zvezdnye-vspysyki/); [trv-science.ru/2012/12/podvlastny-li-planetam-pyatna-na-solnce/](http://trv-science.ru/2012/12/podvlastny-li-planetam-pyatna-na-solnce/)

<sup>3</sup> Maehara H., Shibayama T., Notsu S. et al. Superflares on solar-type stars // *Nature* 485, 478–481 (2012). doi.org/10.1038/nature11063



ты с заголовками «Является ли Солнце солнцеподобной звездой?»<sup>4</sup>. На классификацию могут влиять очень много параметров: температура, возраст, металличность, собственный период вращения звезды — всё это оказывает влияние на магнитную активность. Последующие анализы показали, что на звездах, которые по основным параметрам очень близки к Солнцу, могут происходить экстремальные супервспышки с энергией  $10^{35}$  эрг. При любом раскладе получается, что частота таких событий в среднем в несколько раз больше, чем частота экстремальных солнечных протонных событий. Проблема вполне разрешимая — в частности, в связи с простым геометрическим фактом, что не любая вспышка на Солнце приводит к солнечному протонному событию на Земле. Очень важно расположение вспышки на солнечном диске относительно Земли. Если вспышка произойдет на восточном лимбе, то мы ее заметим, но вот на Земле энергетических частиц мы не будем наблюдать: они пройдут мимо планеты и как заряженные частицы распространятся вдоль силовых линий межпланетного магнитного поля, закрученного в парковскую спираль. В случае вспышки по центру солнечного диска обычно на Земле случается протонное событие, но с очень мягким спектром — низкоэнергетические частицы, не способные производить космогенные изотопы и способствовать ядерным реакциям в атмосфере. Если же вспышка случится на западном лимбе, то она будет хорошо связана с Землей силовыми линиями межпланетного магнитного поля. Для таких вспышек и корональных выбросов массы может ожидать хорошее солнечное протонное событие с достаточно жестким спектром. Да, в частоте супервспышек на солнцеподобных звездах и в экстремальных солнечных протонных событиях, случавшихся на Земле, есть нестыковки, но тем не менее этот аспект очень интересен; он требует объяснения, моделирования, развития физики. Он не является каким-то неразрешимым противоречием.

— Получается, солнечных вспышек меньше, чем экстремальных событий, зарегистрированных «Кеплером»?

— Супервспышки, согласно «Кеплеру», случаются в среднем в несколько раз чаще, чем экстремальные солнечные протонные события на Земле.

— Еще хочется уточнить: западный лимб Солнца — тот край, где поверхность приближается или удаляется от нас?

— Западный лимб — это тот, где поверхность отдаляется.

— На каких звездах супервспышки случаются чаще, чем на Солнце, если судить по статистике «Кеплера»?

— Есть звезды, которые за эти четыре года произвели несколько супервспышек. Конечно, есть подозрение, что это не ординарные вспышки, однако невозможно отвергнуть предположение, что супервспышки идут кластерами. Сейчас ведутся более подробные исследования. Тем более что по общему уровню переменчивости магнитной активности на солнцеподобных звездах есть несколько ветвей распределения, и пока непонятно, попадают ли все солнцеподобные звезды с супервспышками в ту же ветвь, что и Солнце. Там еще есть материал для изучения.

— А есть какие-то теоретические идеи?

— Четких идей нет. В 2018 году появилось несколько работ, которые показали: предельная мощность для солнечной вспышки — где-то  $10^{34}$  эрг. Больше Солнце просто не в силах произвести, если мы предполагаем обычный механизм — всплытие тороидального поля, создание очень сложной активной области на Солнце, которая в конце концов пересоединяется. На Солнце просто невозможно накопить большее количество магнитной энергии, что, в частности, связано с глубиной конвективной зоны и многими другими параметрами. Для тех звезд, которые наблюдал «Кеплер», мы не знаем таких деталей. Конечно, есть оценки для конвективной зоны, но, в принципе, нужно исследовать все эти звезды с помощью сейсмологических методов, определять глубину конвективной зоны, определять плотность... Пока этого не сделано.

— Теперь представим: на Солнце добыла  $10^{34}$  эрг. Что будет с цивилизацией?

— Сразу успокою: человечество не погибнет. Защита атмосферы и магнитосферы настолько хорошая, что мы выживем. Однако цивилизации придется тяжело. Даже событие мощностью  $10^{33}$  эрг имеет шанс моментально вывести из строя все спутники, находящиеся за пределами магнитосферы (то есть даже те спутники на низких орбитах, которые в этот момент будут находиться в полярных областях). Это будет означать потерю навигации и множества других серви-

сов, от которых мы сейчас зависим. Восстановление спутников может занять около десяти лет и будет стоить триллионы долларов.

— А энергосети?

— Это зависит от геомагнитной бури. В худшем сценарии энергосети довольно существенно выйдут из строя. На данный момент электрокомпаниям исходят из того, что такие события слишком маловероятны, чтобы закладывать их в запас прочности. Дешевле просто произвести новые трансформаторы, чем оснащать все действующие трансформаторы дополнительной защитой.

— Я неспроста спрашиваю. Я написал роман «Феникс сапиенс», где пытаюсь разобраться, что произойдет после такой вспышки. Начнутся нарастающие проблемы, связанные с обрушением энергосетей. Связь не работает, GPS не работает... Цивилизация начинает коллапсировать и проваливаться в неолит...

— Предсказать такие события заранее невозможно. Можно сделать точный прогноз на несколько часов и приблизительный — на несколько суток, но не дальше. Более того, как показывает анализ экстремальных протонных событий по данным космогенных изотопов, они все возникали, когда уровень солнечной активности был не очень высоким. Поэтому предвидеть такое событие невозможно.

— Понятно. А что страшнее: гигантский астероид или мощная солнечная вспышка?

— Мощная солнечная вспышка нас, по крайней мере, не убьет...

— Зато столкновение с астероидом можно рассчитать заранее...

— Да.

— Разумна ли эта политика: «готовиться к вспышке мощностью  $10^{34}$  эрг слишком дорого, поэтому не будем этого делать»?

— Сказать сложно, потому что всё это бизнес. Но прогресс есть. До последнего десятилетия считалось, что готовиться к событиям с вероятностью меньше, чем один раз в сто лет, вообще не стоит. Сейчас эта шкала для особо чувствительных и особо важных инфраструктур повышена до события, которое произойдет с вероятностью раз в тысячу лет.

— Хорошо. Я свое любопытство удовлетворил. Может быть, вам есть что добавить?

— Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что изучение космического климата отличается от изучения космической погоды. Сейчас начинает появляться понимание, что изучение событий косвенными методами может быть столь же важным, как и прямое измерение приборами. Копание в старых обрубках деревьев может дать очень важную информацию для нашей высокотехнологичной цивилизации.

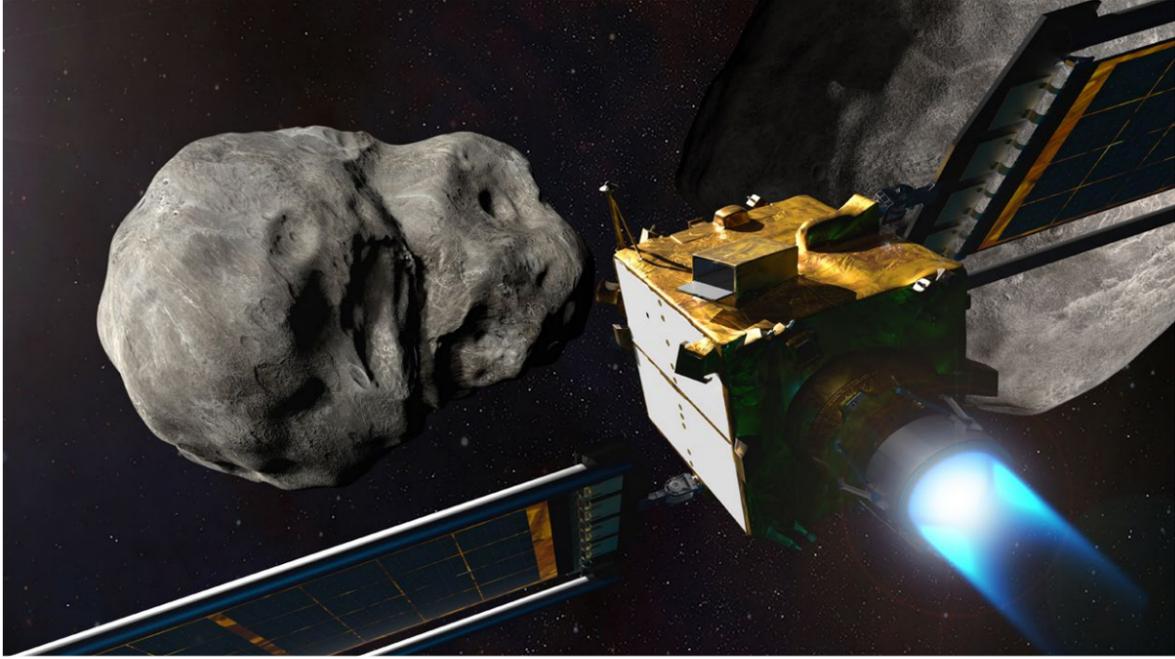
— До каких сроков дотягивает этот радиоуглеродный метод для солнечных вспышек?

— Теоретически — пара десятков тысяч лет, потому что время жизни изотопа — семь тысяч лет. Проблема заключается в климате. За последние 10–12 тыс. лет (время голоцена) климат оставался довольно теплым и стабильным. Когда мы, двигаясь назад во времени, переходим в ледниковый период, моделирование становится очень неточным. Грубо говоря, если мы зафиксировали выброс бериллия в течение одного-двух лет в полярном льду, мы не знаем, действительно ли было произведено больше бериллия или что-то произошло с переносом бериллия в атмосферу и его осаждением в полярном льду. Это является основным ограничением на применение метода космогенных изотопов. Но работы ведутся, и есть надежда, что мы сможем продвинуться в прошлое гораздо дальше.

— Огромное спасибо! Очень интересно и животрепещуще. ♦

<sup>1</sup> Miyake F., Nagaya K., Masuda K. & Nakamura T. A signature of cosmic-ray increase in AD 774–775 from tree rings in Japan. // *Nature* 486, 240–242 (2012). doi.org/10.1038/nature11123

<sup>4</sup> Reinhold T. et al. The Sun is less active than other solar-like stars // *Science* 368, 518–521 (2020). science.org/doi/10.1126/science.aay3821



## Дартс в открытом космосе

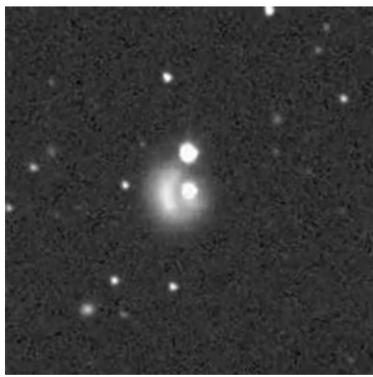
Алексей Кудря

**К**ак уже всем известно, во вторник, 27 сентября, аппарат DART столкнулся с астероидом Диморф, спутником другого астероида Дидим.

Конечно, официально эта миссия началась в прошлом году 24 ноября, но если смотреть несколько шире, то всё началось немного раньше, примерно 5 млрд лет тому назад, когда в глубине газопылевого облака начала формироваться протозвезда, известная сейчас как Солнце. Вокруг него, зародившись из планетезималей, начала свой путь наша Земля. Все эти долгие годы наша планета подвергалась нещадной бомбардировке всевозможными объектами из космического пространства. Вплоть до, как считается, столкновения с объектом размером с Марс, что привело к образованию Луны.

Со временем частота падения и крупность снижалась, но это не особо помогло динозаврам, когда примерно 65 млн лет назад крупный астероид врезался в земную поверхность. Он не был единственной причиной, по которой вымерли крупные динозавры, но стал одним из факторов, приведших к их гибели. К счастью, не всех. Некоторые виды выжили и даже сохранились до наших дней и обеспечивают наш утренний омлет.

Также, к счастью, падение в те далекие годы крупного, и, возможно, не единственного астероида привело к тому, что сейчас начал процветать класс млекопитающих. Как говорится, не было бы счастья, да несчастье помогло. И так получилось, что один из видов эволюционно приобрел разумность, назвал себя человеком и начал более осознанно воспринимать окружающую действительность. Для лучшего восприятия появились даже специальные люди, которые, назвав себя учеными, принялись тыкать палочками в эту действительность. А так как изначально понимания было не много, то не сразу разобрались с некоторыми событиями. В то, что из космоса могут падать камни, изначально не верили. Так, например, Парижская академия наук отказывалась принимать и рассматривать сообщения о падениях камней с неба. Ученым того времени более логичной казалась версия о грозовых камнях. Якобы хондриты



Момент удара, зарегистрированный системой ATLAS

появляются из-за молнии. Но позже все-таки пришлось признать, что из космоса на Землю постоянно падают камни. Причем разной крупности.

И когда пришло понимание того, что однажды на Землю может упасть такой камешек, что сможет вызвать катастрофу планетарного масштаба, то ученых стала очень сильно волновать тема астероидно-кометной опасности (АКО), а Голливуд начал снимать кино. Кстати, киношникам большое спасибо: они очень много сделали для популяризации темы АКО.

Ну и началась работа — Американский институт аэронавтики и космонавтики опубликовал в 1990 году меморандум, призывающий к изучению астероидной опасности и способов предотвращения столкновений. В июне 1991 года в США было проведено Международное совещание «The Near-Earth Object Detection Workshop» («Рабочее совещание по проблеме обнаружения объектов, сближающихся с Землей»).

В 1994 году NASA получило новую директиву Конгресса США по осуществлению возможно более полной каталогизации опасных астероидов и комет размерами свыше 1 км. Проект наблюдения «Космическая стража» (Spaceguard Survey) под эгидой NASA стартовал в 1998 году. На его реализацию было выделено более 50 млн долл.

В августе 1991 года XXI Генеральная ассамблея Международного астрономического союза (МАС), проходившая в Буэнос-Айресе, приняла специальную резолюцию в поддержку

исследования астероидной опасности и организовала рабочую группу по объектам, сближающимся с Землей, из представителей ряда комиссий МАС. В резолюции Генеральной ассамблеи МАС содержится призыв к астрономам принять участие в изучении потенциальной угрозы от сближающихся с Землей астероидов и комет, а к странам-членам МАС — кооперировать имеющиеся инструменты и материальные ресурсы для открытия новых и слежения за известными астероидами, сближающимися с Землей.

В последние годы осознание этой угрозы привлекало к ней всё больше внимания научных, общественных и правительственных кругов многих государств мира. Наряду с проведением специальных научных конференций, проблемы АКО рассматривались и на уровне ООН.

Интерес к тематике астероидно-кометной опасности подстегнул Челябинский метеорит, наглядно продемонстрировавший опасность падения достаточно крупного небесного тела в местах с высокой плотностью населения. И это уже был не голливудский блокбастер.

В итоге во многих странах были приняты меры к рассмотрению проблемы АКО и поиску и разработке идей по предотвращению столкновений с метеоритами и астероидами. Одной из идей стала разработка технологии «кинетического удара» или «кинетического импактора» — смещения астероида с орбиты за счет удара специально направленного космического аппарата.

Так родилась программа AIDA — международное сотрудничество NASA и ESA, которое получило название «Оценка удара и отклонения астероидов» (Asteroid Impact & Deflection Assessment). А в рамках этой программы уже родился проект DART.

Что такое DART? Первый в истории проект по изменению траектории астероидов и их перенаправлению, предполагающий запуск беспилотного управляемого космического аппарата к двойному околоземному астероиду Дидим и столкновение с его спутником Диморфом. Разработка Лаборатории прикладной физики Университета Джонса Хопкинса и нескольких центров NASA. Про-

грамма осуществляется для оценки проекта по защите Земли от планетарных ударов.

Аппарат весом в 550 кг был запущен с помощью ракеты-носителя Falcon 9 с космодрома Ванденберг (штат Калифорния) в ночь на 24 ноября 2021 года. Столкновение с астероидом Диморф произошло в 02:15 27 сентября по московскому времени.

Первоначально ESA и NASA имели независимые планы миссии по тестированию стратегии отклонения астероидов, но уже к 2015 году они начали сотрудничество в рамках программы AIDA с участием двух от-

Аппарат Hera планируется запустить при помощи ракеты-носителя Ariane 6 с космодрома Куру во Французской Гвиане.

Цели HERA следующие:

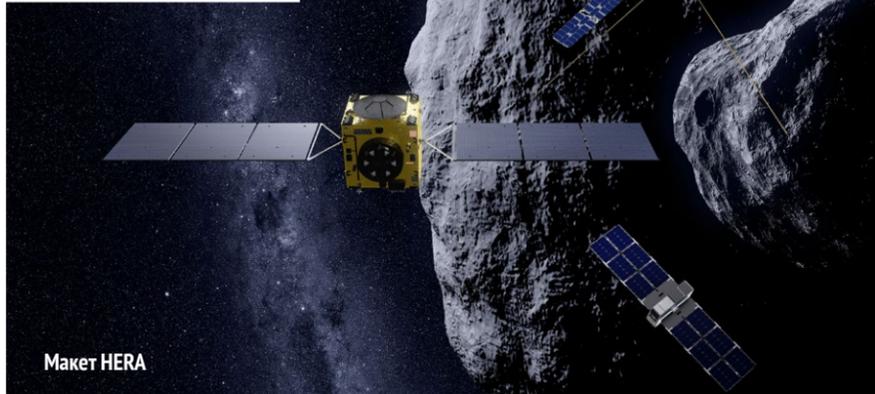
1. Измерить массу Диморфа, чтобы полностью определить эффективность передачи импульса от удара DART.

2. Подробно изучить кратер, образовавшийся от столкновения с DART, чтобы лучше понять процесс образования кратера и механизмы, с помощью которых образование кратера влияет на эффективность передачи импульса.

3. Пронаблюдать тонкие динамические эффекты (например, либрацию, вызванную ударом, орбитальное и спиновое вращение и его изменения), которые трудно обнаружить удаленным наблюдателям.

4. Охарактеризовать поверхность и внутреннюю часть Диморфа, которые сильно влияют на реакцию на удар, чтобы можно было масштабировать эффективность передачи импульса различным астероидам, а также выполнить ряд многочисленных других исследовательских работ, связанных с изучением астероидов.

Так что первый акт под названием «Вдарим Дартом по скале» окончен. Сейчас небольшой антракт и ждем звонка, приглашающего ко второму акту «HERA, посмотри, что мы там нацудили». Интереснейшая и увлекательная космодрама «Люди vs Астероиды» еще не окончена. ♦



Макет HERA

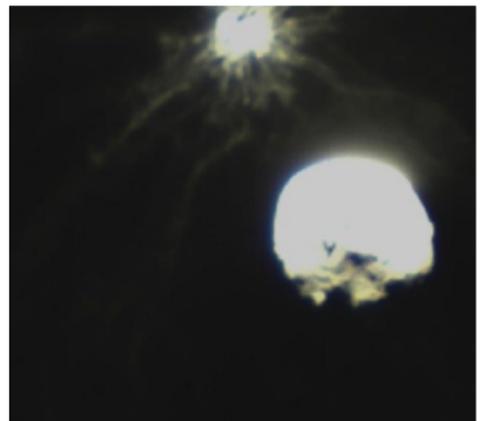
дельных запусков космических аппаратов, которые должны были работать совместно. Согласно этому предложению, европейский космический аппарат AIM должен был быть запущен в декабре 2020 года, а DART — в июле 2021 года. AIM должен был выйти на орбиту вокруг более крупного астероида, чтобы изучить его состав и состав его спутника. Затем DART должен был столкнуться со спутником астероида в октябре 2022 года во время сближения с Землей.

Но миссия AIM была отменена, и вместо нее вместе с миссией DART был отправлен миниатюрный итальянский кубсат LICIAcube, первый чисто итальянский космический аппарат в дальнем космосе.

В итоге всё прекрасно получилось — аппарат успешно поразил цель. Весь мир наблюдал за этим благодаря организованной NASA трансляции. За столкновением следили как профессионалы (например, система ATLAS и телескоп «Джеймс Уэбб»), так и астрономы-любители, наводнившие своими снимками социальные сети.

Так что ж в итоге? Пока ничего, кроме самого факта столкновения. Моделирование столкновения давало расчетное снижение скорости астероида на 0,4 мм/с, что должно привести к уменьшению орбитального обращения примерно на 10 минут. Более подробно о результатах станет известно после того, как к астероиду будут запущены вторая очередь исследовательских аппаратов.

В конце 2024 года, предположительно в октябре, состоится запуск аппарата HERA с кубсатами на борту. С помощью этих небольших космических аппаратов будут собраны данные об астероиде и результатах столкновения зонда DART с его спутником.



Фотографии с кубсата LICIAcube

Credit: ASI/NASA



Одно из 700 благополучных приземлений

## Байки авиапассажира

Илья Мирмов

Люди — не птицы, но летают часто. В основном на самолетах, и большая часть в качестве пассажиров. Лично я летал много, хотя, конечно в десятки раз реже рекордсменов, к которым я не причисляю людей, для которых полет — профессия. Речь идет исключительно об авиапассажирах. По несколько приблизительным прикидкам я поднимался в воздух внутри воздушного судна около 700 раз. Спускался на землю, слава богу, ровно в стольких же случаях. Как известно, это удается не всем.

С научной точки зрения статистика достаточная. Но как раз таки среднестатистический полет хоть и крайне желанен (чем меньше приключений, тем лучше!), но чрезвычайно скучен. Поэтому запоминаются только явные отклонения от нормы — как в лучшую, так и в худшую сторону. Зато о них можно (а иногда и нужно — как говорится, в назидание) поведать читателям.

### Зачем и куда летать

Мои полеты в подавляющем своем большинстве связаны с профессиональной деятельностью. А именно — с командировками. Будучи научным сотрудником Института ядерных исследований РАН, я, как и многие коллеги, отправлялся в разные стороны света по разным научным делам. В нашей области деятельности этих дел на самом деле не так уж и много. По сути, всего три: выездной эксперимент, сотрудничество с коллегами в других организациях, участие в научной конференции. В моем конкретном случае явным лидером в причинах командировок был выездной эксперимент.

Практическая нейтринная астрофизика, которой занимается наше подразделение в ИЯИ РАН, требует особых условий. Изучение различных видов космических излучений требует расположения экспериментальных установок глубоко под землей. Земная твердь в данном случае служит прекрасным экраном и/или фильтром, отсекая фоновые процессы. Поэтому специально для подобных задач в 1960-е годы в Баксанском ущелье, что на территории республики Кабардино-Балкария, была создана Баксанская нейтринная обсерватория (БНО), ставшая подразделением ИЯИ АН СССР. Это большой и многофункциональный комплекс для астрофизических исследований, даже в настоящее время вызывающий добрую зависть у иностранных коллег. Практически все остальные подобные комплексы в мире (США, Канада, Япония, Италия) совмещены с промышленными и технологическими выработками. БНО была сооружена исключительно для нужд науки.

На базе БНО в Баксанском ущелье возник и поселок с говорящим названием Нейтрино. Там жили и живут многие сотрудники обсерватории, но практически всегда и все научные эксперименты, проводимые в БНО, не обходились без участия коллег из московских подразделений ИЯИ. Я ездил на БНО с февраля 1987 года. Парадокс в том, что впервые я туда попал не на самолете и даже не на поезде, а почти двое суток трясясь по федеральной трассе «Дон» в кабине грузового КамАЗа. Юный стажер-исследователь был сопровождающим первой партии сверхчистого галлия — мишени для солнечных нейтрино в галлий-германиевом нейтринном телескопе. Но это совсем другая история, а сейчас речь о самолетах...

### Безальтернативный вариант

Надо признать, что современные самолеты — вполне комфортабельный вид транспорта. Даже несмотря на долгую из-за пробок и/или расстояний дорогу в аэропорт, на муторную многоступенчатую процедуру подготовки к полету, на драконовские меры безопасности, доставляющие основные неприятности обычным законопослушным пассажирам, на убогую кормежку (а сейчас на непродолжительных полетах и вовсе сактированную из-за экономии) и запрет пить/курить во время полета. Всё равно, если расстояние из пункта А в пункт Б превышает 2000 км, самолету нет разумной альтернативы — по времени, да и по удобству тоже. Лучше всего лететь часа три-четыре, тогда и относительное время самого полета невелико, и аппарат подает просторный и комфортабельный, и процесс не успеет надоесть. Вот когда

ешь, что никак не отвертеться, то расслабься и получи удовольствие. Это когда есть выбор: лететь ли в Питер днем на самолете или поспать ночку в купе скорого поезда, тогда да, будешь париться, прикидывать, как оно лучше... Впрочем, парятся как раз те, кто летает редко: мучаются в ожидании, мандражируют, норовят отвертеться всеми силами. А люди бывалые — привыкают. И именно стараются обеспечить в полете максимальный комфорт и привычный стиль жизни.

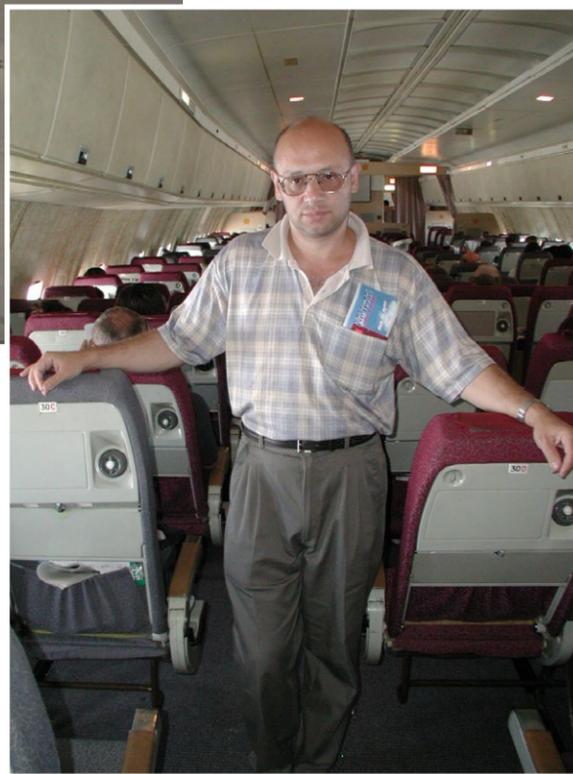
### Который раз лечу «Москва — Минводы»

Если летаешь много, то не обязательно в разные стороны. Персонально мои полеты имели ярко выражен-

ность добираться в одиночку. В конце 1980-х в Минводы из Москвы летали три рейса в день, и все как один выполнялись на самом большом отечественном самолете Ил-86. Его стандартная загрузка (350 пассажиров) выполнялась неукоснительно — свободные места в те годы в авиатранспорте были понятием теоретическим. Билеты приходилось брать минимум за две недели. Для этого надо было ехать в Москву, в трансгентство на Ленинском проспекте, и отстаивать изрядную и беспокойную очередь. То есть квест начинался задолго до самого полета.

Помимо прочего постоянные полеты способствовали, например, тому, что мы неплохо запоминали фамилии командиров воздушных фрегатов. Все как один они были капитанами 1-го класса и, без сомнения, мастерами своего дела. На Ил-86 летали всегда лучшие. Лучших было много — не один десяток. За давностью лет, конечно, всех не упомянешь, но целая группа летчиков с истинно небесными фамилиями в память впечаталась навечно. Нас поднимали в небо Орлов, Соколов, Воробьев, Соловьев, Воронов и примкнувший к ним безымянный Птицын. Самолеты, ведомые такими капитанами, просто обязаны были благополучно долетать до места назначения. Запомнился также капитан Тимофеев, правда, исключительно как однофамилец одного из наших сослуживцев. Ну и, естественно, благоволили мы экипажам под водительством капитана Троицкого, в честь которого, как утверждалось, назван город Троицк, в котором и находятся основные научные подразделения ИЯИ РАН.

Все эти достойные пилоты были приписаны к аэропорту Внуково, который и организовывал рейсы в Минводы на безальтернативной основе. С тех пор много воды утекло. Из одного кусочка некогда единого и могучего советского «Аэрофлота» произросла местная авиакомпания «Внуковские авиалинии». Эта дочка, следует признать, уродилась неказистой ленивой вуньей. Хорошо хоть посуду в доме практически не била. Но зато почти сразу новорожденная авиакомпания стала безбожно игнорировать расписание (сутки в аэропорту в какой-то момент стали вещь привычной, хотя каждый раз с трудом переживаемой). Тогда же гражданам командированным должным образом удалось заценить удивительные порядки, творящиеся в авиационной сфере услуг. Самой распространенной формулировкой причины задержки рейса



Автор в салоне Ил-86

лететь больше десяти часов — тогда, конечно, тоскливо, но тут уж точно вообще никаких других вариантов. Сиди и терпи.

Впрочем, люди ко всему привыкают. Спортсмены, политики, бизнесмены, ученые, которым приходится часто путешествовать по долгу службы, вполне приспособляются жить в воздухе. Здесь ситуация примерно такая же, как с угрозой неизбежного изнашивания — если понима-

ный крен в одну сторону. Основной маршрут: «Москва — Минеральные Воды» и обратно. Час пятьдесят чистого лету, если без приключений. В 1980–1990-е годы мы, сотрудники ИЯИ РАН, путешествовали большой компанией, вплоть до десяти человек. Потом российская наука, как и вся экономика, научилась быть экономной, и нередко в нашу лабораторию в БНО (к слову, всего в 30 км от знаменитого Эльбруса), мне приходи-



Дорога в Баксанском ущелье

► была «ввиду отсутствия самолета». Как вариант — «ввиду позднего прибытия самолета в аэропорт отправления». «Немножко поломался», как говаривал про авиалайнер незабвенный Николай Иванович, полномочный представитель авиакомпании «Внуковские авиалинии» в аэропорту «Минеральные Воды».

Вполне допускаю, что это не внуковское ноу-хау, но в те «лихие девяностые», если вдруг у компании находился-таки исправный аппарат, то практиковались рейсы, совмещенные во времени и пространстве. Это когда по разным причинам (нежелание народа летать вследствие резко взвинчивания цен, стремительное ветшание авиапарка, общий бардак в стране) то не хватало пассажиров для самолета, а полупустые гиганты гонять еще не привыкли, то самолетов для пассажиров. Вот и спаривали рейс утренний, восьмичасовой, с вечерним, который

Аэропорт Минеральные Воды и окрестности, начало 2000-х

но-Балкарии. Куда более приятен полет в Нальчик (и из него же обратно). Ведь это 110 км против 180 км до Минвод — разница чувствительная. Да автотрасса на земле, прямо скажем, не способна доставить удовольствия, зато силы и нервы мотала будь здоров. Причем у нашей лаборатории еще в конце 1990-х появилась своя машина. Из аэропорта и обратно мы ехали с невероятным комфортом, недоступным местному общественному транспорту.



КАВКАЗСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

должен был стартовать где-нибудь полшестого пополудни. Пассажиры двух рейсов, смотревших зверьми на непрошенных соседей (особенно злобствовала партия прокукувавших день в аэропорту!), рассаживали по «свободным» местам. Так что посадка порой напоминала битву в общих вагонах времен гражданской войны. Немногим более интеллигентно вели себя пассажиры, неожиданно встретившиеся в одном самолете, летевшем по затейливому маршруту «Москва — Сочи — Сухуми — Минводы» и обратно со всеми остановками. Каждая лишняя посадка всё больше напрягала клиентуру, особенно следовавшую в конечную точку «круиза». Не столько из-за существенного увеличения риска воздушного ЧП, сколько из-за длительности растягивавшегося на весь день путешествия. Собирались воспользоваться воздушным флотом, а попали в авиакавказское маршрутное такси!

Разумеется, с таким передовым подходом к делу «Внуковские авиалинии» вскоре почил в бозе, и, что характерно, во Внуково нынче базируется множество авиаперевозчиков, но нет ни одного, носящего гордое имя аэропорта. Зато какое-то время перед самой кончиной попавшие дома в опалу и дышавшие на ладан «внуковчане» квартировали в аэропорту Домодедово.

В течение длительного времени самым надежным перевозчиком на минводском была авиакомпания «Кавказские Минеральные Воды» — задержек, неувязок с самолетами и пассажирами практически не случалось. Правда, КМВ использовала почти исключительно Ту-154, едва ли не самый неудобный и тесный для пассажиров самолет в мире. К тому же большинство рейсов предусматривали 1-й класс, которым пользовались пять-шесть человек от силы, вольготно располагаясь в и без того не тесном салоне. А в какой-то момент даже опять стали возникать проблемы с билетами!

Но и компания КМВ оказалась не вечной. После нескольких резонансных летних происшествий с самолетами небольших авиаперевозчиков в начале 2010-х власти, наконец, сподобились на укрупнение компаний. Увы, но первыми в жернова попали именно вполне приличные конторы вроде «Кавминводы-авиа» — чего бы, спрашивается, не укрупниться за счет прибыльной фирмы с грамотным менеджментом? Это же не захолустных голодранцев присоединять, у которых из активов авиапарк 40-летней выдержки да долги перед персоналом.

Постепенно на трассе «Москва — Минводы» установился настоящий демократический плюрализм. Это в советское время по маршруту летал только безальтернативный «Аэрофлот» и только из Внуково. Нынче маршрут обслуживает с десяток компаний из всей России. К примеру, «Якутия» (знаете, это рядом, чего ж по ходу на Кавказ не заскочить?). Ну и в столице задействованы все три аэропорта — для полета можно выбрать тот, что поближе к дому. Мои предпочтения связаны исключительно с Внуково — полчаса на машине из Троицка. Хотя по разным причинам доводилось и улетать, и возвращаться, используя Домодедово и Шереметьево.

Единственный (и, увы, необоримый!) минус полета в Минводы — расстояние от аэропорта до конечной точки маршрута в горах Кабарди-

### Турбулентность

Как известно, не стоит упоминать все ни бога, ни черта. Но мы чужды верам и суевериям, а чему быть, тому не миновать. Стало быть, кому суждено быть повешенным, не утонет. Не умолчим и о самой неприятной стороне полета — возможности не долететь до места назначения. Совсем не думать об этом не получится, как о той самой белой обезьяне, хотя давно доказано, что авиатранспорт — самый безопасный по всем показателям. Не чета тем же автомобилям. Но... Я знаком всего с одним человеком, пережившим авиакатастрофу. Знакомых же, побывавших в автоавариях, даже с человеческими жертвами, у меня больше раз в десять. Я имею в виду, конечно, тех, кто сам остался жив.

Подобный дисбаланс связан не только с тем, что автомобильные инциденты случаются гораздо чаще. Просто, сами понимаете, выжить

Молодые ученые в аэропорту Минеральные Воды, конец 1980-х

в суровой наземной аварии все-таки полегче. Чудеса при воздушных происшествиях, конечно, тоже случаются, но именно чудеса. Которые по определению на поток не поставишь. Так что всячески поддержим любимый (по слухам) тост авиаторов — «За то, чтобы количество взлетов равнялось количеству посадок!»

А со мной таки приключился один... скажем так, малоприятный эпизод. Произошел он в процессе абсолютного традиционного маршрута «Минводы — Москва». Довольно давно. Точно не помню, когда, но в начале 1990-х годов. Рейс выполнял самолет Ил-86. Аэробус на 350 мест, в те времена стабильно заполненный под завязку. Кто летал на самолетах размером с Ил-86 и более, тот представляет, какая это махина. Не только снаружи, но и внутри. Например, от пола пассажирского салона, на котором стоят кресла, до потолка го-о-о-раздо дальше, чем в самой просторной квартире. Был самый экватор рейса — уже закончилась кормежка (да-да, тогда еще кормили даже во время двухчасовых полетов!), но до начала снижения еще далеко. Как раз то время, когда удобно прогуляться до уборной и обратно, размять кости и совместить полезное с приятным. Я уже возвращался обратно в середину своего второго салона, до моего ряда оставалась пара шагов, как вдруг...

На меня обрушился целый комплекс ощущений, который сразу не осознаешь, не поймешь, с чем всё происходящее связано, и уж тем более сходу не оценишь вероятных последствий. Во-первых, в животе образовалась не слишком приятная пустота. Во-вторых, как-то неожиданно я обнаружил, что до высокого потолка салона буквально рукой подать — в прямом смысле этого слова. Я почти уперся головой в этот самый потолок. Соответственно, между полом и моими ногами образовалась пропасть метра

полтора. При этом я как бы продолжал идти и, наверное, со стороны был похож на прыгуна в длину, который в прыжке-полете продолжает перебирать ногами для обеспечения максимальной дальности.

Далее я точно помню, что судорожно пытался сохранить равновесие по вертикали и для этого также судорожно тщился ухватиться за спинки кресел. Но я их не доставал! Даже согнувшись. Я успел живо себе представить, что сейчас шмякнусь обратно на пол, да так, что мало не покажется. Но здесь-то как раз все более-менее обошлось: самолет несколько замедлил свое падение (к счастью, соблюдалась его горизонтальная ориентация в пространстве) — и я относительно плавно вернулся на исходные позиции, которые оказались в непосредственной близости к моему родному креслу. И это тоже мне повезло, потому что вслед за провалом по высоте громадный лайнер начало немилосердно свирять во всех координатах.

Такой тряски в самолете я ни до, ни после никогда не испытывал. И особенно остро она переживалась именно из-за внушительных размеров лайнера. Сразу стало ясно, что даже самые мощные и крупные изделия рук человеческих — ничто по сравнению с силой Природы. Ну и в голову, разумеется, полезли наименее приятнейшие мысли — такая жуткая болтанка могла кончиться весьма плачевно, если сама по себе уже не была вызвана внутренними проблемами самолета. Тут же загорелась надпись «пристегнуть ремни» и включилась трансляция. Лично я напрягся — услышать от представителей экипажа можно было всё что угодно, вплоть до... Но капитан корабля (в те времена на внутренних рейсах — это был явный признак форс-мажора, с пассажирами общались почти исключительно стюардессы) вполне спокойным тоном сообщил, что мы попали в довольно сильную турбулентность, немного нас поболтает (он явно имел в виду «немного» по времени, но никак не по амплитуде!) — и всё будет в порядке, надо только занять свои места, обязательно пристегнуться и не разводить панику.

Занять свои места и пристегнуться — совет хороший, поскольку не то что стоять было невозможно, но и даже сидеть-то с трудом! Швыряло нас так, что не пристегнутых могло выкинуть из кресла. Приключение продолжалось минут пять-шесть, которые показались вечностью. Но надо сказать, что особой паники не наблюдалось, хотя взвизги и утробные вздохи как начались с первым же провалом в воздушную яму, так и не умолкали в течение всей турбулентности. Не обошлось и без травм, к счастью, легких. В основном пострадали те, кто оказался в проходах, в туалетах и около — держаться там почти не за что, до своих мест бежать далеко, да и практически невозможно. Остаток горизонтального полета стюардессы с привлечением пары пассажиров-специалистов оказывали помощь пострадавшим.

С тех пор я с уважением отношусь к рекомендациям экипажа без лишней нужды не отстегивать привязные ремни. А вообще-то трассы, пролегающие в европейской части нашей страны по долготе (т. е. с севера на юг и обратно), весьма спокойны, и турбулентность на них встречается крайне редко. К примеру, в той же Турции зимой подобные инциденты весьма регулярны — об этом не понаслышке знают спортсмены-игроки, не раз попадавшие и в более крутые переплеты. Так же беспокойно бывает и в ряде областей США, но здесь достоверные истории из первых рук мне неизвестны — только те случаи, о которых писали СМИ... ♦



Баксанская нейтринная обсерватория — конечный пункт не менее чем 8-часового путешествия из Троицка

«Простейший»

ПС-1 (Простейший Спутник номер 1) — именно такое неброское название получил корольский «первенец», не приобретающий никакого иного, — он создавался в необычайной спешке, буквально «на коленке», и носил скорее не научное, а символическое значение. Изготавливали его едва ли не исподтишка — под личную ответственность самого Сергея Королёва и в его мастерских. «Нетипичная» форма спутника была придумана тем же Королёвым, вознамерившимся ни много ни мало как создать символ эпохи (что ему вполне удалось).

Это был тщательно отполированный (чтобы лучше отражать солнечные лучи и не перегреваться) алюминиевый шар диаметром 58 см и весом менее 84 кг, внутри которого разместились лишь два комплекта радиопередатчиков, работающих на частотах 20 и 40 МГц, аккумулятор и простейшая система охлаждения. По бокам были укреплены четыре разворачивавшихся металлизированных лент-антенн. Диапазон передатчиков выбирался так, чтобы сигналы могли принимать даже радилюбители.

Разумеется, в планах значился и запуск «настоящего» спутника, битком набитого научной аппаратурой и весящего около тонны, однако к тому моменту он оставался явной недоделкой<sup>1</sup>.

Запустить на «подвернувшейся под руку» боевой межконтинентальной баллистической ракете Р-7 в космос шутковину, способную передавать в эфир лишь простое «бип-бип-бип», вынудила информация, что американцы уже готовят к 1958 году свой условный (12-килограммовый) мини-спутник. Для придания нашему условному первому спутнику хоть какого-то научного статуса было объявлено, что его запуск осуществляется в рамках Международного геофизического года. Две частоты, на которых передавал свои «бип-бип-бип» ПС-1, позволяли в принципе зондировать верхние слои ионосферы, которые прежде можно было изучать лишь по отраженным радиоволнам.

Запуск состоялся в 22 часа 28 минут 34 секунды 4 октября 1957 года. Через 295 секунд ракетноситель вывел ПС-1 на околоземную орбиту (в апогее — 947 км, в перигее — 288 км). На 315-й секунде спутник отделился от второй ступени (МБР была двухступенчатой — именно эту вторую ступень, вышедшую на орбиту вслед за крошечным спутником, наблюдали в бинокли земляне, не способные рассмотреть сам спутник).

Шум вокруг русского спутника подняла западная пресса, советская поначалу ограничилась лишь небольшим и суховатым заявлением ТАСС (5 октября, когда весь мир действительно гудел, взбудораженный эпохальным событием, «Правда» выходила с передовой статьей «Подготовка к зиме — дело неотложное»). Причиной шума стало, разумеется, не столько невольное восхищение возможностями советской техники, сколько понимание того простого факта, что если уж русские сумели вывести в космос спутник, то с тем же успехом они смогут доставить бомбу в любую часть земного шара<sup>2</sup>.

С этого момента история планеты действительно совершила поворот. Началась битва за космос, в результате которой в космическое путешествие вскоре отправился первый землянин — Юрий Гагарин. А на Западе сигналы «бип-бип-бип» привели к настоящему «пробуждению» научно-технического потенциала США. В срочном порядке были созданы две выдающиеся организации — NASA (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства), у руля которой встал бывший штурман-фюрер СС Вернер фон Браун, настоящий отец всех ракетных разработок, которого до поры до времени стеснялись делать лицом американской космической программы, и DARPA (Агентство передовых оборонных исследовательских проектов), военные разработки которого, в частности, привели к созданию всемирной сети Интернет. От обычно неуступчивого Конгресса удалось получить согласие на выделение невиданных доселе средств на космические экспедиции — и всего за двенадцать лет первый американец добрался до Луны. Большие средства были выделены также на развитие естественных наук в школах и университетах. Между тем стремление США ликвидировать «отставание по ракетам» привело к дальнейшей эскалации гонки вооружений, ну а советских лидеров, начавших уже было разочаровываться в ортодоксальном коммунизме, нежданно космические успехи так окрылили, что агония социалистического строя затянулась еще на три десятилетия.

<sup>1</sup> [trv-science.ru/2017/10/radiacionnoe-nachalokosmicheskoy-ery/](http://trv-science.ru/2017/10/radiacionnoe-nachalokosmicheskoy-ery/)

<sup>2</sup> [grani.ru/Society/Science/m.128171.html](http://grani.ru/Society/Science/m.128171.html)



# Ненастоящие спутники

Максим Борисов

Макет первого спутника на испытательном полигоне

65 лет назад, 4 октября 1957 года, с Научно-исследовательского испытательного полигона № 5 Министерства обороны Советского Союза «Тюра-Там» (будущего Байконур) был запущен первый искусственный спутник Земли, ознаменовавший начало космической эры в истории человечества. В современной России это событие ежегодно отмечается как «памятный день Космических войск».

Шоураннеры относительно недавнего американского сериала в жанре «альтернативной истории» «Ради всего человечества» (For All Mankind)<sup>3</sup> даже попытались усилить этот «отрезвляющий эффект» «красного космоса» и рассмотрели ситуацию, в которой 26 июня 1969 года США проиграли СССР еще и Лунную гонку: космонавт Алексей Леонов в их сериале успел высадиться на Луну первым и водрузить там красный флаг, громогласно объявив о безусловном технологическом превосходстве «марксистско-ленинского образа жизни», после чего американцы всё же не сдались и не закрыли свои программы, а принялись конкурировать с Советами в космосе на еще более высоком уровне. Парадоксальным образом именно очевидный и обидный проигрыш подстегивает западные демократии к продолжению космической экспансии, выводит их из спячки и стагнации.



Памятник Константину Циолковскому и Сергею Королёву, установленный в Калуге 9 апреля 2011 года к 50-летию юбилею первого полета человека в космос

## Год Спутника

В нашей реальности Спутник, как и прочие достижения науки и техники, призванный формально вроде бы прививать людям всей планеты почтение к технической реальности и научному

<sup>3</sup> [kinopoisk.ru/series/1188415/](http://kinopoisk.ru/series/1188415/)



Валерий Поляков

«Википедия»



«Правда» от 6 октября 1957 года

рационализму, наоборот, невольно способствовал погружению большей части человечества в глубины иррационального, сказочного и трансцендентного. Большинство людей никогда не обладало и не обладает знаниями, накопленными цивилизацией и легшими в основу передовой современной техники, а комфорт, приспосабливаемый ею, убавляет, ослабляет, делает всех нас беспомощными, легкоуязвимыми и боязливыми. «Любая достаточно развитая технология неотличима от магии», — постулировал когда-то один из величайших фантастов (и инженеров) Артур Кларк. Но магия слишком быстро становится «нереальной» без ежедневной практической демонстрации, и если компьютеры, телевизоры и видеокамеры еще можно пощупать руками, то полеты в космос и уж тем более к иным планетам начинают восприниматься небывальщиной уже вскоре после их завершения. По мере освоения космоса отдельными представителями рода человеческого он не стал ближе и понятнее, а отношение к нему — более рациональным. Да и близость к космосу и космической технике самих космонавтов делает их порой едва ли не самыми суеверными людьми на свете. Примечательно, что к 1957 году — Году Спутника — относится первая публикация дерзкого утопического романа Ивана

Ефремова «Туманность Андромеды», ставшего знаменем новой волны в советской фантастике, избавлявшейся от пут «ближнего прицела» (отрывки из него печатались с начала года в журнале «Техника — молодежи», а в виде отдельной книги он впервые опубликован издательством «Молодая гвардия» в 1958 году).

В 1957 году была закончена и первая повесть братьев Стругацких («Извне»), в дальнейшем определявших «человеческое» лицо следующего этапа НФ-литературы, где в центре повествования не только технические достижения и утопические построения, но и сам человек со всеми его заботами. «Страна багровых туч», в немалой степени вдохновленная «Туманностью Андромеды» и появившаяся на следующий год, рассказывала о полете советских исследователей к Венере и о путешествии по коварной Урановой Голконде. Таким образом, прорыв самой настоящей фантастики в реальность и одновременно важнейшие преобразования в литературных жанрах, выходящих на свои новые рубежи, практически совпали, породив гремящую смесь из смелых ожиданий и смутных надежд. Позже разочарование в неизменно ускользающих от нас сказочных мирах и звездных дорогах («Пойдем?» — как безнадежно зовет Звездный Олень в начале романа Сергея Павлова «Лунная радуга» в 1980-х), обиды на тех,

для кого эти сказки все-таки стали реальностью, заставили население целых стран проваливаться в прошлое. А Аркадий Натанович и Борис Натанович уходили от нас осенними днями — 12 октября 1991 года и 19 ноября 2012 года — прошло уже десятилетие без Стругацких...

Впрочем, и у счастливых, которым технологии (и счет в банке) раскрывали двери в страну чудес, возникли свои комплексы — из-за ощущения полной нереальности происходящего, оторванности от привычной интуиции, погружения в какую-то призрачную «Матрицу», грозящую самой себе катастрофическим саморазоблачением. «Жизнь в банке», вожделенная для каждого сверхбогача, в буквальном смысле воплотилась в прошлогоднем депрессивном романе Виктора Пелевина «Transhumanism Inc.», максимально контрастирующем во всех смыслах с НФ-творениями 1950-х и пока, наверное, удерживающем в этом смысле «депрессивную» пальму первенства среди прочих его романов (включая и «Любовь к трем цукербринам») — в ожидании только-только представленного публике «KGBT+»<sup>4</sup>.



Почтовый блок к 25-летию запуска первого спутника

## Королёв-ГУЛАГ и «Фау-2»

Королёв — человек с фамилией, вызывающей «мессианские» ассоциации, вырвавшийся из ада ГУЛАГа и его шарашек, превративший наш мир в то, чем он ныне является, рационалист и мечтатель в одном лице, персонаж одновременно материальный и бесплотный (само его имя было раскредитовано только после смерти) — он в каком-то смысле приурочил полет первого спутника к столетию со дня рождения «патриарха космонавтики» — Циолковского. Во всяком случае, единственное публичное заявление о предстоящем полете было сделано в сентябре 1957 года на конференции, посвященной Циолковскому (и сразу же после ▶

<sup>4</sup> [litrus.ru/static/or4/view/or.html?baseurl=/pub/t/68010821](http://litrus.ru/static/or4/view/or.html?baseurl=/pub/t/68010821).

► доклада Королёв улетел на Байконур для подготовки аппарата к старту). Нынешний юбилей Циолковского отметили, конечно, уже не столь зажигательно... Где-то краем прошло и сообщение о смерти 7 сентября 2022 года космонавта Валерия Полякова, когда-то проведшего на борту «Мира» вполне «марсианские» 437 дней и 17 часов (с 8 января 1994 года по 22 марта 1995 года). Конечно, «Мир» (как и МКС) не выходил за пределы земных радиационных поясов и таким образом был лучше защищен от космических лучей, чем грядущая экспедиция к Марсу, тем не менее...

24 октября желающие смогут также отметить 76-ю годовщину рекордного полета трофейной немецкой ракеты «Фау-2», за десять с лишним лет до советского «Спутника-1» показавшей американцам первые фотографии Земли из космоса.

В 1946 году, вскоре после окончания Второй мировой войны, американские инженеры и военные, испытывавшие вывезенные трофейные немецкие ракеты «Фау-2» в пустыне Нью-Мексико, решили прикреплять к ним кинокамеры, чтобы увидеть планету со стокилометровой высоты. В это же время, кстати, проводил испытания восстановленной трофейной техники и Сергей Королёв.

Эти зернистые черно-белые снимки были сделаны с высоты 101 км с помощью 35-миллиметровой кинокамеры, установленной на ракете под номером 13, запущенной с ракетного полигона «Уайт-Сэндс» («Белые Пески»). Бортовая камера DeVu, снимавшая кадры с частотой в полторы секунды, через несколько минут вместе с ракетой упала обратно на Землю, врезавшись при этом в грунт со скоростью 150 м/с. Камера была разбита, однако пленка, защищенная стальной кассетой, не пострадала.

Спасательная команда сразу же выехала в пустыню, чтобы найти кассету и передать ее в руки ученых. Прикомандированный к этой группе 19-летний военнослужащий Фред Ралли спустя много лет так передавал в интервью изданию *Air & Space Magazine*<sup>5</sup> реакцию ученых, увидевших неповрежденной пленку с драгоценными первыми кадрами: «Они были в восторге, скакали вверх-вниз, как дети. А когда потом фотографии впервые спроецировали на экран, то ученые просто сошли с ума». Сам Ралли в свои 19 лет еще не понимал всей значимости эксперимента, в которых он участвовал, ему тогда это казалось просто очередной рядовой работой на службе армии.

До 1946 года максимальная высота, с которой удавалось получить изображения земной поверхности, не превышала 22 км. Именно на такую высоту 11 ноября 1935 года поднялся стратосферный аэростат Explorer II с американцами Альбертом Стивенсом и Орвиллом Андерсоном. Это был, конечно, еще далеко не космос, однако и этой высоты было достаточно, чтобы отчетливо различить кривизну планеты.

Камера на «Фау-2» позволила улучшить этот рекорд более чем в пять раз и ясно показать шарообразную Землю на фоне черноты космоса. Позже эксперименты с фотографированием планеты из космоса были продолжены с еще более впечатляющими результатами.

Журнал *National Geographic* в 1950 году опубликовал заметку Клайда Холлидея, инженера, который установил камеру и склеил затем вместе кадры так, чтобы получилась панорама Земли из космоса<sup>6</sup>. Он писал, что фотографии с «Фау-2» впервые демонстрируют, «как наша Земля будет выглядеть для пришельцев с других планет, летящих к нам на космическом корабле».

Разумеется, американская армия запускала «Фау-2» в конце 1940-х годов не только ради красивых снимков. Десятки захваченных в конце войны немецких ракет, доставленных в «Уайт-Сэндс» в 300 железнодорожных вагонах, предназначались в первую очередь для изучения немецких технологий. Американские ракетчики на основе полученной информации стремились усовершенствовать конструкции собственных ракет, а ученым при этом было предложено устанавливать свои приборы в носовой части

## V-2 ROCKET-EYE VIEW FROM 60 MILES UP



Вид на Землю с камеры ракеты «Фау-2» № 13, запущенной 24 октября 1946 года. Ракетный полигон «Уайт-Сэндс». Лаборатория прикладной физики (NASA)

хождения Теодора фон Кармана. Международная авиационная федерация (ФАИ) проводит такое разграничение на высоте 100 км над уровнем моря. В США, где расстояния предпочитают мерить в милях, граница космоса установлена на высоте 50 миль, т. е. 80,45 км. При этом в NASA всё же иногда придерживаются трактовок ФАИ, которая отказывается считать суборбитальными полеты ниже 100 км. В любом случае существенное количество молекул



Вернер фон Браун объясняет Джеймсу Уэббу и губернатору Алабамы Джорджу Уоллесу устройство ракеты «Сатурн-5» (NASA)

запускаемых конструкций для измерения температуры, давления, магнитных полей и других физических характеристик пока еще неизведанных верхних слоев атмосферы.

Холлидей работал в Лаборатории прикладной физики Университета Джонса Хопкинса вместе с другими космическими первопроходцами вроде Джеймса Ван Аллена и Зигфрида Фреда Сингера, которые позже приняли активное участие в планировании первых спутниковых миссий США (благодаря большей открытости, настоящая наука стартовала именно с американских спутников, и радиационные пояса носят имя Ван Аллена). Сингер умер в апреле 2020-го и последние годы жизни, к сожалению, максимальную известность получил в качестве отрицателя глобального потепления.

Фотографии, полученные с камер «Фау-2», использовались еще и для того, чтобы анализировать поведение ракеты, и это была нелегкая задача. Инженерам-ракетчикам нужно было знать, как ракета движется через верхние слои атмосферы, а ученые хотели выяснить, с какого направления приходят космические лучи, которые регистрировали их приборы. Вряд ли кого-то интересовало, что эти фотографии могут рассказать о географии или метеорологии — по крайней мере, первоначально. Однако Холлидей уже тогда хорошо представлял будущую роль фотографии для изучения Земли. Сай О'Брайен, с 1950 года занимавшийся связями с общественностью Лаборатории прикладной физики, говорил, что Холлидей пытался донести до коллег идею о том, что фотографии сами по себе могут нести пользу науке.

В 1950 году в научных работах еще избегали называть «космосом» те места, куда долетали ракеты «Фау-2», писали лишь о «малоизученных и труднодостижимых верхних слоях атмосферы». В наши дни, несмотря на всю условность проведения черты в атмосфере, за которой простирается космическое пространство, вполне однозначно то, что находится выше 100 км, считается «космосом».

Есть понятие линии Кармана — высоты, которая считается верхней границей государств и одновременно границей, отделяющей земную атмосферу от космического пространства. Свое наименование она получила по фамилии американского инженера венгерского проис-

кула воздуха, способного тормозить и сжигать спутники, остается и за линией Кармана. А внешняя часть земной атмосферы, экзосфера, простирается до высоты 10 тыс. км и далее, но там встречаются в основном лишь атомы водорода, который постепенно улетаивается в окружающее космическое пространство.

Всего в период с 1946 по 1950 год в ходе полетов «Фау-2» было получено свыше тысячи снимков Земли «из космоса», пока энтузиазм не угас, вернувшись с «настоящими спутниками»<sup>7</sup>.

Эти фотографии, демонстрирующие огромные просторы на юго-западе Америки, печатались в газетах и были тщательно изучены метеорологами из Бюро погоды США. В своей статье в *National Geographic* Холлидей сделал несколько прогнозов относительно того, к чему всё это может привести: «Результаты этих экспериментов говорят о том, что наступит время, когда камеры, установленные на управляемых ракетах, смогут осуществлять разведку вражеской территории во время войны и картографировать недоступные регионы Земли. В мирное время они будут вести съемку штормовых фронтов и образующейся облачности над всем континентом».

А первое путешествие в космос слегка модернизированная ракета «Фау-2» совершила еще в нацистской Германии в 1944 году, совершив экспериментальный вертикальный взлет и достигнув высоты в 188 км. Опять же по современным меркам это более чем полноценный суборбитальный космический полет. Разработчик ракеты, немецкий конструктор Вернер фон Браун, всегда мечтал о экспедициях к другим планетам.

Летчику-испытателю Эриху Варзицу, направленному в конце 1936 года для испытаний первого авиационного реактивного двигателя, фон Браун прямо обещал полеты на Луну: «Стане-

те ли вы работать с нами и испытывать реактивный двигатель в воздухе? Тогда, Варзиц, вы станете знаменитым. А позднее мы полетим на Луну — с вами у штурвала!» Однако на пути к своей мечте Вернер фон Браун вступил в нацистскую партию, стал в 1943 году штурманом-фюрером СС, использовал труд заключенных концлагерей и возглавил разработку для вермахта чудо-оружия возмездия, убившего и ранившего несколько тысяч мирных жителей — в основном в Лондоне.

## От «Фау-2» к «Джеймсу Уэббу»

В этом году исполнялось 110 лет со дня рождения директора Центра космических полетов NASA и руководителя лунной программы США фон Брауна, а также 45 лет со дня его смерти, однако о сколько-нибудь широких празднованиях этих юбилеев не слышно, а триумфальный космический телескоп «Джеймс Уэбб», само имя которого должно было бы, конечно, отсылать к славнейшей эпохе «Аполлонов», несколько уклончиво отмечен именем номинального начальника фон Брауна — Джеймса Эдвина Уэбба, мало разбирающегося в технических деталях и отвечающего в основном за финансовую сторону вопроса. Виной всему, разумеется, противоречивое прошлое штурманфюрера СС фактического «отца» программы «Аполлон»<sup>8</sup>.

Недостаточная популярность Уэбба наряду с подозрениями в его гомофобии привели к тому, что часть ученых предпочитает сейчас обходиться лишь нерасшифровываемой аббревиатурой нового телескопа — JWST.

Первый старт «Фау-2» (от Vergeltungswaffe, другое наименование — A-4, от Aggregat) состоялся в марте 1942 года, первый боевой пуск — в сентябре 1944-го, всего было запущено свыше 3 тыс. ракет. В качестве «оружия возмездия» такие ракеты оказались малоэффективны, и их роль свелась к запугиванию мирного населения — от каждой весьма дорогой в производстве ракеты в среднем погибли 1–2 человека, хотя некоторые взрывы ракет уносили с собой сотни жизней.



После войны «Фау-2» послужили прототипом для разработчиков первых баллистических ракет как в США, так и в СССР. Но если американцы получили в свои руки не только сдвигавшее им фон Брауна со своей командой, подробные чертежи и около сотни готовых ракет, то советской стороне и Сергею Королёву достались лишь отдельные части без чертежей и технической документации, а также полторы сотни немецких специалистов, согласившихся работать над программой восстановления «Фау-2». Впрочем, основной полигон фон Брауна Пенемюнде был именно в советской зоне оккупации и обслуживал советскую программу испытательных запусков, поэтому уже в том же октябре 1946 года Королёв успешно запускал первые копии немецких «вундерваффе» и вскоре на их основе создал ту самую первую советскую баллистическую ракету малой дальности Р-1.

«Значение ракет А-4 и Р-1 нельзя преуменьшать, — писал ближайший соратник Сергея Королёва академик Борис Черток. — Это был прорыв в совершенно новую область техники»<sup>9</sup>.

Разумеется, «Фау-2» не могли выводить спутники на орбиту или осуществлять межконтинентальные перелеты. Их дальность ограничивалась 380 км. У нацистов уже существовали проекты двухступенчатой межконтинентальной баллистической ракеты, способной преодолевать 5 тыс. км и поражать объекты на территории США, а также система запуска ракет с подводных лодок для обстрела американских прибрежных городов, однако пустить в ход всё это до конца войны им так и не удалось. ♦

<sup>5</sup> [airspacemag.com/space/the-first-photo-from-space-13721411/](https://airspacemag.com/space/the-first-photo-from-space-13721411/)

<sup>6</sup> [public-media.si-cdn.com/filer/67/33/673346e6-fab6-47be-adf5-72ddde90723/v2-panorama.jpg](https://public-media.si-cdn.com/filer/67/33/673346e6-fab6-47be-adf5-72ddde90723/v2-panorama.jpg)

<sup>8</sup> [books.google.ru/books/about/Powering\\_Apollo.html?id=-jibAAAAAAJ](https://books.google.ru/books/about/Powering_Apollo.html?id=-jibAAAAAAJ)

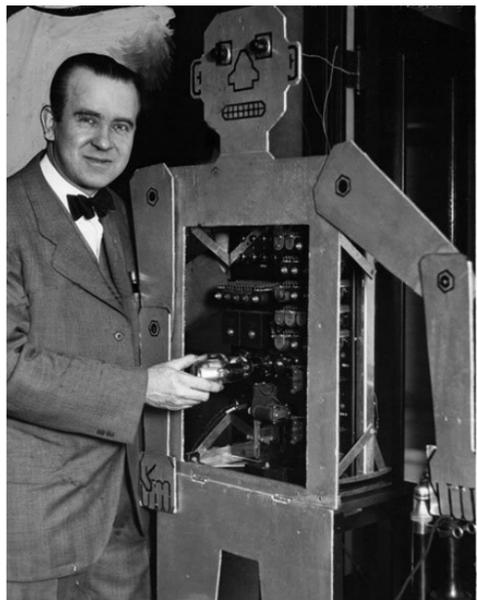
<sup>9</sup> [epizodspace.airbase.ru/bibl/chertok/kniga-1/06.html](https://epizodspace.airbase.ru/bibl/chertok/kniga-1/06.html)

<sup>7</sup> [gazeta.ru/science/2021/10/23\\_a\\_14126533.shtml](https://gazeta.ru/science/2021/10/23_a_14126533.shtml)

# Роботы Westinghouse

Александр Речкин

См. также ТрВ-Наука №№ 330, 332, 334, 336, 339, 353, 354, 356, 358, 359, 361, 362 (trv-science.ru/tag/istoriya-robotov)



Рой Уэнсли и мистер Телевокс

Одной из ведущих электротехнических компаний США была Westinghouse Electric. Она существовала с 1886 по 1997 год. Ее отец-основатель, изобретатель, промышленник и предприниматель Джордж Вестингауз раньше других понял возможности переменного тока и приобрел патенты Николы Теслы. Вестингауз первым в США внедрил на своих предприятиях выпуск оборудования и монтаж ЛЭП переменного тока. Компания росла и открывала всё новые и новые заводы, получая всё больше и больше прибыли. Westinghouse Electric интересовали самые передовые и перспективные изобретения, поэтому неудивительно, что предпринимателей привлекали возможности создания и эксплуатации роботов и автоматов.

Первым роботом Westinghouse Electric стал мистер Герберт Телевокс, построенный в 1927 году Роем Уэнсли на заводе компании в Восточном Питтсбурге, штат Пенсильвания. Конструктивная составляющая робота основывалась на патентах Уэнсли, зарегистрированных в 1923 и 1927 годах. Человекоподобный робот выглядел не очень презентабельно: лысая голова, квадратные отверстия вместо глаз, нарисованный рот, уши и нос, нелепые конечности — всё вырезано из дерева. Дыра в туловище позволяла наблюдателю видеть «внутренности» андроида: тумблеры, реле, переключатели и провода. По традиции на страницах научно-популярных журналов того времени Телевокса сопровождали и рекламировали прелестные дамы.

Телевокс мог отвечать на телефонные звонки: робот поднимал трубку и начинал разговор. Андроид умел реагировать на человеческие слова. Конечно же, речь собеседника переводилась на язык робота благодаря специальным камертонам. Звуки, воспринимаемые Телевоксом, распределялись на три тона, за каждый из которых отвечал свой камертон. Звуки, воспроизводимые вместе и по отдельности, кодировали предложения.

Внутри робота располагались различные реле, чувствительные к звукам определенной высоты и способные преобразовывать звук в определенное механическое действие. Каждое реле приводилось в действие через настроенную электрическую цепь, реагирующую на вибрацию заданной частоты и никакую другую, примерно так же, как цепи радио могут быть настроены на радиостанцию заданной длины волны. Таким образом, «услышав» звонок телефона, робот поднимал трубку и говорил «бз-з-з». Звуки, воспринимаемые роботом, кодировали не слова, а лишь переключали реле мистера Телевокса. Получается, Герберта можно назвать «демультиплексером» — устройством, которое передает сигнал с входа устройства на один из выходов.

В отличие от современных автоответчиков, Телевокс не подключался к телефону напрямую. Его «ухо» представляло чувствительный микрофон, расположенный близко к приемнику. Говорил Телевокс посредством громкоговорителя, который также находился близко к телефону.

Ниже приводится красочное рекламное описание Телевокса из январского выпуска ежемесячного журнала *Popular Science* за 1928 год:

«Представьте, что вы пошли к другу в гости, оставив Телевокса на страже вашего жилища. И тут вы задумались: „А выключил ли я свет?“. Берете телефонную трубку, звони-

те домой убедиться, всё ли в порядке. Телевокс, услышав звонок, поднимает трубку и на своем языке (пицаний, жужжаний и хрюканий) отвечает: „Привет! Жду указаний“. Вы ему говорите — правда, тоже на его языке, пропев одну высокую ноту: „Выключил ли я свет?“ Телевокс гудит: „Выключил“. И вдруг вы понимаете, что хотите съесть жаркое, вернувшись домой. Вы произносите отрывистым басом: „Телевокс, а не мог бы ты разогреть мне ужин?“ После чего робот включает печку (естественно, дистанционно) и разогревает вам ужин до нужной температуры. После завершения разговора робот кладет трубку на место и ждет нового звонка или вашего прихода».

Рой Уэнсли не раз модифицировал мистера Телевокса. Вскоре робот научился открывать двери по команде «Сезам, откройся!». Однако Телевокс не оправился в массовое производство. Было выпущено по крайней мере три машины, которые использовались в Вашингтоне, заменяя сторожей на водохранилищах. Жужжанием они сообщали по телефону удаленному абоненту высоту уровня воды и скорость потока в водохранилище.



Вилли Вокалите на обложке иллюстрированного приложения к французскому журналу *Le Petit Journal*

Мистер Телевокс прогремел на весь мир, материалы о нем напечатали многие научно-популярные издания, в том числе и советские. А отечественный писатель-фантаст Александр Беляев под впечатлением от американского андроида написал юмористический рассказ «Сезам, откройся!».

После Телевокса в компании Westinghouse создали мистера Телелюкса, робота, которым можно было управлять не звуком, а светом. Мозг робота состоял из двух фотоэлектрических элементов, способных преобразовывать колебания света в соответствующие электрические импульсы. Увы, о мистере Телелюксе сохранилось очень мало информации. Вот так журналисты описывали андроида в сентябрьском номере журнала *The San Antonio Light* за 1931 год:

«Используя большой, специально разработанный фонарик для передачи команд, инженер приказал Телелюксу включить вентилятор, погасить свет, включить и выключить пылесос и выполнить другие задачи. На рукоятки фонарика располагается ряд кнопок, каждая из которых отвечает за включения света с определенной частотой. Свет улавливается фотоэлементом, который осуществляет контакт робота с внешним миром, он переводит мерцания света в определенную команду, а затем тумблеры включают соответствующий механизм».

Эрлин Хантер и Электро на съемках голливудской комедии «Сексуальные кошечки в колледже» (1960 год)

Таким образом, Телелюкс мог включить пылесос, но ему нельзя было доверить уборку квартиры. Инженеры считали, что их детищу нашлось бы применение на производстве, Телелюкс, по их словам, мог бы «в течение 24 часов в сутки стоять над заводской конвейерной лентой, пересчитывать каждую проходящую упаковку и отбраковывать коробки с дефектом размера или маркировки». Но судьба распорядилась иначе, и мистер Телелюкс остался в анналах истории лишь забавным роботом-светлячком.

После Телелюкса Westinghouse построил еще несколько роботов, в том числе Катрину Ван Телевокс — женскую версию Герберта Телевокса, которая выглядела как милая механическая домработница. Катрина могла разговаривать (пищать и трещать), отвечать на телефонные звонки, включать пылесос и другую бытовую технику по команде хозяина. Эта чудо-женщина в 1930 году стоила 22 тыс. долл. Это просто убогомрачительная сумма, особенно в период Великой депрессии, которая охватила США, когда сотни тысяч людей потеряли работу и владели полуголодное существование. (Калькулятор инфляции на сайте Министрства труда США приравнивает 1 долл. 1930 года к современному 14,24 долл. Таким образом, сегодня бы Катрина Ван Телевокс обошлась бы в 313 тыс. долл., или 18 млн руб.) Понятное дело, желающих приобрести Катрину не нашлось.



Александр Речкин



Робот Растус

За механической девушкой последовали чернокожие роботы Растус и Вилли-младший, которые выглядели очень реалистично, их «кожа» была изготовлена из резины. Растус мог говорить, пользоваться руками, вставать, сидеть, кланяться. Все движения выполнялись по командам, которые оператор подавал роботу, используя свет. Инженер был вооружен контрольной трубкой с неоновой лампой. Если направить свет на соответствующий фотоэлемент, в работе сработает желаемое реле. Внутри фигуры робота находилось миниатюрное кинооборудование: проектор, содержащий звуковой фильм, который давал Растусу обширный словарный запас (порядка шести слов), произносимый красивым, глубоким баритоном. Зеленый свет включал звуковой аппарат, а красный свет — моторы, и робот садился или вставал.

Вилли-младшего показали на Всемирной выставке, инженер положил «ребенку» на голову яблоко, а затем прицелился во фрукт из лука. На кончике стрелы находилась лампа, из нее направленный поток света попадал в глаза-фотоэлементы робота, которые давали команду, и в полем черепа андроида загорался находившийся там порох. Бах — и яблоко взрывалось на глазах изумленной публики, а инженер еще даже не выпустил стрелу!

Одновременно с механическими афроамериканцами появился курящий робот Вилли Вокалите. К этому довольно непрезентабельному металлическому гиганту была подключена телефонная трубка, в которую оператор отдавал роботу команды, а послушный Вилли садился, вставал, стрелял из пистолета, поднимал флаг, курил и выполнял иные трюки, вроде включения бытовой техники. Вилли Вокалите больше всех других андроидов напоминал журналистам легендарного Голема. Вилли даже удалось поучаствовать в презентации самолета компании Ford в аэропорту Ньюарк в 1931 году. Но слава Вилли продлилась недолго, его сменил самый успешный андроид компании — Электро Мото-Человек, построенный на рубеже 1937–1938 годов на заводе Westinghouse в Мэнсфилде. Робот стал творением Джозефа М. Барнетта, Джека Уикса-старшего, Гарольда Горсуча и еще нескольких инженеров.

Умения Электро показали на Всемирной выставке в Нью-Йорке в 1939 году, где робот сразу же покорила аудиторию. Это был массивный истукан ростом 2 м и массой 120 кг. Его корпус был покрыт позолоченными алюминиевыми листами, крепившимися к стальному каркасу. Обе руки робота, а также пальцы на них были подвижны в суставах. Левая нога сгибалась в колене и могла поворачиваться влево-вправо, а правая служила лишь в качестве неподвижной опоры массивного корпуса. Однако робот не шагал, а ехал на колесиках, приделанных к стопам. Голова робота могла поворачиваться из стороны в сторону, а металлические челюсти открывались в такт словам.

Основная аппаратура, включая «мозг» андроида (систему из 48 реле) оставалась за сценой, соединяясь с роботом при помощи кабеля. Оператор, как и в случае с Вилли Вокалите, отдавал команды в микрофон, а Электро послушно следовал приказам. Команды представляли четко выверенную последовательность слогов (вроде «По-дой-ди-ка сю-да»), которые при помощи тиратрона преобразовывались в электрические импульсы. Импульсы приоткрывали ▶



заслонку перед специальной лампочкой, которая посылая вспышку на фоточувствительный элемент в блоке управления робота. Затем полученный сигнал передавался непосредственно в «мозг» Электро и интерпретировался им согласно заложенной ранее схеме. Чтобы не нарушать иллюзию самостоятельных действий робота, в груди Электро было проделано идеально круглое отверстие, сквозь которое зрители могли видеть сложную бутафорию декоративных реле и механизмов.

Электро выполнял различные забавные трюки, например, соревновался со зрителями в скорости наддувания воздушного шарика. Робот, оснащенный мощным компрессором, выигрывал в 99% случаев. Когда Электро хотелось расслабиться, оператор вставлял сигарету в губы робота и поджигал ее, а Электро делал серию затяжек.

В 1940 году Электро снова появился на выставке в Нью-Йорке, на этот раз с милым напарником — роботом-собакой по кличке Спарки. Металлический друг человека мог лаять, сидеть, вилять хвостом и даже просить милостыню. Спарки был не столько напарником громоздкого робота-великана, сколько его помощником и продолжением тела Электро. Робособака управлялась тем же скрытым за сценой «мозгом» при помощи замаскированного под поводок кабеля, проходившим через руку андроида.

Публика обожала Электро. После Всемирной выставки робот активно гастролировал по Северной Америке, участвовал в благотворительных мероприятиях, выступал в детских домах, госпиталях и домах престарелых, появлялся в рекламных роликах компании в конце 1950-х — начале 1960-х годов и даже снялся в промо-фильме «Семейство Миддлтон на нью-йоркской выставке»<sup>1</sup> и засветился в телешоу. Электро рекламировал знаменитый фантастический фильм «День, когда Земля остановилась» (1951), а позже работал в Голливуде, где использовался в качестве реквизита в комедии «Сексуальные кошечки в колледже» (1960). Однако дальнейшая карьера робота в столице мирового кинематографа не сложилась. Может, Электро запросил слишком высокие гонорары за свои услуги? Как бы то ни было, робота разобрали, упаковали в ящики и послали домой, к изготовителю. Долгие годы металлический человек провёл в полном забвении и лишь чудом не стал металлоломом. Почти со свалки Электро забрал неравнодушный старьевщик и отправил робота в мемориальный музей Мэнсфилда, штат Огайо. Там Электро отреставрировали, и сейчас робот является частью постоянной экспозиции вместе со Спарки и Гербертом Телевоком.

Почему роботов Westinghouse Electric так и не отправили в массовое производство? На этот вопрос есть несколько ответов: во-первых, человекоподобные роботы производились, скорее всего, с целью рекламы компании, потому что металлический или деревянный гигант скорее привлечет внимание прессы, чем рубильник или лампочка. Роботы Westinghouse прогремели на весь мир, их показывали не только журналистам, но и обычным зрителям, роботы объехали Соединенные Штаты, демонстрируя яркое шоу, которое продвигало компанию на мировые и местные рынки. Во-вторых, андройды не предназначались для повседневной эксплуатации. Сомнительно, что кто-то, кроме фанатов научной фантастики или активных радиолюбителей, стал бы возиться с этими чудовищами, пытаясь научиться писать или трещать, чтобы робот выключил свет. В-третьих, из-за огромной цены роботов могли позволить себе только владельцы заводов-пароходов, а отнюдь не представители среднего класса. ◆

## «Всё не так — смотрите, как!»

Начну с примера. Есть тип реплик «всё не так — смотрите, как!» от комментаторов, создающих внешне для себя и окружающих свою собственную теорию — немедленно после прочтения популяризирующей статьи. Мой коллега-психолог, специалист очень высокой квалификации, несколько лет назад перестал публиковаться на одном широко известном популяризаторском портале, о чем публично и объявил. Причина: разные люди, добрые и недобрые, стремились с разной степенью изысканности его поправить. Надо же доказать ему и другим, как всё обстоит на самом деле! Тема отчасти к этому располагала — каждый имеет опыт возникновения и протекания рассматривавшегося психологического процесса. Так почему бы, право, не сказать свое слово и не дать гневную оповедь автору, раз он очевидным образом ее заслуживает, а опция комментариев наличествует?

У этого исследователя очень интересные результаты, он открыл и описал новый парадоксальный психологический эффект, существование которого признано международным сообществом. Его статьи на портале тоже были очень интересными. Но у него нет ни времени, ни желания спорить на популяризаторской площадке, выдерживая личные выпады умельцев вести дискуссии там и сям. Он исследователь, умеющий хорошо популяризировать, — редкое сочетание. Но он не профессиональный боец-защитник на популярных площадках. Сотрудники портала не заметили этой потери или заметили?

Опцию комментариев там в какой-то момент закрыли, и следа от прежних не осталось. Это произошло вскоре после одной полемики («после» не обязательно значит «вследствие», но здесь я верю в последнее). Некий комментатор всё убеждал и убеждал известного отечественного ученого, действуя формально корректно под его статьей, что тот выбирает такие темы в одной из естественных наук и получает там такие конкретные результаты, которые на самом деле обусловлены тем, что он, пусть и наполовину, еврей. Ничего, мол, страшного, толерантно подчеркивал комментатор, дело житейское, ученому просто стоит это признать, задуматься над этим поглубже, вот и всё. Надо отдать должное автору статьи, под которой взялись выращивать этот «чудный сад» аргументов, — он отвечал корректно и разумно. Но комментатор, узревший истинные причины, вероятно, уже давно и не устающий раскрывать глаза другим, всё гнул и гнул свою линию. Результат скорее закономерный — конкретное содержание статьи ученого я не могу вспомнить, зато помню остальное, описанное выше. В этом ли миссия популяризации? К этому ли стремился автор? К этому ли стремился комментатор? Эти вопросы подводят к следующему разделу.

## Просветительская миссия и противоречащие ей комментарии

Не усваивается ли при таких комментариях, задающих довольно низкие образцы, нечто противоположное идеям просвещения? Под статьей Ольги Матвеевой о вакцинах против ковида на сайте ТрВ-Наука<sup>1</sup> комментатор, с которым я солидаризируюсь, пишет: «Дорогая Ольга! Большое спасибо Вам и Вашей команде за отличное исследование и интересную статью. Сочувствую по поводу комментариев. К сожалению, здесь (указаны условия — А. П.) образовалось гнездо антиваксеров и ковид-диссидентов, которые регулярно комментируют все статьи, связанные с ковидом, в своем стиле. Лучше просто не обращайте на них внимание, не тратьте на них время, силы и нервы. Не кормите троллей». Читатель, желающий просвещения и практических рекомендаций в связи с ковидом, чем должен руководствоваться — выводами статьи о применимости разных вакцин или комментариями антиваксеров?

Экспликация, разъяснение реальной нацеленности разных комментариев и их содержания — тоже функция просвещения. Надо ли на время просвещения заткнуть рот искренне заблуждающимся невеждам и заодно специалистам? Заткнуть рот не надо. Долг может состоять в том, чтобы не дать — на своей площадке! — орать то, что противоречит просвещению. Можно дать орать даже на своей просветительской площадке, но тогда делать трудноосуществимое — комментировать те или иные выкрики, давая им квалифика-

<sup>1</sup> Матвеева О. Бумажные и настоящие бронжилеты // ТрВ-Наука № 356 от 28.06.2022. [trv-science.ru/2022/06/bumazhnye-i-nastoyashhie-bronzhilety](http://trv-science.ru/2022/06/bumazhnye-i-nastoyashhie-bronzhilety)

# «Чудный сад» комментариев на просветительских порталах

Александр Поддьяков



Александр Поддьяков

цию (так делается при обучении критическому мышлению: «Вот видите, человек орет, к чему бы это? Какие аргументы он использует? А какие закрывает криком?»).

Или можно комментировать, как в футболе: «Никнейм А пошел на риторический прием такой-то. Хотя прием, по видимости, обращен против никнейма В, это — скрытый выпад в сторону никнейма С. Посмотрим, как оба откликнутся — если откликнутся. Не успели — вмешался никнейм D, только что прочитавший лишь последний комментарий, который ему откуда-то переслали, и возбудившийся от него...».

Приведу пример не столь эксцентричного комментария в жанре критического осмысления из книги Дитриха Дёрнера «Логика неудачи: стратегическое мышление в сложных ситуациях». Обратите внимание на название: в нем автор несколько дистанцировался от других — вообразим «Пять простых шагов к безусловному успеху», «Алгоритмы успешных решений на все времена (для начинающих)». Легко припомним им реальные аналоги, коим нет числа в книжных магазинах.



Иероним Босх. Несение креста. Первая половина XVI века

Итак, цитата:

«Я размышляю о факультетском собрании, тема которого (речь шла о распределении помещений) вызвала горячую схватку. Коллега А несколько жестко, почти оскорбительно, прошелся по поводу коллеги В. На это крайне резко возразил С, дружащий с В, нагрубив А. Внезапно „логика“ происшествия проявилась для меня. А несколько грубо обошлась с В, после чего С оскорбил А. Это произвело удручающее впечатление на других участников собрания. С выглядел сверхагрессивным, в итоге — неприятным. В результате шансы С провести свое слабо обоснованное предложение резко снизились. Это могло бы удаться только при благосклонности большинства, но она была разрушена самим С. Предложение С, однако, шло вразрез с интересами А! При известной склонности С к бурным реакциям, тонко организованная и продуманная маленькая стратегическая диверсия А очень элегантно достигла своей цели! Описанное происшествие подчинено определенному, хорошо известному образцу дискуссионной стратегии („Разозли своего противника, тогда он совершит что-нибудь необдуманное!“)<sup>2</sup>.

Этот фрагмент — просветительский пример в области социальных взаимодействий.

## Взгляд психолога-конфликтолога на комментарии

Я имею представление о больших возможностях творческого диалога в комментариях и получал совершенно замечательный опыт такого обсуждения с долгосрочными неожиданными результатами.

<sup>2</sup> Дёрнер Д. Логика неудачи: стратегическое мышление в сложных ситуациях. М.: Смысл, 1997. С. 124–125. [practicalthinking.narod.ru/Doerner.djvu](http://practicalthinking.narod.ru/Doerner.djvu)

Но в условиях высокой конфликтности (это важно) растет вероятность того, что развернется не диалог, а то, что Михаил Гельфанд обозначил в одном из комментариев как «бросание кашками», призывая участников прекратить это дело. В споре, как известно, истина может не только рождаться, но и умирать. Зато он, желательно бешеный, способствует поляризации групп и их самоидентификации через противопоставление оппонентам (мы те, кто борется вот с теми). Просветители вряд ли этого хотели.

При этом следует понимать, что сохранение или отключение опции комментариев на просветительской площадке в условиях высокой конфликтности — это тот или иной выбор в контексте парадокса толерантности Карла Поппера: «неограниченная толерантность должна привести к исчезновению толерантности. Если мы безгранично толерантны даже к нетолерантным, если мы не готовы защищать толерантное общество от атак нетолерантных, толерантные будут уничтожены — и толерантность вместе с ними. <...>

Таким образом, во имя толерантности следует провозгласить право не быть толерантными к нетолерантным»<sup>3</sup> (см. также статью Джоша Джонса<sup>4</sup>).

У меня свой взгляд на полемические комментарии, какой, вероятно, и должен быть у психолога, имеющего работы по конфликтологии<sup>5</sup> и интересующегося темами лингвистической конфликтологии, в том числе речевой агрессией в интернет-сообществах (см., например, статью Ирины Фуфаевой<sup>6</sup>). В конфликтных ситуациях я полуавтоматически мысленно размещаю текстовые фрагменты и реплики в условной матрице с вопросами «кто написал; что написал; кому написал; кто еще, по замыслу автора, должен непременно прочитать; какие демонстрируемые и истинные цели может преследовать автор» и прочее в таком ключе (специалисты по теориям коммуникации и речевой деятельности продолжают и обогащают эти размышления).

На основе того, что я вижу, я осмелился бы порекомендовать некоторым просветительским порталам и изданиям провести профессиональное исследование под примерным названием «Различные цели, стратегии и результаты комментирования на нашей площадке». Выводы по нему можно опубликовать (если хочется, с опцией комментариев, а можно и без нее) или же просто поглядеть на данные — с удовольствием от успеха просвещения или без.

Стратегии издания, площадки по отношению к комментариям могут быть разными вплоть до противоположности. «Нож» и «Элементы.ру» дают возможность комментариев без премодерации, «Постнаука» не имеет опции комментариев (раньше имела), научно-образовательный портал «Знания» тоже не имеет, есть площадки с возможностью публикации комментариев после премодерации.

Приглашаю заинтересовавшихся ответить отдельным текстом (и не под заметкой). ◆

<sup>3</sup> Popper K. The Open Society and Its Enemies. Routledge, 2012. P. 581

<sup>4</sup> Jones J. Does democracy demand the tolerance of the intolerant? Karl Popper's paradox. March 29th, 2019. [openculture.com/2019/03/does-democracy-demand-the-tolerance-of-the-intolerant-karl-poppers-paradox.html](https://openculture.com/2019/03/does-democracy-demand-the-tolerance-of-the-intolerant-karl-poppers-paradox.html)

<sup>5</sup> Поддьяков А. Троянское обучение // Научно-образовательный энциклопедический портал «Знания». [znaniya.org/c/troianskoe-obuchenie-7f7e60](http://znaniya.org/c/troianskoe-obuchenie-7f7e60); Поддьяков А. Атаки на семантические сети и машинное обучение: нарративы, шутки и угрозы // ТрВ-Наука № 358 от 26.07.2022. [trv-science.ru/2022/07/ataki-na-semanticheskie-seti-i-mashinnoe-obuchenie](http://trv-science.ru/2022/07/ataki-na-semanticheskie-seti-i-mashinnoe-obuchenie); Поддьяков А. Компликология: создание развивающихся, диагностирующих и деструктивных трудностей. М., 2014. [bit.ly/3SvQ9S7](http://bit.ly/3SvQ9S7)

<sup>6</sup> Фуфаева И. Языковые средства снятия агрессии: откуда они взялись и почему не всегда работают // ТрВ-Наука № 360 от 23.08.2022. [trv-science.ru/2022/08/yazykovye-sredstva-snyatiya-agressii](http://trv-science.ru/2022/08/yazykovye-sredstva-snyatiya-agressii)

Под патронажем дуче

На Международную физическую конференцию, посвященную столетию со дня смерти знаменитого итальянского естествоиспытателя Алессандро Вольты, были приглашены ведущие ученые планеты. Конференция проходила в сентябре 1927 года в живописном городке Комо, где родился и умер один из первых исследователей электричества, создатель вольтова столба, изобретатель конденсатора, электроскопа и других приборов. Правда, не все приняло приглашение. На конференцию не приехал Поль Дирак, путешествовавший в 1927 году между Копенгагеном, Гёттингеном и Лейденом.



Евгений Беркович

Не было в Комо и Альберта Эйнштейна, у которого с этим городком курортом связаны воспоминания о романтическом свидании с Милевой Марич в мае 1901 года. Тогда она еще не была его женой. Альберт очень настаивал на встрече:

«Ты непременно должна приехать ко мне на Комо, маленькая ведьмочка, и ты увидишь сама, каким веселым и бодрым я стал и уже не хмурю брови» [1, с. 98].

Они провели чудесный день, осматривая роскошные виллы, сады, скульптуры, катаясь по озеру на парохе, а после ночи в отеле поехали на санях в горы, где на границе

# Конференция в Комо в истории становления квантовой механики

Евгений Беркович

хотел участвовать в политических акциях и боялся, что митинги в поддержку Муссолини затмят научные встречи.

Такого же мнения был профессор экспериментальной физики из Мюнхена Вильгельм Вин, чуть не сорвавший Гейзенбергу защиту его первой диссертации. Хотя в физических вопросах Вин слыл консерватором, не принимавшим все достижения квантовой механики, но в политических вопросах он оказался далек от своего друга Филиппа Ленарда, примкнувшего в конце концов к нацистам. В письме Шрёдингеру от 7 августа 1927 года Вин тоже категорически отказывается ехать в Комо, аргументируя это так: «У меня нет никакого желания праздновать с итальянцами их праздники и слушать фашистские речи, которые, возможно, будет держать сам Муссолини» [2, с. 430].

имство. Конгрессистов не только угощали помпезными обедами и ужинами; их катали по озеру Комо, возили на автомобилях в Павию, доставили специальным поездом в Рим, возили с гидами по римским достопримечательностям; наконец, им предоставили значительную скидку на пять путешествий по железной дороге, а некоторым из них — бесплатные билеты первого класса, годные для всей железнодорожной сети в течение одного месяца» [3, с. 248].

Примеров отказа от поездки в Комо можно привести немало. Но тем не менее там собрался цвет атомной физики того времени. Немецкая делегация была после команды хозяев-итальянцев самой многочисленной. Времена послевоенной научной блокады немецких ученых миновали. Патриарх немецкой физики Макс Планк с облегчением констатировал, что «Неделя Вольты» с 11 по 20 сентября 1927 года прошла без политических эксцессов [4, с. 95].

Перечень участников конференции в Комо впечатляет, назову лишь некоторых: Нильс Бор, Макс Борн, Луи де Бройль, Артур Холли Комптон, Петер Дебай, Энрико Ферми, Джеймс Франк, Вернер Гейзенберг, Хендрик Крамерс, Макс фон Лауэ, Хендрик Лоренц, Фридрих Пашен, Вольфганг Паули, Макс Планк, Арнольд Зоммерфельд, Юджин Вигнер, Питер Зеeman, Эрнест Резерфорд, Джон фон Нейман...

Курьезное недоразумение произошло с приглашением индийского физика Шатъендраната Бозе, чья статья 1924 года о статистике световых квантов произвела на Альберта Эйнштейна такое сильное впечатление, что тот сам перевел ее с английского на немецкий язык и отправил в редакцию журнала *Zeitschrift für Physik*. Затем Эйнштейн обобщил эту работу на случай произвольных частиц с целым спином, положив начало так называемой статистике Бозе — Эйнштейна. Оргкомитет конференции в Комо отправил приглашение на имя профессора Бозе в адрес отделения физики университета в индийском городе Калькутта, в котором раньше преподавал Шатъендранат. Но к этому времени он уже принял приглашение стать профессором университета в столице Бангладеш Дакке. В университете Калькутты оставался другой физик с той же фамилией: Дебендра Бозе. Он и поехал в Комо вместо своего гениального однофамильца [5, с. 192].



Шатъендранат Бозе в Университете Дакки, 1930-е годы

На конференцию были приглашены физики из Австрии, Великобритании, Голландии, Дании, Индии, Испании, Италии, Канады, Советского Союза, США, Франции, Швейцарии, Швеции.



Вольфганг Паули, Вернер Гейзенберг и Энрико Ферми близ озера Комо на Международной физической конференции 1927 года

Советских физиков представляли Яков Френкель и Пётр Лазарев, тот самый профессор, который от имени Российской академии наук пригласил в 1914 году Альберта Эйнштейна в Крым для наблюдения солнечного затмения и экспериментального подтверждения некоторых положений еще не завершённой общей теории относительности. Эйнштейн тогда не поехал в Российскую империю в знак солидарности с преследуемыми там соплеменниками. Вместо него в Крым отправился молодой астроном Эрвин Фройндлих. После начала Первой мировой войны в августе 1914 года его интернировали в лагерь для военнопленных как гражданина враждебного государства [6, с. 44].



Яков Френкель, конец 1920-х годов

Официальными языками конференции в Комо считались итальянский, английский, французский и немецкий. Но во время церемонии открытия ректор Павийского университета профессор Росси сказал приветственные слова и на русском. Правда, в зале только Яков Френкель и Пётр Лазарев могли понимать сказанное. В трудах конгресса приветствие России набрано латиницей.

Среди семидесяти приглашенных участников конференции в Комо было тринадцать нобелевских лауреатов. Трудно себе вообразить более представительную аудиторию для доклада Нильса Бора, состоявшегося 16 сентября 1927 года.

## Доклад Бора

Основой для выступления Нильса Бора на конференции в Комо должна была послужить обобщающая статья, работать над которой он начал еще в период острых дискуссий с Вернером Гейзенбергом в Копенгагене. Именно ее упоминает Вернер в «Дополнении при корректуре» к своей статье о соотношении неопределенности:

«Я сердечно благодарен проф. Бору за представленную мне возможность изучить и обсудить (еще в процессе возникновения) его отмеченные выше исследования, которые вскоре будут опубликованы в работе об основных понятиях квантовой теории» [7, с. 671].

Завершить статью, столь принципиальную для понимания кванто-

вой механики, Бору помогал Оскар Кляйн, постепенно занявший место Гейзенберга в окружении директора копенгагенского Института физики. Летом 1927 года Кляйн под диктовку Бора исписал горы бумаги, но Нильс всё время был недоволен, и написанное отбрасывалось. В уже упомянутом интервью Джону Хейльброну и Леону Розенфельду, состоявшемся 28 февраля 1963 года, Кляйн рассказал о совместной работе:

«Я думаю, что уже сравнительно ранней весной, в апреле или мае, у нас было готово главное содержание статьи, но всё еще находилось в такой форме, что трудно было все части соединить. Бор работал всё лето. Мы жили недалеко от его летней резиденции, так что почти каждый день я приезжал к нему на велосипеде, и он диктовал. <...> Но в то лето ничего не получалось» [8].

Приближался срок конференции в Комо, где Бор обещал выступить с докладом, но текст выступления всё еще не был готов. Этот же текст автор собирался послать в журнал *Nature* в качестве письма редактору. Нильс был страшно расстроен и, как часто бывало, корил во всем себя, всё глубже погружаясь в депрессию. Тут обычно вмешивался Харальд, решительно и твердо наводя порядок в душе старшего брата. Оскар Кляйн присутствовал при таких сценах и вспоминал: «Если бы я не знал братьев, можно было подумать, что они ссорятся» [8].

В письме к Паули от 13 августа 1927 года Бор выражает надежду, что успеет к началу конференции завершить доклад:

«Я всё же надеюсь получить передышку и приложу все силы к тому, чтобы получить более или менее завершённую форму моего доклада в Комо. Поэтому я сейчас ничего не делаю для того, чтобы отослать письмо в редакцию до этого момента. Я буду рад встретиться с Вами в Комо и обстоятельно обсудить все эти вещи» [9, с. 407].

Буквально накануне отъезда в Комо Бор неожиданно заявил, что восьмистраничный текст готов, осталось написать только сопроводительное письмо редактору *Nature*. Наконец и это было сделано.

Теперь оставалось только отослать письмо по почте в журнал, вызвать такси и ехать на вокзал, их поезд уходил чуть позже двенадцати часов. Незадолго перед этим Кляйн распрощался и отправился домой. Каково же было его удивление на следующий день, когда снова оказавшись в Тисвилде, где располагалась летняя резиденция профессора, он узнал, что Бору вчера не уехали, как планировали, так как не нашли паспорт, без которых нельзя было выехать в Италию. Перерыли весь дом, но безуспешно. Только утром следующего дня паспорта нашлись на столе в рабочем кабинете Бора. Статью ▶



Группа ученых Университета Калькутты, Индия. Стоят: второй справа — Шатъендранат Бозе, третий слева — Дебендра Бозе. Ориентировочно конец 1920-х годов

со Швейцарией высота снежного покрова достигала шести метров. Эти два дня в Комо надолго запомнились будущим супругам. Именно там был зачат их первый ребенок — несчастная девочка Лизерль, которую отец так никогда и не увидел.

Но теперь времена изменились. У Эйнштейна была вторая жена, Италия стала другой, и желания снова приехать в Комо, чтобы воспользоваться гостеприимством фашистского режима Муссолини, у Альберта не появилось.

В настроенном отношении к мероприятию итальянского правительства Эйнштейн был не одинок. Получив приглашение на встречу в Комо, Арнольд Зоммерфельд назвал в письме к Джеймсу Франку от 20 июля 1926 года ее «небольшой конференцией бонз» и продолжил:

«Могу посетить ее только с очень большими оговорками, так как я допускаю, что итальянцы не упустят возможности сделать из всего политику и продемонстрировать Муссолини» [2, с. 404].

Эрвин Шрёдингер был более решителен и отказался участвовать в конференции, о чем сообщил в письме от 23 июня 1927 года профессору Хендрику Лоренцу, председателю грядущего в октябре Сольвеевского конгресса [2, с. 420]. Шрёдингер не

Здесь надо пояснить, что итальянская конференция проводилась под патронажем дуче. Понятно, что Муссолини интересовали не столько достижения современной физики, сколько возможность продемонстрировать миру успехи, достигнутые Италией в последние годы под его руководством. Одновременно с физической конференцией, проходившей в Комо, в соседнем живописном городке Белладжио на берегу того же озера заседал Международный электротехнический конгресс, также посвященный столетию со дня смерти Вольты. Кроме того, как отмечал участник конференции в Комо Яков Ильич Френкель, там же «с мая по октябрь 1927 года была развернута электротехническая выставка *Esposizione Voltiana*, представлявшая достижения итальянской электротехники и электропромышленности за последние годы» [3, с. 247].

О техническом и научном прогрессе в стране говорили приглашенным участникам конференций в Комо и Белладжио представители итальянского правительства на многочисленных банкетах и встречах в Комо и Риме. Прием был организован по-царски щедро. Яков Френкель вспоминал:

«Необходимо сказать, что итальянцы проявили при этом необычайное радушие и чрезвычайно широкое гостепри-

► по почте не отправили, и Нильс взял ее с собой.

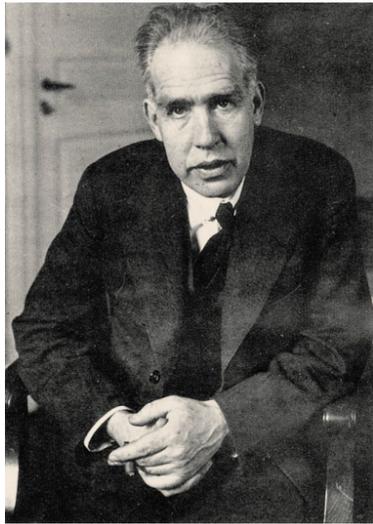
Работа над текстом продолжалась уже в Комо, он стал основой доклада датчанина на конференции. Последний черновой вариант рукописи датирован 13 сентября. В журнал эту статью Нильс так и не отослал, опубликована была значительно увеличенная в объеме работа, которую Бор написал сразу после конференции в тесном сотрудничестве с Вольфгангом Паули.

Доклад копенгагенского патриарха назывался «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории». В нем Бор впервые представил коллегам в законченной форме принцип дополненности, являющийся ядром «копенгагенской интерпретации» квантовой механики. Организаторы конференции придавали выступлению Бора такое значение, что выделили ему четырехкратную норму времени — один час [3, с. 256].

Квантовый постулат, по Бору, утверждает, что каждый атомный процесс связан с существенной дискретностью, или с «не поддающейся дальнейшему анализу индивидуальностью» [10, с. 336]. Вспомним нескончаемые споры Гейзенберга и Бора со Шрёдингером о невозможности исключить из квантовой физики дискретность.

Свою цель докладчик определил в самом начале выступления:

*«Хотя я с большой радостью принял приглашение президиума конференции рассказать о современном состоянии квантовой теории и обсудить вопрос, занимающий центральное место в новой науке, я приступаю к этой задаче с известной робостью. Здесь присутствует не только уважаемый создатель теории, среди слушателей есть многие, известные своими вкладом в дальнейшее ее развитие, знакомые с деталями сильно развитого математического аппарата. Тем не менее я попробую обойтись только простыми рассуждениями и не потеряться в деталях, чтобы описать вам определенную общую точку зрения, которая, как я полагаю, поможет примирить внешне противоречивые взгляды, разделяемые разными учеными»* [11, с. 565].



Нильс Бор, ориентировочно конец 1920-х годов

Соотношение неопределенностей Гейзенберга, согласно представлению Бора, определяет пределы, до которых дополнительные понятия могут перекрываться, т.е. могут применяться одновременно, хотя и не строго. Для четкого определения одного из дополнительных понятий требуется иная схема эксперимента, отличная от схемы эксперимента для определения другого. Соотношение неопределенностей показывает, что хотя дополнительные понятия логически исключают одно другое, но физической ситуации, в которой они одновременно и одинаково четко проявлялись бы, не существует. Поэтому дополнительность не ведет к логическому противоречию.

В докладе на конференции в Комо Нильс Бор впервые сформулировал перед коллегами свой взгляд на физический эксперимент и проводимые при этом измерения. Раньше считалось, что измерения — это просто пассивное отражение объективного мира. Теперь же Бор утверждал, что, напротив, процесс измерения — это интерактивный процесс, при котором то, что измеряется, и способ измерения неразрывно связаны с результатами.

В классической физике допускалось, что наблюдаемое явление можно наблюдать и измерять, не внося в него существенных возмущений.

*и не может быть речи о причинности в обычном смысле этого слова. Итак, сама природа квантовой теории толкает нас к тому, чтобы рассматривать пространственно-временную координацию и требование причинности, объединение которых характерно для классических теорий, как дополнительные, но исключают друг друга характеристики описания, символизирующие идеализацию соответственно наблюдения и определения (состояния)»* [11, с. 566].

### «Нильс, ты нам то же самое рассказывал десять лет назад»

Вопреки ожиданиям Бора, серьезного обсуждения доклада не последовало. Идеи автора «принципа дополненности» были столь глубокими и непривычными, что слушатели, за исключением нескольких посвященных, просто не смогли их понастоящему понять и оценить. С другой стороны, противопоставление понятий «волна» и «частица» имело такую давнюю историю, что многим казалось, что они уже раньше слышали сказанное Бором.

Показателен эпизод лета 1927 года, описанный в воспоминаниях Вернера Гейзенберга. У Нильса Бора с друзьями была парусная лодка, на которой они нередко путешествовали по проливам Северного моря. Во время одной морской прогулки Бор, воодушевленный успехом принципа дополненности, которым он был увлечен, рассказывал друзьям, далеким от физики, о своих последних достижениях, благо времени при плавании под парусами от Копенгагена до Свендборга на юге Дании было предостаточно. Он говорил о трудностях описания на повседневном языке недоступных для наблюдения процессов микромира, о недостаточности выразительных средств, которыми приходится пользоваться ученому, и о том, как это замечательно, что указанная недостаточность вполне четко укладывается в основание теории атома. В конце этой длинной лекции один из слушателей сказал: «Но, послушай, Нильс, в этом же действительно нет ничего нового, ты нам то же самое рассказывал десять лет назад» [12, с. 68].

Примерно так же восприняли доклад Нильса Бора многие участники конференции в Комо. Бельгийский физик Леон Розенфельд вспоминал в интервью Томасу Куну и Джону Хейльбронну 1 июля 1963 года, что Юджин Вигнер сказал после доклада Бора: «Эта лекция не побудила никого из нас изменить собственное мнение о квантовой механике» [13]. К этому Розенфельд добавил: «Фактически слушатели не оценили проблемы, поднятые Бором» [13]. Да и сам Розенфельд признаётся, что поначалу не понял глубины мыслей Бора: «На самом деле, когда я читал лекцию в Комо, я считал, что Бор тяжелым языком излагает вещи, которые выражены Борном много проще и которые были общепринятыми в Гёттингене в то время; я не видел, не чувствовал никакой тонкости в этом и допускаю, что это было общее чувство в Гёттингене. Эти разговоры о дополненности были способом облечь в слова ситуацию, которая была всем известна» [13].

Нужно иметь в виду и особый стиль выступления Бора, избегавшего, по возможности, точных и однозначных формулировок. Для физиков, привыкших к уравнениям и формулам, такая подача материала была непривычна. Об этом вспоминал Поль Дирак, который отсутствовал в Комо, но слушал выступления Бора в других местах:

*«Я был под очень большим впечатлением от того, что говорил Бор. Тем не менее, поскольку все его аргументы носили в основном качественный характер, я не мог разглядеть за ними реальные факты. Я ожидал услышать утверждения, которые можно было бы записать в виде уравнений, но Бор высказывал такие утверждения чрезвычайно редко»* [14, с. 14].

В отсутствие Эйнштейна и Шрёдингера никто из участников конференции в Комо не решился критиковать доклад Нильса Бора. Все выступающие в прениях хвалили выступление главы копенгагенской школы. Во время обсуждения доклада Бора Макс Борн, первым взявший слово, сказал:

*«Прежде всего, я хочу подчеркнуть, что квантовая теория сегодня представляет собой единое здание, в котором первоначальные формализмы объединены: построенная на идеях Гейзенберга матричная теория и развитая де Бройлем и Шрёдингером волновая*

*теория. Кроме того, мне представляется важным подчеркнуть, что новая квантовая теория отказывается от детерминизма, который ранее господствовал в естествознании. Но отказ от причинности в строгом смысле слова — это только видимый отказ. Механистическое понимание природы, которое ранее было повсеместно распространено, исходило из того, что можно заранее рассчитать будущее явления, если известно состояние мира в данный момент во всех деталях. Но это допущение есть иллюзия. Суть квантовой теории состоит в том, что законы природы запрещают полную фиксацию состояния замкнутой системы. Чем точнее будет измерена координата, тем более неточно будет определен соответствующий импульс. Это заложено в волновой природе материи и сформулировано в соотношении неопределенностей Гейзенберга»* [4, с. 95].

*«Я был под очень большим впечатлением от того, что говорил Бор. Тем не менее, поскольку все его аргументы носили в основном качественный характер, я не мог разглядеть за ними реальные факты. Я ожидал услышать утверждения, которые можно было бы записать в виде уравнений, но Бор высказывал такие утверждения чрезвычайно редко»* [14, с. 14].

Во время обсуждения доклада Бора 13 сентября Гейзенберг дважды брал слово. Прежде всего он публично подтвердил, что только благодаря исследованиям Бора стала до конца ясной физической суть соотношения неопределенностей и его взаимосвязь с принципом дополненности. Вернер сравнил открытое им соотношение с постулатом теории относительности о постоянстве скорости света и развил это сравнение: «В теории относительности каждому наблюдателю должна быть задана система отсчета, относительно которой он проводит наблюдения. Только выбор системы отсчета наделяет мир пространством и временем. В квантовой механике, как объяснил нам профессор Бор, наблюдатель играет совершенно удивительную роль. Целый мир можно рассматривать как одну механическую систему, правда, тогда остается одна математическая проблема: доступ к наблюдениям будет заперт» [11, с. 593].

Чтобы наблюдения состоялись, продолжал Гейзенберг, нужно из «целого мира», из Вселенной, выделить, вырезать, вычленив определенную подсистему и производить наблюдения именно в ней. Мир становится поделенным на наблюдаемую систему, с одной стороны, и на наблюдателя с его аппаратной, с другой. Это и создает трудности для нашего восприятия. Каждое наблюдение делит мир в определенном смысле на известные и неизвестные, точнее, на более или менее известные величины.

Образ границы, «шва» между наблюдаемой системой и наблюдателем, между объектом и субъектом Гейзенберг вынес из своих многомечных дискуссий с Бором. Выступая в Комо, Вернер напомнил, что другой его учитель, Макс Борн, интерпретирует волны де Бройля — Шрёдингера как волны вероятности:

*«Каждое новое наблюдение задает волновой пакет вероятности, что электрон будет найден в определенном месте. При этом наблюдение приводит к редукции первоначального пакета и сокращает число возможных состояний в будущем. Это дискретное изменение волновой картины кажется мне существенной чертой квантовой механики. Нужно очень серьезно отнестись к представлению волн вероятности. Эти волны больше не относятся к реальности, которую мы прежде приписывали волнам в максвелловской теории. Теперь они должны означать волны вероятности, и при каждом новом наблюдении нужно ожидать неожиданные изменения»* [11, с. 594].

Пожалуй, лучше других оценил точку зрения Гейзенберга его друг Вольфганг Паули. После окончания конференции Бор и Паули жили еще неделю или две на уединенной вилле Mount Pensada вблизи озера Комо и работали вместе над статьей Бора, обобщавшей его доклад на конференции. Завершил работу над статьей Бор уже дома, в Копенгагене, и отправил ее 11 октября в журнал *Naturwissenschaften*, попросив редактора журнала Арнольда Берлинера (Arnold Berliner) послать копию Паули в Гамбург. Паули, не мешкая, изучил окончательную версию уже знакомой статьи и 17 октября отослал в Копенгаген свои замечания по ней. Его письмо начиналось признанием:

Окончание см. на стр. 13



Слева направо: Вольфганг Паули, Джеймс Франк, Фридрих Пашен на конференции в Комо, 1927 год. Фото Якова Френкеля



Слева направо: Нильс Бор, Фридрих Пашен и Джон Мак-Леннан на конференции в Комо, 1927 год. Фото Якова Френкеля

Бор напомнил почтенной аудитории факты, которые слушатели и так хорошо знали: объекты микромира, с одной стороны, ведут себя как волны, с другой — как частицы. Это взаимоисключающие понятия, и выбрать одно из двух не удастся, какие бы усилия ни предпринимали сторонники той или другой концепции. Но, по мнению датского профессора, выбирать и не нужно. Для полного описания атомных явлений нужно применять эти категории совместно, только совокупность таких «дополнительных» понятий дает исчерпывающую информацию о целостном явлении. В этом суть принципа дополненности.

Для квантовых явлений это принципиально не так. С трибуны конференции в Комо Бор заявил:

*«С одной стороны, определение состояния физической системы, как оно обычно понимается, требует исключения всех внешних возмущений. Но в этом случае согласно квантовому постулату всякое наблюдение будет невозможно и, прежде всего, понятия пространства и времени потеряют свой прямой смысл. С другой стороны, если с целью сделать наблюдение возможным мы допускаем определенное взаимодействие с соответствующими средствами измерения, не принадлежащими к рассматриваемой системе, становится невозможным однозначное определение состояния системы*

И разные виды разврата, и использование наркотиков, в прямом или переносном смысле, — всё это представляет собой поиск состояния, где красота мира была бы осязательна. Ошибка состоит именно в поиске особенного состояния.

Симона Вейль

Эту тему мне хочется начать с фрагмента из воспоминаний Ольги Седаковой «Моя первая встреча с Аверинцевым».

«...Я вынула письмо из почтового ящика, когда мы поднимались на мой шестой этаж с Веничкой Ерофеевым и его спутниками — выпить, естественно. Ах да, я забыла: не Толстой, не Платон, не Флоренский — Веничка в это время был для меня Учителем Жизни, и его лозунг «всё на свете должно происходить медленно и неправильно» или, переводя на другой язык, «мы будем гибнуть откровенно» я считала единственно честной программой на будущее в окружающих нас обстоятельствах. <...>

Мы сидели за столом на кухне, открывая портвейн и шутя, <...> и я раскрыла конверт. Каково было действие этих несодержательных, вынужденных вежливостью строк воспитанного человека? Подняв глаза от очень белого листка со стройными черными буквами, <...> я увидела — слово «показалось» здесь не подходит — я увидела, что стол с моими собутыльниками физически отодвигается, как будто остается не берегу, а я отплываю от этого берега. Медленно. Но расстояние уже растет.

В самом деле, на этом берегу я никогда больше не бывала, притом что и встречи, и попойки еще продолжались, но:

На устах забытый стих  
Недочитанный затих,  
Дух далече отлетает.

Меня окликнула — в десяти строчках этого церемонного письма ни о чем — совсем другая, бодрая, разумная жизнь. Здесь, на берегу прощания, делать мне больше было нечего. Может быть, Аверинцев просто ненароком спас меня, кто знает»<sup>1</sup>.

Не только на популярных сайтах в Интернете, но и в учебной и научной литературе много странного написано про зависимость — и это не удивительно, так как в этом широко распространенном явлении действительно очень много непонятого. Так как слово «зависимость» обозначает широкий круг совершенно нормальных явлений (все мы от чего-нибудь или кого-нибудь зависим), а также существует еще и термин «физическая зависимость», далее мы будем чаще использовать слово «аддикция». У этого понятия тоже своя непростая история, оно часто меняло значения даже в пределах одной области знаний, но к настоящему моменту достигнуто соглашение в определении феномена аддикции. Раньше считалось (если речь идет о химической аддикции), что основным индикатором привыкания к наркотическому веществу служит так называемая физическая зависимость, т.е. физиологическая адаптация к регулярному присутствию определенного вещества в организме; она проявляется в специфическом синдроме отмены в результате резкого прекращения употребления, избыточного снижения дозы, уменьшения концентрации вещества в крови и/или введения антагониста. Физическая зависимость — ожидаемое с высокой вероятностью последствие (почти неизбежное для некоторых веществ) продолжительного употребления, но иногда она может развиваться уже после 48 часов употребления<sup>2</sup>. Существенно, что физическая зависимость может развиваться как в результате употребления наркотических веществ, так и веществ, не относимых к наркотическим, например сердечных препаратов бета-блокаторов, противовоспалительных кортикостероидов, трициклических антидепрессантов. Но важно то, что толерантность и физическая зависимость не являются неотъемлемыми признаками аддиктивного поведения, а некоторые препараты, к которым развивается сильное пристрастие, например кокаин, наоборот, не вызывают физического синдрома отмены.

И вопреки всем мифам развитие аддиктивного поведения, напротив, не является высокопредсказуемым последствием регулярного использования психоактивных веществ, а клю-

# «Антитеза аддикции — реальная связанность с миром»

Наталья Ивлиева, канд. биол. наук, науч. сотр. Лаборатории функциональной нейробиологии Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

Предыдущие статьи цикла см.: [trv-science.ru/tag/zhivotvoryashchiy-dopamine](http://trv-science.ru/tag/zhivotvoryashchiy-dopamine)



Наталья Ивлиева

чевым условием для его развития является предрасположенность индивидуума.

Седдон Саваж с соавторами обращают внимание на три фундаментальные концепции, важные для понимания аддикции<sup>3</sup>:

1) несмотря на то, что многие вещества обладают психоактивным потенциалом, ключевым фактором развития расстройства являются характеристики потребляющего;

2) аддикция — это заболевание, которое должно рассматриваться как с нейробиологической, так и психологической и социальной точек зрения;

3) аддикция — явление принципиально отличное от физической зависимости и толерантности.

## Роль дофаминергической системы среднего мозга в развитии аддикции

Большинство исследователей сходятся во мнении, что аддикция основана на патологической узурпации процессов научения, памяти, мотивационной регуляции, а также на дисфункциях фронтальных отделов коры больших полушарий, в норме регулирующих процессы принятия решений<sup>4</sup>. И ключевую роль в развитии этих изменений отводят уже неплохо знакомой нам мезокортиколимбической дофаминергической системе<sup>5</sup>. Речь уже заходила о зависимости от психоактивных веществ, и обычно, когда говорят об аддикции, психоактивные вещества обсуждают в первую очередь, но, как вы знаете, зависимость может развиваться далеко не только к ним. Хождение по магазинам, компьютерные игры, еда, социальные сети и многое-многое другое может оказаться агентом зависимости. Например, в руководстве по аддиктологии Г.В. Старшенбаума есть глава под названием «Аддикция к власти», где автор приводит такие любопытные рассуждения:

«Привыкание к признакам почтения требует всё большей лести от подчиненных, сокрытия сигналов неблагополучия. Рано или поздно проявления народной любви начинают не хватать, а если появляется реальная опасность поражения, <...> наступает синдром отмены. <...> Дисфория у властолюбца проявляется в форме постоянных угроз, поиска и наказания «виновных», число которых с каждым этапом деградации личности увеличивается. В лагерную пыль людей превращают даже за рассказанный о вожде анекдот. <...> Полмира генералиссимусу же мало. Сталин готов применить атомное оружие, чтобы завоевать весь мир. <...> Вознесшись от страха перед людьми на недостижимую для них высоту, вождь остается в «гордом одиночестве», обреченный на то, чтобы играть роль кумира, утрачивая остатки своего Я в собственных глазах. К концу жизни Сталин жаловался на невыносимое одиночество и умирал как злое чудовище — к нему долго боялись подойти...».

Не натяжка ли это? Действительно ли, что и в этом столь непростом случае многое объясняет именно аддикция?

<sup>3</sup> Savage S.R., Joranson D.E., Covington E.C., Schnoll S.H., Heit H.A. & Gilson A.M. (2003). Definitions related to the medical use of opioids: evolution towards universal agreement // Journal of Pain and Symptom Management. 2003. 26 (1). P. 655–667.

<sup>4</sup> Ивлиева Н.Ю. Нейробиологические механизмы аддиктивного поведения // Журнал высшей нервной деятельности. 2011. 61 (2). С. 133–150.

<sup>5</sup> Everitt B.J. et al. Neural mechanisms underlying the vulnerability to develop compulsive drug-seeking habits and addiction // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2008. 363(1507). P. 3125–3135; Pascoli V. et al. Sufficiency of Mesolimbic Dopamine Neuron Stimulation for the Progression to Addiction. 2015. // Neuron. 2015. 88. P. 1–13.

Ученые стараются изучать все доступные для исследования виды зависимости. И каждый раз они обнаруживают сходные изменения в дофаминовой системе<sup>6</sup>. Интересно, что по большому счету и последовательность изменений оказывается более или менее одинаковой: сначала очень быстро (часто после однократного применения, если речь идет о веществе) преобразуются связи внутри области скопления дофаминовых нейронов в среднем мозге, а затем уже гораздо медленнее происходят изменения в прилежащем ядре, куда эти нейроны отправляют свои проекции, и эти изменения параллельны развитию аддиктивного поведения<sup>7</sup>. И такая последовательность событий подтверждает слова Стентона Пила и Арчи Бродски о том, что «аддикция — это опыт, основанный на шаблонной <...> реакции человека на то, что имеет для него особое значение...»<sup>8</sup>.

Дофаминовая система среднего мозга традиционно рассматривается как единая «нервная валюта» любого вознаграждения. И это как будто делает ее связь с зависимостью само собой разумеющейся. Аддиктивное поведение, основанное на любом из агентов зависимости, не развивается в условиях блокады активности дофаминовой системы<sup>9</sup>, а стимуляция этой системы достаточно для превращения нормального поведения в аддиктивное<sup>10</sup>. Но далеко не все психоактивные вещества непосредственно активируют дофаминовую систему, и тем более далеко не все игры, магазины или еда (наверное, для власти сделано исключение). С другой стороны, многое, что активирует дофаминовую систему, не становится предметом зависимости. Поэтому в исследованиях аддикции также встает вопрос о специфике участия дофамина в поведении.

При экспериментальном разрушении дофаминовой системы среднего мозга или любых способах ее инактивации всякое поведение практически прекращается. Вероятно, можно рассматривать дофамин не только как модулятор, опосредующий мотивационные процессы или научение, но и как ресурс, без которого поведение невозможно. Тогда различные стимулы, претендующие на то, чтобы изменить поведение, могут конкурировать за влияние на активность дофаминовых нейронов среднего мозга, в том числе и стимулы, связанные с агентами зависимости.

Интересно в связи с этим, что Ричард Лэмб с соавторами предлагают рассматривать аддикцию как выбор, предопределяемый конкурирующими ассоциациями<sup>11</sup>. Такая точка зрения оставляет надежду для человеческого бытия оставаться, по словам Ясперса, бытием «решающим». И можно

<sup>6</sup> Volkow N.D., Wang G.J., Fowler J.S. & Telang F. (2008). Overlapping neuronal circuits in addiction and obesity: evidence of systems pathology // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2008. 363(1507). P. 3191–3200; Volkow N. D, Koob G.F. & McLellan A.T. Neurobiologic Advances from the Brain Disease Model of Addiction // The New England Journal of Medicine. 2016. 374 (4). P. 363–371.

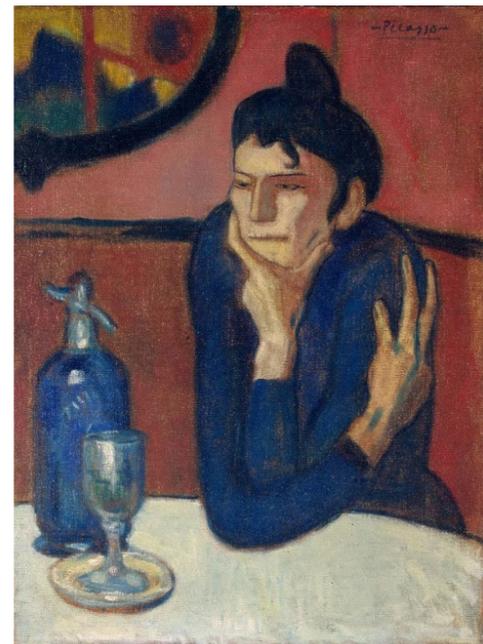
<sup>7</sup> Lüscher C. The emergence of a circuit model for addiction // Annu. Rev. Neurosci. 2016. V. 39. P. 257–276; Hearing M., Graziane N., Dong Y., Thomas M.J. Opioid and Psychostimulant Plasticity: Targeting Overlap in Nucleus Accumbens Glutamate Signaling // Trends Pharmacol Sci. 2018. V. 39. № 3. P. 276–294.

<sup>8</sup> Пил С., Бродски А. Любовь и зависимость. — М.: Институт Общегуманитарных Исследований, 2005.

<sup>9</sup> Wise R.A. Brain reward circuitry: insights from unsensed incentives // Neuron. 2002. 36 (2). P. 229–240.

<sup>10</sup> Pascoli V., Terrier J., Hiver A. & Lüscher C. Sufficiency of Mesolimbic Dopamine Neuron Stimulation for the Progression to Addiction // Neuron. 2015. 88. P. 1–13.

<sup>11</sup> Lamb R.J., Maguire D.R., Ginsburg B.C., Pinkston J.W. & France C.P. Determinants of choice, and vulnerability and recovery in addiction // Behavioral Processes. 2016. 127. P. 35–42.



Пабло Пикассо. Любительница абсента. 1901 год

предположить, что первым звеном развития аддиктивного поведения является преимущество, которое в этой конкурентной борьбе получают стимулы, связанные с потреблением наркотиков.

Этот выбор, безусловно, отчасти предопределяется и свойствами характера, и внешними обстоятельствами, влияющими на индивидуальные черты, но ведь это относится к любому выбору. И сейчас мне бы хотелось поделиться некоторыми соображениями по поводу злополучных индивидуальных особенностей.

## Проблема формирования индивидуальной уязвимости к риску развития аддикции

Одними из первых к проблеме индивидуальных особенностей уязвимого индивида обратились клинические психологи, и сразу стало очевидно, что проблема не имеет простого решения. Дело в том, что когда речь заходит об определенных индивидуальных особенностях человека с зависимостью, невозможно однозначно решить вопрос о том, в какой степени эти особенности сформировались под влиянием, например, регулярного употребления психоактивных веществ, а в какой были присущи индивидууму до начала развития расстройства.

Определенные подходы к решению этой проблемы в очередной раз представлены в исследованиях на животных. Черты личности, свойства характера — можно ли изучать это на крысах? Скептицизм здесь вполне обоснован, но давайте посмотрим. В двух работах я довольно подробно описала результаты этих исследований<sup>12</sup>, и к ним можно обратиться за ссылками на работы. Сейчас же просто приведу список индивидуальных особенностей, попавших под подозрение. Итак, в группе риска развития аддиктивного поведения оказались высокоподвижные особи, импульсивные животные, а также те, кто имеют склонность потреблять больше вкусной пищи. Они чаще принадлежат низкому социальному рангу. Интересно, что более уязвимы самки по сравнению с самцами, но только в период течки. Также в группу риска у животных, как и у людей, попадают особи в период взросления — подростки.

Безусловно, в развитии любых индивидуальных черт, в том числе и определяющих уязвимость, очень велика роль генетической предрасположенности, эти исследования сейчас всё больше набирают обороты, и уже нередко речь заходит об индивидуальных профилактике и лечении людей с определенными генетическими особенностями. Вероятно, это весьма недалекое, но все-таки будущее, хотя оно не скоро коснется всех. Поэтому сейчас мне хочется остановиться на общих нейробиологических закономерностях развития аддиктивного поведения и попытаться определить универсальный спектр внешних условий, которые могут привести к развитию как уязвимости, так и устойчивости в отношении аддиктивных расстройств. ▶

<sup>12</sup> Ивлиева Н.Ю. Нейробиологические механизмы аддиктивного поведения // Журнал высшей нервной деятельности. 61 (2). С. 133–150; Ивлиева Н.Ю. Нейрофизиологические основания популяционного подхода к профилактике развития аддиктивного поведения // Успехи физиологических наук. 2018. 49 (3). С. 41–51.

## Влияние окружения, или «контекста», на развитие предрасположенности к развитию зависимости

Вы наверняка не раз слышали: «Надо выпить, чтобы снять стресс». И действительно, стресс является наиболее мощным средо-вым фактором формирования интересующей нас уязвимости. Под влиянием стресса люди часто начинают употреблять психоактивные вещества, стресс влияет на эффекты действия веществ, также он относится к факторам риска для развития предрасположенности к зависимости (а также для эскалации зависимости и для возобновления злоупотребления веществом после длительного периода воздержания). Критичная для развития зависимости мезокортиколимбическая дофаминовая система находится под мощным влиянием ключевых систем организма, реагирующих на стресс, также она непосредственно реагирует на стрессорные раздражители, и механизмы взаимодействия этих систем в настоящий момент интенсивно изучаются.

Здесь надо сказать, что стресс не только повышает уязвимость индивидуума в отношении риска развития аддикции, но может повысить и устойчивость. Например, в экспериментах на обезьянах, которые проделали М. Надер и его коллеги, показано, что социальный стресс может повысить устойчивость организма, и, кроме этого, последствия стрессорного воздействия зависят от иерархического ранга особи<sup>13</sup>.

Ключевыми факторами, определяющими окончательный результат стрессорного воздействия на организм, являются, во-первых, заложенная в контексте возможность контролировать и предвидеть это воздействие; во-вторых, опять же, индивидуальные особенности организма, которые в свою очередь также могут во многом определяться предыдущим опытом, например в случае «выученной беспомощности»; в-третьих, интенсивность и продолжительность воздействия. Например, Э. Крофтон с соавторами рассматривают мягкий стресс как «прививку» устойчивости к пагубным последствиям предстоящих стрессорных воздействий<sup>14</sup>, ведь без них в жизни никак не обойдется.

Действие других факторов окружения, способствующих или препятствующих развитию индивидуальной предрасположенности к аддиктивным расстройствам, более однозначно по сравнению с эффектами стресса. Так, индивидуум оказывается более уязвимым, когда он развивается и живет в обедненной среде и в социальной изоляции, не формирует устойчивых социальных связей в период развития и после взросления, оказывается в низших рангах социальной иерархии, не имеет (или имеет в недостаточном количестве) альтернативного опыта с различными видами подкрепления. Напротив, индивидуум становится менее уязвимым, когда он развивается и живет в обогащенной среде, формирует устойчивые социальные связи, принадлежит к высшему рангу социальной иерархии, имеет эффективный опыт с различными видами подкрепления.

Теперь — внимание! — мы выделим из приведенных факторов уязвимости и устойчивости те, которые не являются изначально предопределенными и не относятся исключительно к прошлому опыту (как, например, опыт отлучения от матери в младенчестве или тяжелая травма). Не кажется ли вам, что все оставшиеся в списках из предыдущего абзаца факторы могут быть объединены на основе двух главных признаков: (1) наличия обогащенной среды и, что особенно важно, (2) возможности полноценных взаимодействий с ней. Например, социальный ранг напрямую связан с доступом к ресурсам, а формирование устойчивых социальных связей и наличие эффективного опыта являются

результатом такого взаимодействия; неоднозначность стрессорных воздействий на развитие уязвимости определяется не в последнюю очередь результатами предыдущих взаимодействий со средой.

В связи с этим наблюдением еще раз обратимся к приведенным нами чуть выше характеристикам уязвимого индивида. Заметьте, что вкусная еда, возможность для интенсивной физической активности, новизна — всё это, к предпочтению чего в большей степени склонны уязвимые организмы, — являются признаками обогащенной среды, нахождение в которой приводит к развитию устойчивости против аддикции. И нахождение самки в состоянии течки, а также подростковый период можно отнести к факторам, значительно повышающим востребованность обогащенной среды. И социальный ранг особи, как уже отмечалось, не в последнюю очередь определяет возможность доступа к обогащенной среде. И, наконец, рассматривая разные аспекты импульсивности (а их немало), А. Курцио и Э. Джордж с развитием аддикции связывают в первую очередь именно склонность к поиску ощущений<sup>15</sup>. То есть все названные признаки уязвимого индивида так или иначе связаны со значимостью для него обогащенной среды или возможностью взаимодействия с ней.

Теперь давайте сопоставим предыдущие выводы. Итак, (1) значимые стимулы могут конкурировать за влияние на критичную для развития аддикции активность дофаминергических нейронов среднего мозга, в том числе и стимулы, связанные с агентами зависимости, а зависимость может быть рассмотрена как выбор; (2) ключевыми средовыми факторами развития устойчивости к риску развития аддиктивного поведения являются обогащенная среда и возможность полноценного взаимодействия с ней; (3) все выявленные непатологические характеристики уязвимого индивида также указывают на важную роль взаимодействия с обогащенной средой; и еще добавим, что большинство компонентов обогащенной среды в экспериментах на животных уменьшают самовведение психоактивных веществ в той степени, в какой вовлекают животное во взаимодействие с самим собой. Складывается впечатление, что во всей совокупности эти факты свидетельствуют в пользу профилактического потенциала обогащенной среды. Более того, мне кажется, они указывают на исключительную значимость обогащенной среды: если не она, то что?

В исследованиях на животных помимо профилактического указывается и на «лечебный» потенциал обогащенной среды: например, показано, что если юных крыс после серии разнообразных интенсивных стрессогенных воздействий поместить в обогащенную среду, то обычных пагубных последствий таких воздействий — ни дефицита способности к обучению, ни характерного для депрессии поведения — не наблюдается. Существует также наблюдение, что альтернативный опыт с другими видами подкрепления приводит к ослаблению зависимости и у человека. Интересно, что количество дофаминовых нейронов у мышей после двухнедельного пребывания в обогащенной среде увеличивается на 14%. Обязательно посмотрите видео<sup>16</sup> к статье об этом исследовании<sup>17</sup>. Вот это среда! Вы позавидуете мышам (но хирургическую операцию, конечно, лучше пропустить).

Уильям Берроуз, справедливо критикуя полицейские методы борьбы с наркомагией, говорит: «Очевидно, что здравым и логичным решением была бы поддержка для тех, кто не может или не хочет бросить наркотики, и эффективное лечение для тех, кто хочет это сделать». Но современный человек, окруживший себя комфортом, почти перестал двигаться, создав многочисленные полезные институ-

ции, он всё меньше отвечает за свое образование и здоровье. По словам Жана Кокто, «мы уже, увы, не племя землепашцев и пастухов». Поэтому, вероятно, мер, названных Берроузом, может быть недостаточно, и нам нужна также эффективная программа профилактики зависимости. Профилактика — что может быть рискованнее?

Решу предположить, что основной целью эффективной популяционной программы первичной профилактики зависимости может стать развитие динамичной и разветвленной сети тесного и продуктивного взаимодействия индивида с обогащенной средой. Что такое «обогащенная среда»? Это среда, где есть разнообразие, где существуют возможности выбора и овладения новыми умениями и способностями, в которой на каждом этапе можно включиться в процесс преобразования и дальнейшего обогащения среды. Существенным свойством ее должно быть отсутствие полной предсказуемости, другими словами, наличие фактора неопределенности и/или риска. По сути, обогащенная среда призвана восстановить утерянные остроту и гармонию жизни. И если может показаться, что это звучит банально, то почему же тогда наши образовательные учреждения наводнены разными «профилактическими» программами совсем другого толка: их авторы соревнуются в том, кому удастся сильнее запугать подрастающее поколение. Вот только беда в том, что это не просто не работает, а работает в другую сторону, играя на руку современным тенденциям лишить человека личной инициативы и самостоятельности.

Сделанные в этом отступлении выводы что-то добавляют к нашему пониманию функции дофамина. Во всей непостижимой механистической сложности проступает его роль в наведении мостов и мостиков, связывающих нас с жизнью, обеспечивающих наше участие и творческое соучастие в ней. И что-то может пойти не так не только в случае поломки изощренного механизма, но и тогда, когда мы уж слишком полагаемся на крайне ограниченный набор мостов, с каждым шагом уменьшая возможность выбора и в итоге фактически отказываясь от свободы. И не так уж важно, запрещено движение по этим мостам или, наоборот, единодушно одобряется или даже навязывается обществом — в обоих случаях мы можем оказаться на грани краха человечности.

Также хочется добавить, что предпринятая нами первоначальная попытка дать наиболее общую характеристику обогащенной среде выявила аспекты, родственные тем, которые Джон Гатто называет «ресурсами, которые люди испокон века использовали для самообучения: личное пространство, право выбора, свободу от постоянного контроля и надзора, возможность получить собственный опыт, проживая самые разные жизненные ситуации»<sup>18</sup>. Соглашаются наши выводы и с утверждением Стентона Пила и Арчи Бродски о том, что «антитеза аддикции — реальная связанность с миром». И я полностью согласна с Бренданом Диллом и Ричардом Холтоном<sup>19</sup> в том, что «самоконтроль — тяжелая работа» и «когнитивное желание» (*cognitive desire*) с огромным усилием противостоит аддиктивным побуждениям (*incentive salience desires in case of addiction*), но я абсолютно не согласна с ними в том, что в этом противостоянии и заключается самоконтроль. Аддиктивному желанию может реально и эффективно противостоять не когнитивное желание, не абстрактное представление о том, что такое «хорошо», а только желание, имеющее ту же природу побуждающей значимости (*incentive salience desires*), желание именно того, что для нас по-настоящему важно и ценно в жизни. Настоящий самоконтроль приходит с пониманием того, что человек выбирает не просто то, что он будет делать, но и то, «чем он будет в следующее мгновение» (Виктор Франкл). Не «мускульная воля», не когнитивная воля, а воля... дофаминовая, движущая ту бодрую жизнь, что окликнула Ольгу Седакову в письме Сергея Аверинцева. ♦

<sup>18</sup> Гатто Дж. Фабрика марионеток. Исповедь школьного учителя. — М.: Генезис, 2006. С. 19.

<sup>19</sup> Dill B., Holton R. The Addict in Us all // Front Psychiatry. 2014. 5. P. 139.



Вольфганг Паули (слева) и Пауль Эрэнфест на пароме по пути на конференцию в Копенгагене, 1929 год

Окончание. Начало см. на стр. 10–11

«Прежде всего я хотел бы отметить, что я в высшей степени согласен как с общей тенденцией заметки, так и с большим количеством частных. Мне стало особенно ясно, что статистическое толкование теоретических результатов возникает в том месте, где замкнутая система делится на две части, которые интерпретируются как измеримый объект и инструмент измерения, и тогда спрашивается, что можно сказать об одной части, не зная второй» [9, с. 411].

Почти те же слова говорил и Вернер Гейзенберг на обсуждении доклада Бора.

В целом конференция в Копенгагене стала важным этапом в развитии квантовой механики. Осенью 1927 года завершилось оформление «копенгагенской интерпретации» новой науки о микромире. Впервые представительному собранию физиков было рассказано о принципе неопределенности Гейзенберга и принципе дополненности Бора. Правда, боевого крещения новой интерпретации не получилось, у этого подхода в Копенгагене не нашлось достойных оппонентов. Зато они появились спустя месяц после конференции в Копенгагене на Пятом Сольвеевском конгрессе, проходившем 24–29 октября 1927 года в Брюсселе.

Статья основана на материале, вошедшем в книгу «Альберт Эйнштейн и „революция вундеркиндов“» (М.: URSS, 2021)

## Литература

1. Айзексон У. Альберт Эйнштейн. Его жизнь и его Вселенная. М.: АСТ, 2016.
2. Meyenn K. von. Eine Entdeckung von ganz außerordentlicher Tragweite. Band 1. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2011.
3. Френкель Я. Международный физический конгресс в память А. Вольфы в г. Копенгагене. Сборник избранных научно-популярных работ, с. 247–258. Л.: Издательство «Наука», Ленинградское отделение, 1970.
4. Hermann A. Die Jahrhundertwissenschaft. Werner Heisenberg und die Physik seiner Zeit. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1977.
5. Mehra J., Rechenberg H. The Historical Development of Quantum Theory. Vol.6, Part 1. New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.
6. Беркович Е. Революция в физике и судьбы ее героев. Альберт Эйнштейн в фокусе истории XX века. М.: URSS, 2018.
7. Гейзенберг В. О наглядном содержании квантотеоретической кинематики и механики // Успехи физических наук, т. 122, 1977. С. 651–671.
8. Oskar K. Session IV. Interviewed by J.L. Heilbron and L. Rosenfeld. Location: Carlsberg, Copenhagen, Denmark. Oral History Interviews. 28 February 1963 g. aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4709-4.
9. Pauli W. Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u. a. Band I: 1919–1929. Hrsg. v. Hermann Armin u. a. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag, 1979.
10. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. Пер. с англ. В. Н. Покровского. Под ред. Л. И. Пономарёва. М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. литературы, 1985.
11. Bohr N. The quantum postulate and the recent development of atomic theory. Atti del Congresso Internazionale dei Fisici (10–20 Settembre 1927, Como-Pavia, Roma), S. 565–598. Bologna: N. Zanichelli, 1928.
12. Heisenberg W. Schritte über Grenzen. Gesammelte Reden und Aufsätze. München: R. Piper & Co. Verlag, 1971.
13. Leon R. Session I. Interviewed by: Thomas S. Kuhn and John L. Heilbron. Location: Carlsberg. Oral History Interviews. 1 July 1963. aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4847-1.
14. Дирак П. Воспоминания о необычайной эпохе. Сборник статей. Перевод с англ. Н. Я. Смородиной. Под ред. и с послесловием Я. А. Смородиной. М.: Наука, 1990.
15. Heisenberg W. Liebe Eltern! Briefe aus kritischer Zeit 1918 bis 1945. Hrsg. von A. M. Hirsch-Heisenberg. München: Langer-Müller Verlag, 2003.

<sup>13</sup> Nader M.A., Czoty P.W., Gould R.W. & Riddick N.V. Positron emission tomography imaging studies of dopamine receptors in primate models of addiction // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2008. 363 (1507). P. 3223–3232.

<sup>14</sup> Crofton E. J., Zhang Y. & Green T. A. Inoculation stress hypothesis of environmental enrichment // Neurosci. Biobehav. Rev. 2015. 49C. P. 19–31.

<sup>15</sup> Curcio A.L. & George A.M. Selected impulsivity facets with alcohol use/problems: the mediating role of drinking motives // Addictive Behaviors. 2011. 36 (10). P. 959–964.

<sup>16</sup> ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4354542/

<sup>17</sup> Tomas D. et al. Environmental Modulations of the Number of Midbrain Dopamine Neurons in Adult Mice // J. Vis. Exp. (95). e52329.

# Показывая птиц на Белом море

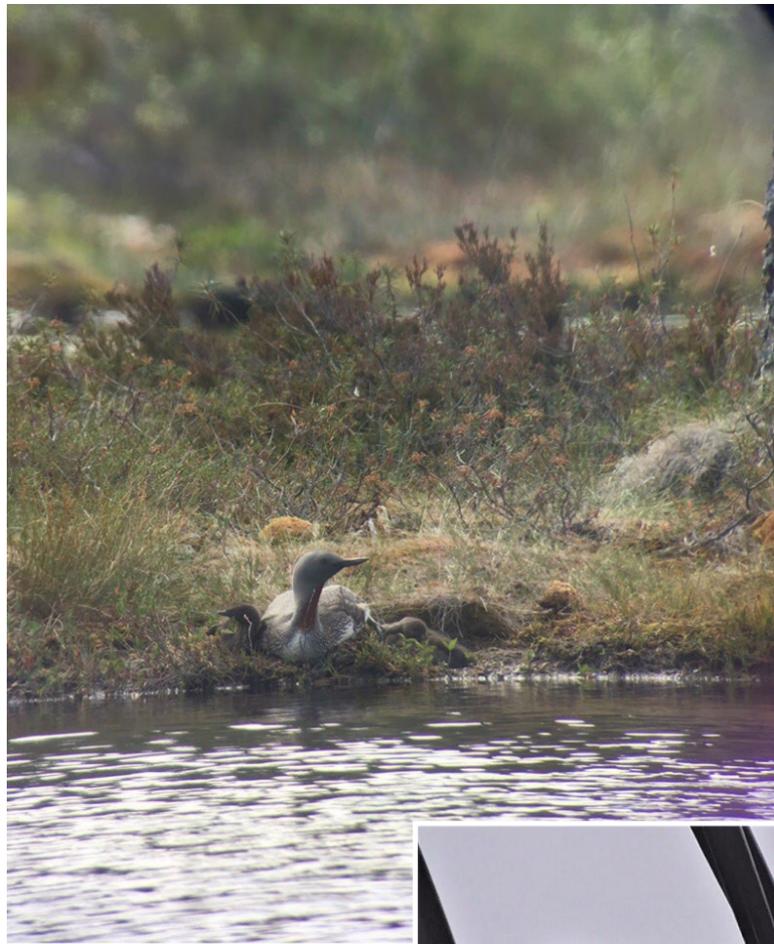
Павел Квартальнов, канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. кафедры зоологии позвоночных биологического факультета МГУ

Начну с самой для меня неожиданной встречи. На Беломорской биостанции обычен орлан-белохвост, и хотя бы на одной из экскурсий студенты видят этого мощного хищника. Порою орлан позволяет рассмотреть себя с близкого расстояния, но за его охотой редко удается наблюдать. Однажды в ненастный день с дождем и сильным ветром мы спустились по тропе через скалы к морскому заливу, не рассчитывая на интересные встречи с птицами. Однако, выйдя к морю, успели увидеть, как орлан, сделав дугу над водой, грузно опустился в волны. Задержавшись на воде, как нередко делает эта птица, когда ловит рыбу, орлан не поднялся в воздух, но начал плыть к обнажившимся на отливе камням, загибая огромными крыльями. Мы поспешили к месту, куда выбралась птица, но прежде чем мы подошли, орлан отдохнул и спокойно улетел. Позднее я узнал, что такая тактика нередко на Белом море: орлан плывет к берегу, поймав крупную добычу, которую не может поднять в воздух, или что-то еще мешает ему спокойно подняться с воды, однако мне ни самому, ни со студентами наблюдать такое больше не удавалось.

Вообще море предоставляет уникальную возможность понаблюдать за соперничеством хищника и жертвы. Сухопутная птица, летящая над водной гладью, становится практически беззащитной перед пернатым хищником. Из окна лаборатории мы наблюдали, как быстрый сокол — чеглок — напал на пеночку, пытавшуюся перелететь морской пролив. Не обращая внимания на носящихся в волнении ласточек, чеглок бросился за пеночкой — и на очередном вираже схватил ее. Ни уйти под воду, ни куда-либо еще скрыться у птицы не было возможности. В другой раз мы видели, как большого улиты, перелетавшего узкий пролив между островом и материком, заметили два чеглока, охотившиеся над островом на каких-то насекомых. Хищники принялись по очереди долбить свою жертву: когда после очередного броска один чеглок взмывал в небо, тут же на кулика пикировал другой чеглок. Улит в панике падал на воду, буквально ползком продвигаясь к берегу, но чеглоки не оставляли его, пока улит не добрался до литорали. На счастье этой птицы, хищники лишь отрабатывали слаженные действия (по мотивам этих наблю-

дений я написал эпизод про нападение чеглока Элеоноры на деревенскую ласточку, героиню книги «Дневник ласточки», которую мы придумали с художницей Ольгой Пташник). Не всегда и для кулика такая встреча оканчивается благополучно. На другой экскурсии мы видели, как более крупный сокол — сапсан — сбил перелетавшего пролив кулика-перевозчика, затем вернулся, чтобы подобрать с воды уже бездыханное тельце, и разделял его на берегу. Но при достаточном везении и перевозчик может спастись в, казалось бы, безнадежной ситуации. Мы спугнули такую же птичку, начавшую низко над водой пересекать небольшой залив. Ей наперерез, со стороны леса, тоже над самой поверхностью спокойного моря, ринулся сокол-дербник. В момент, когда пути этих птиц должны были пересечься, перевозчик исчез. Дербник поднялся на метр-полтора над водой, завис, пытаясь определить, куда пропала жертва. Так и не поняв, вернулся в лес. И только когда хищник удалился, перевозчик вынырнул, посидел немного на воде, почти сразу поднялся на крыло и спокойно долетел до спасительного берега.

Одна из гарантированных встреч на экскурсиях, особенно в начале августа, — с парой краснозобых гагар, выводящей птенцов на небольшом озере в полчасе спокойной ходьбы от биостанции. Летом 2021 года, в начале августа, птенцы были совсем крошечными пуховичками. Вскоре они



Краснозобая гагара с птенцами на Верхнем озере (Беломорская биостанция МГУ). 10 августа 2019 года. Фото сделано студентами через подзорную трубу во время экскурсии

пропали. По-видимому, ими полакомилась рысь, на тот сезон поселившаяся в лесу у биостанции. Когда мы пришли к озеру с очередной группой студентов, там плавали только две взрослые птицы. Мы установили подзорную трубу, начали рассматривать их, я начал свой рассказ, как вдруг над озером появилась третья гагара. Она сделала несколько кругов, выгибая шею, расставив ноги и постепенно снижаясь. Наконец опустилась на воду, поплыла к двум сидевшим на озере птицам. Три гагары плавали вместе, молча, демонстрируя классическое «смещенное поведение»: они опускали клювы в воду, будто высматривали добычу, хотя интересные для гагар рыбы в озере не обитают (всю рыбу эти птицы добывают на море). Наконец, все три гагары нырнули, и под водой одна из местных птиц напала на пришлю: когда, опять же одновременно, гагары вынырнули, одна из хозяек буквально сидела на госте. Вырвавшись, гостя начала убегать. Хозяйка приподнялась в воде, расставив крылья, как птеродактили на старинных реконструкциях, начали двигаться вслед нарушительнице их владений. Та же поднялась, «на носочки», стала убегать по воде,



Павел Квартальнов

Бывают и классические истории, которые все-таки совсем не ожидаешь показать на Белом море. Уже заканчивая послеобеденную экскурсию, мы проходили по поселку биостанции. Вдруг раздались резкие монотонные крики. Еще не веря слуху, я повел к ним студентов, и мы увидели кедровку, сидевшую на высокой антенне нового здания. Кедровки живут и в Подмоскovie, но их правильнее называть «ореховками»: эти птицы запасают на зиму орехи лещины, успешно разбивая их крепким клювом. Настоящие же кедровки, соответствующие своему названию, обитают в Сибири, где и растет сибирская кедровая сосна, чьи семена они распространяют, запасая их во множестве и не опустошая полностью свои запасы. Именно эти птицы в поисках корма порою летят на сотни километров на запад, особенно в годы, бедные кедровыми орешками, и именно они могут залетать на берега Белого моря. Все это я успел проговорить студентам, пока кедровка, слетев с антенны, искала корм на земле почти у наших ног. Затем она перелетела ближе к складам и столовой и обнаружила там два молодых, но уже покрытых шишками дерева сибирского кедра. Деревца, высаженные людьми, остаются единственными зрелыми сибирскими кедром на сотни километров вокруг. Приземлившись в крону одного из них, кедровка начала мастерски сбивать шишки и, унося их то на ветви березы, то на провода, добывать семена. Осмотрев несколько шишек, кедровка разочарованно улетела: большинство семян оказались пустыми. Позднее, однако, я нашел следы кормежки этой птицы под другой сосной, и несколько орешков оказались тщательно разбиты. Среди орешков, оставшихся в шишках, мне и самому удалось найти один полный. Я вспомнил, что в полукилометре от биостанции, на краю леса, выходящем к морю, я видел молодой кедр, по-видимому, «посаженный» именно кедровкой. Те-



Кедровка, залетевшая на Беломорскую биостанцию МГУ, с шишкой сибирского кедра. 24 августа 2022 года. Кадр с видео Павла Квартальнова

держала туловище вертикально. Потом наклонила корпус, побежала так, постепенно разгоняясь, и наконец взлетела. Поднявшись над озером, сделала еще несколько кругов, взмыла высоко в небо. Там к ней присоединилась другая птица, и вместе они улетели. Хозяйка недолго плавали, потом одна из птиц поднялась над озером, начала летать кругами, с призывными криками, не замечая стоявших на берегу людей. К ней присоединилась вторая гагара, и хозяйка тоже улетела. Как я попытался объяснить студентам, птицы второй пары, видимо, поняли, что птенцы у резидентов погибли, начали присматривать место, проверить, нельзя ли заселить это озеро, вернувшись туда на следующий год. Уж очень оно привлекательно, с островком, где кладка и птенцы гагар могут быть в относительной безопасности (не случайно гагары гнездятся там уже не один десяток лет). Но получили отпор. Нам повезло наблюдать весь конфликт, с начала до завершения.

перь мое предположение подтвердилось. Оказалось, что и кедровки бывают на биостанции хоть редко, но регулярно, и кедровки дают достаточно семян, чтобы кедровки запасали их, распространяя эти деревья. Молодое деревце сибирского кедра, выросшее из-под старого елового пня, я показал студентам на следующий день.

Конечно, это далеко не все интересные встречи, произошедшие на глазах у присутствовавших на экскурсиях студентов. Я настолько привыкаю рассказывать об уникальности этих встреч, что теперь не могу в полной мере наслаждаться редкими наблюдениями за птицами и млекопитающими, когда нахожусь в одиночестве, так необходим мне заинтересованный собеседник. ♦

Чеглоки Элеоноры встречают перелетных птиц над Средиземным морем. Иллюстрация Ольги Пташник к книге «Дневник ласточки», написанной в том числе по наблюдениям как автора текста, так и художника за птицами на Белом море



Герой нашего очерка родился в 1917 году в Пенсильвании, в семье еврейских эмигрантов: отец его был родом из закарпатского города Мукачево (ныне Украина), а мать — из Литвы. У отца был довольно успешный мебельный магазин, так что семья не бедствовала. Ни о каких науках в доме и речи не шло.

Средняя школа показала юному Дэвиду очень скучной, но учился он хорошо, так что позднее его учитель физики сказал, что из всех, кого он учил, Бом был самым способным.

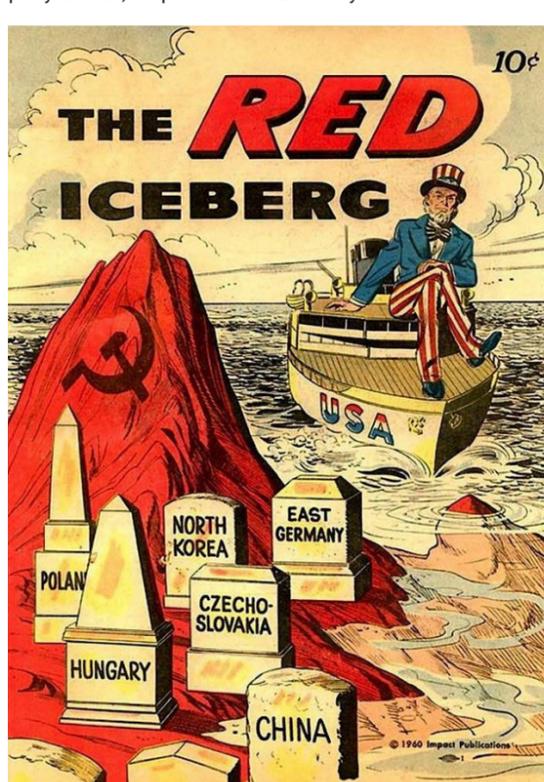
Интерес к науке возник, когда десятилетний Дэвид увлекся научной фантастикой. Он залпом проглотил классиков — Эдгара По, Жюль Верна и Герберта Уэллса. Тогда же он стал интересоваться астрономией, но чисто теоретически. Лет с 12 начался период увлечения электрическими явлениями — он изучал периодическую таблицу элементов, чтобы определить, какие из них имеют наибольшую химическую активность для производства максимума энергии.

Отец не одобрял увлечений сына, но и не мешал им. Он искренне не мог понять, как сын собираются зарабатывать на жизнь наукой, в насмешку называя ее «ученизмом». Однако поступлению сына в колледж для изучения физики не возражал. По окончании колледжа Бом получил стипендию в 600 долл. и право поступления в любой университет США. Он выбрал Калтех, Калифорнийский технологический институт.

Там ему совсем не понравилось — на его вкус там было слишком много разных курсов и основное внимание уделялось решению абстрактных задач, часто просто для процесса их решения. Не то, чтобы ему это было трудно, — напротив, решал он их настолько хорошо, что часто ассистенты использовали именно его решения, но всё равно не нравилось, что остается мало времени для размышлений.

На втором курсе он занялся рассеянием света в газах, но аналитическое решение найти не смог, а заниматься долгими вычислениями ему не улыбалось. Тогда он решил заняться чем-то другим, и по совету коллеги обратился к Роберту Оппенгеймеру. Это было в 1941 году.

В Беркли вокруг Оппи сложилась очень активная группа молодежи, что очень устраивало Бому. По совету руководителя он занялся протон-нейтронным рассеянием, что должно было стать темой его диссертации. Ему удалось получить весьма важные результаты, но работа не была опубликована, более того, она была сразу же засекречена, так что PhD он получил в 1943 году даже без защиты диссертации.



«Красный айсберг». Плакат эпохи маккартизма. 1960 г.

# Дэвид Бом: «белая ворона» в физике и в жизни

Виталий Мацарский



Виталий Мацарский

Как известно, Оппенгеймер был назначен руководителем атомного проекта в Лос-Аламосе. Многие из группы последовали за ним. Но некоторые не получили допуск к секретным работам от спецслужб. Бому заявили, что у него слишком много родственников в Европе. Как позднее выяснилось, почти все они погибли в концлагерях.

В кружке Оппи говорили не только о науке, обсуждалась и общеполитическая обстановка, причем с все-

определение структуры ДНК. Группа занималась ионизацией гексафторида урана с последующим использованием циклотрона как масс-спектрометра для разделения изотопов. Выход был очень низким, так что на практике такой процесс применения не нашел.

Затем Бом занялся изучением свойств ионов, получаемых в результате дугового разряда, и их поведения во внешнем магнитном поле. В атомном проекте эти исследования негодились, но стали основой для дальнейших исследований плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Однако само исследование заставило Бому задуматься над поведением пятого состояния вещества.

Блемам настолько впечатлил Джона Уилера, что он предложил Дэвиду должность ассистента профессора в Принстонском университете.

В Принстоне Бом работал очень успешно. Он продолжал заниматься физикой плазмы и применил некоторые взятые оттуда приемы к проводимости электронов в металлах и их коллективному поведению. Тогда же, в 1947 году, он приступил к чтению лекций по квантовой теории и электродинамике.

На основе этих лекций в 1951 году он опубликовал учебник<sup>1</sup>, памятуя о том, что это лучший способ разобраться в какой-нибудь теме. Книга оказалась настолько удачной, что переиздается по сей день. Тогда ее оценил и Эйн-



Конференция в Шелтер-Айленде в 1947 году. Дэвид Бом — крайний справа. Роберт Оппенгеймер — второй слева (с трубкой в руках). Сидят на диване (слева направо): Абрахам Пайс, Ричард Фейнман, Герман Фешбах. Фото из статьи: Dyson F. Hans Bethe and quantum electrodynamics // Physics Today. 2005. 58 (10). P. 48–50

ма левых позиций. В результате Бом стал изучать марксизм. Ему не очень нравилось осуществление идей коммунизма на практике, в частности, сталинские показательные процессы, пакт Молотова — Риббентропа и подчинение индивиду коллективу. Это же он ставил в упрек и Карлу Марксу, который, по его мнению, предавал чересчур много внимания экономике в ущерб анализу отношений личности и общества. Зато Гегель его восхищал, в особенности своей идеей единства противоположностей, а также мыслью о том, что природа едина.

В результате в ноябре 1942 года Бом стал членом партии США, но вышел из нее менее чем через год из-за, по его словам, «постоянной грызни функционеров, стремившихся забраться на должность повыше».

В августе 1943 года в Беркли прибыла группа англичан для работы в радиационной лаборатории. Среди них был и Морис Уилкинс, удостоенный позднее вместе с Уотсоном и Криком Нобелевской премии за

«Упорядоченность в плазме совсем не похожа на то, что наблюдается в движении жидкости, где скорости каждой частицы связаны с их локальным средним значением. В плазме средняя локальная скорость значения не имеет, поскольку она непосредственно не связана с какими-либо силами. Не важна даже средняя локальная плотность. Таким образом, движение плазмы проявляется лишь на больших расстояниях, тогда как локально она практически не отличается от идеального газа», — писал Бом.

Это наблюдение произвело сильное впечатление на ученого: каждый электрон вроде бы был свободен, но в то же время из-за дальнедействующей силы его поведение слегка меняется, и эти небольшие изменения в свою очередь ведут к дальнедействующему коллективному движению. Для Бомы здесь явно прослеживалась аналогия с индивидами в обществе, где каждый независимо действует в своих интересах, но тем не менее в обществе как-то возникают и закрепляются определенные тенденции и пути развития. Эти мысли тревожили ученого всю жизнь.

Потом Бом полгода проработал с Оппенгеймером, занимаясь сверхпроводимостью и квантовой электродинамикой, где предложил свой способ устранения возникавших там бесконечностей. Однако рецензенты отвергли эту работу, хотя потом некоторые признавали, что в ней содержались зачатки теории, за которую позднее Фейнман, Швингер и Томонага получили Нобелевскую премию. Подход Бомы к этой и другим про-

штейн, работавший в Институте перспективных исследований. Он позволил Бому и пригласил его на беседу, в ходе которой сказал, что это было, пожалуй, лучшее известное ему изложение взглядов Нильса Бора и его школы с ее так называемой копенгагенской интерпретацией квантовой теории. Однако и она не смогла повлиять на его убеждения в том, что квантовая механика, несмотря на все свои успехи, неполна.

Казалось бы, всё для Бомы складывалось неплохо, но тут в США грянула эпоха маккартизма. Бому припомнили его левые взгляды, недолгое членство в компартии и в 1948 году предъявили обвинение в антиамериканской деятельности. В те времена членство в компартии считалось преступлением, так что последствия для Бомы могли быть весьма серьезными. Проконсультировавшись с адвокатами, он решил прибегнуть к пятой поправке к Конституции США, которая позволяла обвиняемому не давать показаний, которые могли бы быть использованы против него. От него вроде бы отстали, но с началом Корейской войны волна антикоммунизма поднялась с новой силой, и в 1949 году Бом снова вызвали в суд. На этот раз апелляция к пятой поправке не помогла — его задержали и отправили в тюрьму; правда, вскоре освободили под залог в 1,5 тыс. долл. Тут же пришло письмо из Принстонского университета, извещавшее о том, что он освобожден от своих обязанностей и больше никогда не должен переступать порог университета. Однако зарплату ему про-



Дэвид Бом («Википедия»)

должны были платить, так как он был на краткосрочном контракте.

В июне 1950 года Бом предстал перед судом в Вашингтоне, где снова отказался от дачи показаний, ссылаясь на пятую поправку, и в конце концов был оправдан. На его счастье Верховный суд постановил, что в случаях, аналогичных случаю Бомы, ссылка на пятую поправку допустима. Это и послужило причиной его оправдания, причем за всё время этих судебных разбирательств никаких конкретных обвинений ему предъявлено не было.

Эйнштейн хотел взять Бому себе в ассистенты, но этому воспротивился Роберт Оппенгеймер, ставший к тому времени руководителем Института перспективных исследований, где работал Эйнштейн. Оппи и сам прошел через чистилища судов маккартизма и, несмотря на все свои заслуги, был лишен допуска к секретным работам. Но институт в Принстоне ему возглавить всё же позволили.

Оппенгеймер понимал, что его заслуги в атомном проекте все-таки зачислились и с ним обошлись не слишком сурово, а вот Бому в США грозили большие неприятности. Главное, что он вряд ли смог бы где-то найти работу по специальности. Его кандидатуру просто не стали бы даже рассматривать. Тогда Бом решил перебраться в Бразилию. По протекции работавших в Принстоне бразильских физиков Бому удалось в 1951 году занять должность профессора в Университете Сан-Паулу. Помогли и рекомендации Эйнштейна и Оппенгеймера.

Едва Бом обосновался в Бразилии, как к нему явились американские официальные лица и отобрали у него паспорт гражданина США. Оставшись без гражданства и без паспорта, ученый не мог никуда выехать из страны. Так началась его ссылка, длившаяся много лет.

Несмотря на эту жуткую нервотрепку, Бому всё же удавалось успешно заниматься физикой. В 1952 году он опубликовал две работы, в которых предложил интерпретацию квантовой механики, альтернативную копенгагенской. Еще во время чтения лекций в Принстонском университете ученому стала приходить в голову мысль, что декларируемый копенгагенской школой индетерминизм квантовой механики можно заменить полностью детерминистской теорией. Бом стал сомневаться, можно ли говорить о механике, если в ортодоксальной интерпретации у частицы нет траектории, а есть лишь вероятность ее обнаружения в той или иной точке пространства. Однажды он даже заявил, что термин «квантовая механика» вводит в заблуждение — скорее эту теорию следовало бы называть «квантовая НЕ-механика».

<sup>1</sup> Бом Д. Квантовая теория. М.: Физматлит, 1961.

Окончание см. на стр. 16



# Русская осень

Уважаемая редакция!

Владимир Ильич Ленин жестко критиковал буржуазную интеллигенцию, известна его крылатая фраза о том, что это не мозг нации, а кое-что еще. И в наше капиталистическое время эта фраза остается исключительно верной, если говорить не про воспитанную в СССР народную интеллигенцию, не про российскую патристическую интеллигенцию, а про либерально-капиталистическую интеллигенцию, для которой Запад — маяк и светоч цивилизации, а всё остальное — царство зла, варварства и жестокости. Ее состав разнороден. Это и разного рода офисные хомячки, получающие неадекватно большие зарплаты за протирание штанов в банках и разных IT-конторках. Это и различные аналитики и консультанты, паразитирующие на государственных и частных контрактах и мнящие себя пупами Земли. Это, конечно, и некоторые представители научно-образовательного сообщества, привыкшие всегда держать фигу в кармане. Их тошнит от слова «патриотизм», но они готовы с огромным удовольствием проехать не только западные, но и российские гранты, главное, чтобы денег было побольше, побольше.

В моральном плане всю эту публику можно охарактеризовать просто: гнильца! В спокойные времена она привыкла ходить по ресторонам, ездить по зарубежным курортам и перемывать косточки власти. Иногда это сытые и самодовольные, уверенные в себе деятели, а иногда желчные и дерганые. Но роднит их одно — отношение к своей стране. И в нынешний грозный момент, когда до зубов напичканные натовским вооружением украинские националисты поперли на наши позиции на севере и на юге Украины, когда Родина обратилась к своим гражданам посредством Указа президента, от них бесполезно ждать хотя бы проблесков гражданственности и патриотизма.

В страхе за свою драгоценную шкуру многие представители так называемой интеллигенции побежали пачками скупать наличную валюту, закупать билеты на самолеты, на худой конец устремились на своих машинах к финским, грузинским и казахским границам. Сотнями тысяч! В панике некоторые даже бросали машины на пограничных переходах. Как некогда сказал товарищ Цицерон — о времена, о нравы!

Другие, и к их числу относится значительная часть либеральной научной интеллигенции, избрали иную тактику. Они умные, шкурки своей драгоценной им жалко, но и слезать с государственного кошта им также не хочется, поэтому они тут же закричали, что ученые очень-очень ценны, что нужно предоставить им бронь и отсрочку — аспирантам и молодым ученым, кандидатам и докторам. Самое смешное в том, что руководство страны и без того уделяет большое внимание сохранению научного потенциала, и без криков либералов оно даст и дает все нужные брони и отсрочки.

Ценность ценностью, коллеги, но ведь должна быть и совесть, должна быть гражданственность, должен быть патриотизм! Не каждый готов прятаться за бронью, радуясь, что взяли не его, а кого-то другого. Вы не подумайте, я бы сам отправился отдать свой долг, не дожидаясь повестки, но старость не радость. Мало я нынче пригоден для боевых действий. Я гораздо больше пользы стране смогу принести здесь, в тылу, укрепляя стойкость и уверенность в победе у нашего населения. И, безусловно, постараюсь это сделать.

Но есть у меня и повод для радости. Есть в нашем научном сообществе много настоящих патриотов, которые понимают, что мы должны противостоять небывалому натиску Запада. Патриоты, которые готовы еще ударнее работать на благо страны, в том числе укрепляя ее обороноспособность. Которые готовы, если надо, вновь и вновь затянуть пояса, продолжая свой нелегкий труд. Которые всегда поддержат национального лидера и его действия.

А, главное, я очень рад, что вслед за Русской весной 2014 года, когда Крым вернулся в родную гавань, наступила Русская осень 2022 года, когда в состав Российской Федерации согласно практически единодушной воле народа, высказанной на референдумах, наконец вернулись еще четыре региона, некогда прозябавших под украинским гнетом: ДНР, ЛНР, Запорожская и Херсонская области. Это великий праздник не только для жителей этих областей, но и для каждого гражданина и патриота России! Когда я поднимал свой стакан, у меня по щекам текли слезы, и это были слезы гордости и радости. Надеюсь, это не последние регионы, которые вернулись в нашу большую семью.

А вот кое-кому западнее нас я не позавидую. Потому что для всяких там немцев и поляков без нашего газа скоро наступит Русская зима. И их мне не жалко: нечего плясать под американскую дудку, нечего вредить России. Американцы уже отблагодарили их по достоинству, подорвав наши трубопроводы. Впрочем, наша страна не злая: мы готовы понять и простить замерзших европейцев, если они расскажут и признают свои ошибки, откажутся от своей близорукой позиции и поймут, что возвращение исторически российских территорий в Россию неизбежно.

Ваш Иван Экономов

Публикуем еще один рассказ о лете (см. опрос в предыдущем номере: [trv-science.ru/leto-truda-i-trevogi](http://trv-science.ru/leto-truda-i-trevogi)).



Андроник Арутюнов

Андроник Арутюнов, ст. науч. сотр. Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, преподаватель Свободного университета, куратор раздела «Математика» в «Яндекс.Кью»

— Как вы провели лето? Над чем работали? Удалось ли отдохнуть?

— Впервые за 12 лет лето я провел без походов. Раньше бывал на Кавказе, Алтае, Северном Урале, в Хибиных... Сейчас так и не нашел в себе сил съездить куда-то. Побывал, правда, в одной «недружественной» стране у друзей и коллег. Но в общем и целом лето (и не только) прошло под рабочим флагом, как и всегда в моей жизни: наука, профсоюз и Свободный университет, ворвавшийся в мою жизнь два года назад.

Кое-что даже удалось сделать. Скажем, по научной линии разобраться с дифференцированиями в бимодулях и как их описывать при помощи характеров. Не удалось доработаться, как это всё стыкуется с грубой геометрией, но мы работаем над этим.

— Что помогает хотя бы отчасти сохранить душевное равновесие и работоспособность в текущей ситуации? Где вы черпаете энергию?

— Хочется сказать, что придерживаюсь философии стоицизма, но это, наверное, излишне пафосно. Поэтому скажу проще. Я стараюсь решать те вопросы, которые находятся в моей власти. Наука — в моей. Работа над развитием Свободного университета — в моей, говорить правильные вещи, которые зачастую оказываются полезными для слушателей в том смысле что «это не я сошел с ума» — тоже.

Смысл моей жизни, как и очень многих оставшихся в России, — бороться за лучшее будущее. Возможностей для такой борьбы немного, но они есть. А раз есть — значит, нужно бороться.

Окончание. Начало см. на стр. 15

За время пребывания в Бразилии (где Бому не очень нравилось, ведь это была научная провинция, и обучение физике происходило догматически, в основном заучиванием наизусть формулировок и решением многочисленных задач, не имевших практического значения) ученому всё же удалось обратиться в свою веру некоторых студентов. И вот что из этого вышло.

В качестве темы своей диссертации в 1967 году бразильский аспирант взял развитие идей Бомы в квантовой механике и разослал препринт своей работы нескольким коллегам. Вскоре его отец, тоже физик, получил письмо от приятеля по имени Отто Фриш, человека в физике очень известного — незадолго до Второй мировой войны вместе со своей тетушкой Элизабет Мейтнер он установил, что ядро урана может делиться при бомбардировке нейтронами, и оценил примерный выход энергии.

Так вот, Отто Фриш писал в Бразилию, что на карту поставлено нечто большее, чем физика. Ортодоксальная копенгагенская интерпретация утверждает, что физика занимается измерениями, а не объектами: «Это смахивает на идеализм, а потому отвергается коммунистами. Справедливо также обратное — все, кто на Западе сомневается в ортодоксальной интерпретации, пусть и по объективным причинам, подозреваются в коммунистических взглядах». Защититься аспиранту всё же удалось, несмотря на то, что его руководитель на защиту приходится отказался. Недавно он написал подробную биографию Дэвида Бомы<sup>2</sup>, откуда и почерпнуты приведенные выше сведения.

Фримен Дэйсон писал: «Изучая и преподавая квантовую механику, я заметил, что ее освоение можно разбить на три этапа. Студенты начинают с азав ремесла. На то, чтобы освоить нужную математику и научиться ей пользоваться, уходит около шести месяцев. Это первая стадия освоения квантовой механики, и она проходит довольно безболезненно. Вторая стадия наступает, когда студенты начинают беспокоиться, поскольку не понимают, что же они делают. Их беспокойство вызвано тем, что в их головах нет четкой физической кар-

тины. Они теряются, пытаются найти физическое объяснение математическим приемам, которым их обучили. Они очень стараются и отчаиваются оттого, что не могут мыслить ясно. Вторая стадия тоже длится месяцев шесть или больше. Она трудна и малоприятна. А потом неожиданно наступает третья стадия. Внезапно студенты говорят себе: «Я понимаю квантовую механику», или, скорее, «Я теперь понимаю, что там нечего понимать». Происходит следующее: они научились непосредственно и подсознательно мыслить на квантовомеханическом языке».

Но такой подход удовлетворяет не всех, они не хотят считать, что в квантовой механике понимать нечего. Для них такой подход равносильно требованию: «Заткнись и вычислай». Долгое время это изречение приписывалось остроуму на язык Ричарду Фейнману, пока Дэвид Мермин, другой американский физик, не обнаружил, что оно принадлежит ему самому. Он объяснил это эффектом Матфея<sup>3</sup>: достижения и мудрые мысли других людей часто приписываются наиболее известным в своей области личностям. Название эффекту автор статьи дал по тексту Евангелия от Матфея 25:29: «ибо всякому имеющему дастся и приумножится, а у неимеющего отнимется и то, что имеет».

Здесь не место вдаваться в тонкости подхода Бомы и его отличий от ортодоксальной боровской интерпретации. Достаточно упомянуть, что концепция «волны-пилота», развивавшаяся Бомом по следам Луи де Бройля, подвергалась упорному замалчиванию. Российский исследователь в недавней статье цитирует крупнейшего специалиста в квантовой теории англичанина Джона Белла. «...Эта [Бомы] интерпретация квантовой механики была восторженно принята таким гигантом „квантовой мысли“, как Джон Белл. „Почему люди приводят доказательства ее невозможности после 1952 года и даже в 1978 году? Даже Паули, Розенфельд и Гейзенберг не смогли критиковать бомовскую версию более содержательно, чем обозвав ее „метафизической“ и „идеологической“? Почему представление о волне-пилоте игнорируется в учебниках?“<sup>4</sup> Как

<sup>3</sup> Merton R.K. The Matthew Effect in Science // Science, vol. 159, 5 January 1968.

<sup>4</sup> Белинский А. В. Концепция «волны-пилота» Дэвида Бомы // УФН, том 189, № 12, 2019.

## ИСТОРИЯ НАУКИ

видно, идеи Бомы вызывают интерес и споры по сей день.

Но пора вернуться к краткому жизнеописанию Дэвида Бомы. В Бразилии он пробыл лишь четыре года и уехал сразу после того, как получил тамошний паспорт. Ему предложили профессорский пост в Технионе, Израильском технологическом институте в Хайфе. Но и там он долго не задержался и в 1957 году переехал в Бристоль, где получил пятилетний преподавательский контракт в местном университете. Вместе с ним приехали два израильских аспиранта, с одним из которых он теоретически открыл квантовый эффект Ааронова — Бомы. По поводу этого широко сейчас обсуждаемого эффекта Виктор Вайскопф как-то сказал: «На первый взгляд кажется, что он неверен, а на второй — что он очевиден».

В Бристолле Бом тоже проработал всего четыре года, после чего принял предложение возглавить кафедру теоретической физики в колледже Биркбек, части Лондонского университета, где и проработал до выхода на пенсию в 1983 году.

В эти годы Бом стал приводить в порядок свои мысли о единстве всего происходящего во Вселенной. Он предложил голографическую модель Вселенной, из которой следовало, что отдельные личности в обществе действуют так или иначе не только из-за взаимодействий друг с другом, но и под влиянием неких фундаментальных законов. Он полагал, что всё на свете, включая сознание, влияет на Вселенную в целом, а уж это целое потом влияет на свои составляющие. И человека с такими взглядами обыватели в материализме!

Голографической он назвал свою модель потому, что, по его представлению, каждый участок нашего пространства и времени содержит в себе информацию обо всём — о настоящем, прошлом и будущем, как каждый участок голограммы содержит в себе изображение всего объекта.

На склоне лет британские ученые удостоили Бому своей высшей награды — в 1990 году его избрали членом Королевского общества. Но долго пребывать в этом звании ему не пришлось. Дэвид Бом скончался от сердечного приступа 27 октября 1992 года, в возрасте 74 лет. ♦



### «Троицкий вариант»

Учредитель — ООО «Тривант»  
 Главный редактор — Б. Е. Штерн  
 Зам. главного редактора — Илья Мирмов, Михаил Гельфанд  
 Выпускающий редактор — Алексей Огнёв  
 Редаксовет: Юрий Баевский, Максим Борисов, Алексей Иванов, Андрей Калинин, Алексей Огнёв, Андрей Цатурян  
 Верстка — Глеб Позднев. 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: [trv-science.ru](http://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»