



Коллаж на основе снимков ровера «Оппортьюнити»: NASA, Kevin Gill (flickr.com/photos/kevimgill)

В номере



Алексей Кудря: Астрономы

Идеальное кольцо Эйнштейна, 2500 активных черных дыр, пульсары в шаровых скоплениях — стр. 6–8

Поток Риччи, гипотеза Пуанкаре...

Заметка Николая Кузнецова памяти Ричарда Гамильтона — стр. 9



Международный год квантовой механики

Очерки Виталия Мацарского о многомирии Хью Эверетта, Николая Кузнецова о философии Нильса Бора и Алексея Левина о постепенном проникновении квантовой механики в ядерную физику — стр. 10–21

Система оценки CEFR

Софья Гайдаш про особенности сдачи экзамена по немецкому языку в России и Германии — стр. 22–23

Аристократическая непринужденность для наших дней

Культурологи Александр Марков и Оксана Штайн о том, как в искусстве и в жизни появляется лёгкость, — стр. 24–25

Собрание Аверинцева

Рецензия Александра Маркова и Оксаны Штайн — стр. 26

Звезды и только звезды

Новый рассказ Павла Амнуэля — стр. 27–29

Подписывайтесь на наши аккаунты:

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

СУПЕРМАРС ДЛЯ ЗЕМНОЙ ЖИЗНИ



Борис Штерн

Борис Штерн продолжает беседовать с биологом и популяризатором науки Михаилом Никитиным¹ об эволюции на Земле в рамках цикла

«Происхождение жизни»². Видеозапись беседы: youtu.be/WFRKHjaq2Yc (Rutube: rutube.ru/channel/36379070/; VK Video: vk.com/video/@trvscience).



Михаил Никитин

¹ см. www.trv-science.ru/2024/08/vozniknovenie-zhivotnyh-interview-s-mikhailom-nikitinyim/

² www.trv-science.ru/tag/proisxozhdenie-zhizni

— Добрый день! Сегодня у нас в гостях — в который раз — Михаил Никитин. Очередная беседа по поводу эволюции жизни и ее места во Вселенной. Мы долго говорили про эволюцию, а теперь поговорим о том, чем должна вообще, по идее, завершиться эволюция жизни на Земле — ее экспансией, если есть куда двигаться. Поэтому, Михаил, обсудим возможную попытку экспансии земной жизни на планеты вне Солнечной системы.

Для начала нужно короткое введение. В пределах 10 парсеков от Солнечной системы есть около 250 звезд главной последовательности плюс бурые карлики и белые карлики. Из них примерно 60 штук потенциально пригодны для жизни на планетах возле них — т. е. это оранжевые карлики, желтые карлики и звезды класса F, если на них есть планеты в зоне жизни. У звезд в радиусе 10 пк найдено 10⁶ планет, но, правда, в основном у красных карликов. С другой стороны, были найдены семь планетных систем у нормальных звезд, которые я перечислял³, класса G (я думаю, что просмотрены не все). Из этих планетных систем не найдено ни одной земли в зоне жизни — не потому, что их там нет, а потому, что против них работает жесточайшая наблюдательная селекция: они не наблюдаемы современными средствами. По косвенным оценкам с помощью данных космического телескопа «Кеплер»,

нацеленного на транзитные экзопланеты, у этих 60 звезд должно быть порядка полутора десятков планет типа Земли в зоне жизни. То есть в пределах 10 пк у нас есть потенциально больше десятка целей, которые пока что не найдены. Но есть уже довольно «теплое» указание: это знаменитая Тау Кита, где две суперземли с резонансом 1 к 4, между которыми как раз напрашивается планета типа Земли. Это я к тому, что, в принципе, в пределах досягаемости с помощью атомной энергии, которая может обеспечить перелет за тысячи лет, есть выбор, выбор цели. Теперь представим себе, что мы когда-нибудь найдем одну из этих подходящих целей, а именно планету, сравнимую по массе с Землей, с атмосферой, с океанами и континентами. Из Солнечной системы это выяснить можно. И первый вопрос у меня будет такой. Скажем, мы туда закинули корабль в сотню тонн с жизнью, с искусственным интеллектом. Можно ли с помощью этой жизни терраформировать планету за разумное время? И как? Михаил, что вы думаете по этому поводу?

— Борис, какие части вопроса для вас важнее: терраформировать, т. е. сделать пригодной для жизни людей, или найти планету с океанами, похожую на Землю?

— Тераформировать.

— Тогда задача эта в разумные сроки меньше миллионов лет не решается. Сейчас поясню почему. Если мы считаем, что эта планета плюс- ▶

³ www.trv-science.ru/2025/02/gde-i-kak-iskat-novye-zemli-prigodnye-dlya-zhizni/

▶ минус аналогична Земле по массе и по химии поверхности, плюс-минус аналогична Земле в докислородную эпоху — архейской Земле, — то что мы можем ожидать от такой планеты, на которой не зародилось, например, никакой собственной жизни? Там будет азотно-углекислотная атмосфера с небольшой примесью метана и не будет значимых количеств кислорода. Что будет, если мы попробуем эту планету терраформировать? Допустим, забрасываем туда генетически модифицированных цианобактерий, приспособленных к разным неприятностям. Они начинают там размножаться, расселяться, производить больше и больше кислорода... Но он сначала будет тратиться на окисление тех минералов, которые могут окислиться, а таких минералов много. В случае архейской Земли мы можем довольно уверенно сказать, что это были всевозможные сульфиды на суше, такие как пирит (сульфид железа), это растворенное закисное железо в океанской воде. И какое-то время нашим цианобактериям придется потратить на окисление вот этого всего, что окисляется. Этот восстановительный минеральный буфер будет блокировать насыщение атмосферы кислородом довольно долго. Надо, конечно, аккуратнее считать, но в случае Земли кислородным фотосинтетикам на это понадобилось время, измеряемое миллиардом лет. Даже если мы их генетической модификацией настроим на то, чтобы они сразу всё хорошо умели, они будут ограничены энергией, получаемой от местной звезды — светимость ее ограничена, — и, что еще хуже, будут ограничены побочными продуктами этого окисления. В сульфидных минералах связан, например, мышьяк, который при их окислении будет высвобождаться и попадать в водоемы. И по геологической летописи в начале протерозоя на Земле это как раз происходило в довольно значительных количествах. Сравнительная геномика земных микробов показывает, что как раз тогда среди них очень быстро распространились гены, придающие хотя бы частичную устойчивость к мышьяку. Сделать этот элемент полностью нетоксичным сложно, но уменьшить его токсичность на пару порядков можно. Но если мы поможем цианобактериям генной модификацией и сделаем так, чтобы мышьяк их не беспокоил, то получим за несколько сотен тысяч лет активности та-

кой искусственной микробной биосферы планету, в которой в атмосфере будет плюс-минус пригодное для человека количество кислорода, но океан будет насыщен мышьяком — к такому людям лучше не подходить. Будет ли пригодная для питья вода в водоемах на суше — это вопрос открытый (в каких-то, наверное, будет), но вот океан для негенномодифицированной земной жизни окажется мертвым. И очищение океана от мышьяка, связанное с геологическими процессами, займет минимум еще несколько миллионов лет. То есть терраформирование архейской земли одними биологическими способами, к сожалению, слишком долгий процесс. Гораздо дольше, чем даже межзвездные перелеты: не тысячи, а миллионы лет. Мы вряд ли готовы планировать дела на такое время в каком-то обозримом будущем.

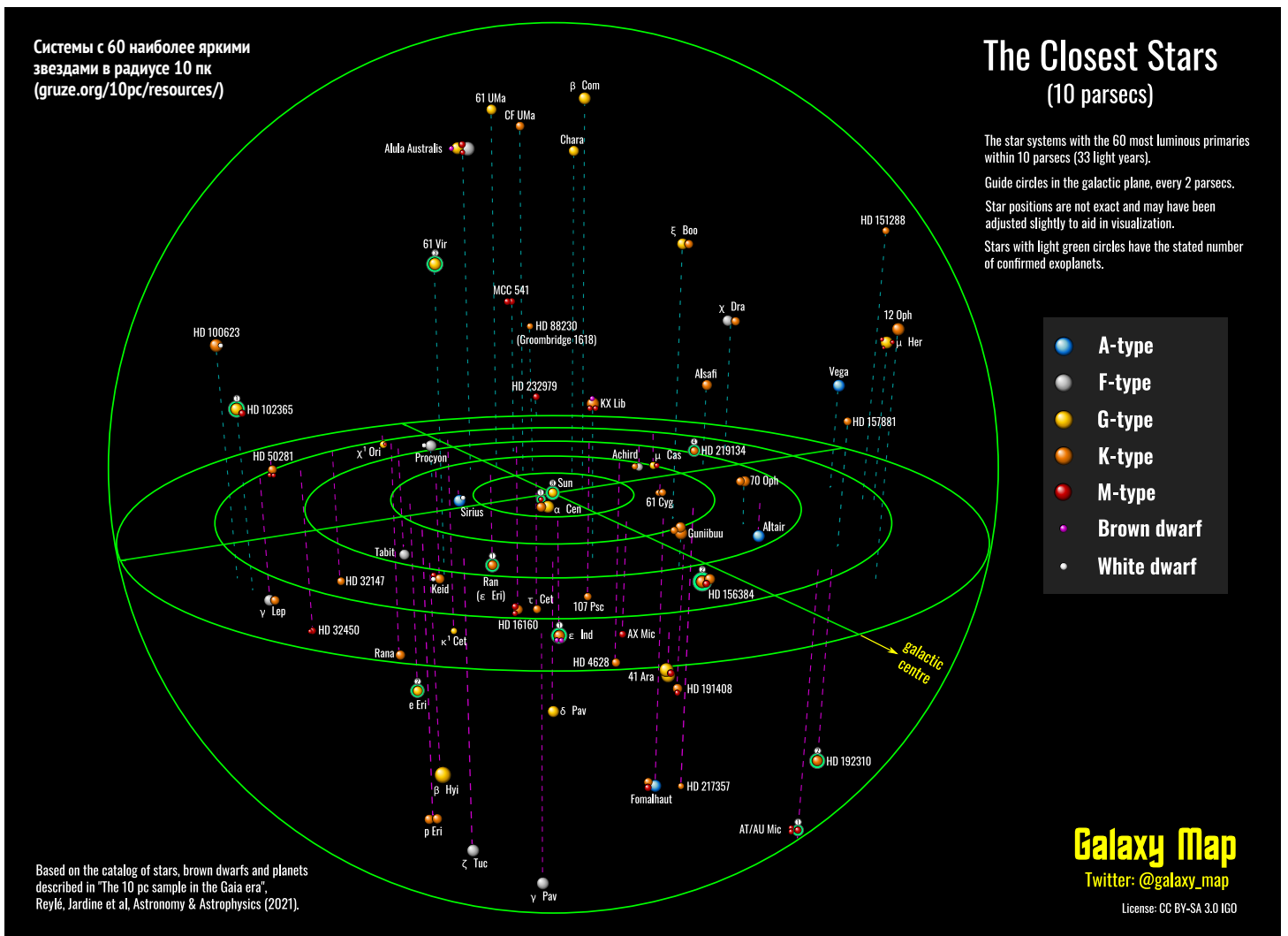
— Сразу вопрос. Здесь по-хорошему надо решать кинетическое уравнение. Цианобактерии выделяют кислород, минералы его поглощают, и при этом должна быть какая-то равновесная концентрация, зависящая от скорости выделения кислорода и скорости его поглощения. Понятно, что эта равновесная концентрация не равна нулю и зависит от скорости выделения. Достаточно ли она, скажем, для того, чтобы высадить наземные растения?

— Смотрите: в протерозойскую эпоху, когда на Земле происходило окисление сульфидных минералов суши, равновесная концентрация кислорода держалась на уровне примерно в 50–100 раз ниже современного, т. е. ниже 1%. Для животной жизни это однозначно мало, а наземные растения — если, опять же, им помочь с генной модификацией — можно высадить. Да, они усилят выделение кислорода и усилят проблему с мышьяком.

— Мышьяк из-за сульфидов, правильно я понимаю?

— Мышьяк будет высвобождаться из сульфидов при их окислении. На Земле это происходило в протерозое, особенно в первой его половине.

— То есть генерация кислорода — не вся проблема, есть еще дополнительная проблема: как избавиться от ядов, сопутствующих выделению кислорода? ▶



► — Да. И даже если мы каким-то чудесным способом решим проблему с мышьяком, то за тысячу лет всё равно никакими разумно генномодифицированными бактериями кислородную атмосферу не сделаем.

— Ну, как сказать... На Земле это время оборота, по-моему, как раз составляет тысячи лет. При земном темпе выделения это две тысячи лет, насколько помню... Допустим, атмосфера в основном азотная. Это меняет картину? А углекислого газа, допустим, не так много.

— Азот тут практически инертный и не влияет на положение дел.

— Да, верно, но он как бы создает хорошую фоновую атмосферу, где углекислого газа может быть немного, если он вреден, если он создает избыточный парниковый эффект и т. д. Или это ни на что не повлияет?

— Нет. От концентрации углекислого газа зависит, какой там будет парниковый эффект и какая на планете будет температура, но это тоже не такая большая проблема. Хотя, если мы сразу поселим много каких-то очень активных фотосинтетиков, а при этом углекислого газа в атмосфере будет мало, то может оказаться, что они сильно изымут углекислый газ из атмосферы и устроят ледниковый период. Получается, надо смотреть, какой на планете климат.

— Да, а на Земле не было ли такого?

— На Земле было похолодание к концу каменноугольного и пермского периодов, когда наземная растительность широко распространилась, когда деревья отошли от водоемов и заняли все материки, и накапливалось много залежей угля, а содержание углекислого газа в атмосфере действительно упало. Поэтому в пермский период началось оледенение, а в каменноугольном было еще тепло. Но в естественной истории не должно быть таких резких скачков, как в том случае, если мы на безжизненную планету сразу закинем цианобактерии, у которых за спиной 4 млрд лет эволюции плюс генная модификация.

— Да, это будет шок для этой планеты в смысле именно парникового эффекта...

— Да, это может привести к резким колебаниям температуры. Но если мы говорим о безжизненной планете, то, скорее всего, там будет хороший запас углекислого газа в атмосфере: посмотрите на Марс, посмотрите на Венеру — и там, и там углекислого газа намного больше, чем азота. И даже если планета ближе к Земле в том смысле, что богата водой и там идет выветривание силикатных пород да осаждение карбонатов, то всё равно там мы можем рассчитывать на несколько процентов углекислого газа в атмосфере. В конце концов, архейская Земля не замерзала, несмотря на то, что Солнце тогда было процентов на двадцать тусклее. То есть метан вносил большой вклад в парниковый эффект, но и углекислого газа в атмосфере тоже было больше.

— Теперь такой вопрос: сульфиды неизбежны для любой скалистой планеты? Или это может сильно меняться от планеты к планете в зависимости от ее истории?

— Верно, это может сильно меняться от планеты к планете в зависимости от ее истории, потому что сера в геохимическом смысле вместе с хлором, натрием, цинком и мышьяком относятся к так называемым умеренно летучим элементам, которые переходят в газовую фазу при температурах примерно между 500 и 1000 °С. И в разных типах метеоритов содержание этих элементов очень сильно отличается. Марс в несколько раз богаче этими элементами, чем Земля, а Луна в несколько раз беднее; и твердые тела за орбитой Марса — какие-нибудь спутники Юпитера — еще богаче серой и ее соединениями, чем Марс. Поэтому в зависимости от того, из каких планетезималей построилась планета и с каких орбит пришли оные, содержание серы на ней может отличаться в несколько раз в ту или иную сторону от Земли. Я подозреваю, что на Меркурии серы тоже должно быть еще меньше, чем на Луне. У нас нет хороших проб с Меркурия, но из общих соображений стоит ожидать, что ее там крайне мало. Если в истории планеты была более горячая и более длительная фаза океана магмы, чем на Земле, то планета тоже могла в большей степени потерять серу — и это облегчит потенциально проблему с сульфидами. Мы приходим к куче неизвестных, потому что с имеющимися приборами мы можем знать химический состав экзопланет лишь очень приблизительно.

— Да, спектр атмосферы, в принципе, снять можно, если бы был космический интерферометр. А можно ли из спектра поглощения атмосферы «вытащить» содержание сульфидов? Я просто не знаю...

— Для Марса, насколько я понимаю, это нерешаемая задача, хотя

эта планета находится в нашей Солнечной системе. Сульфиды твердые лежат в его коре. И сульфаты, и сера — в других формах, в атмосферу они не выходят. Если планета вулканически активная, то там в атмосфере будет заметно большее количество сернистого газа (и это заметно на Венере), но вот на Марсе вулканическая активность почти затухла, и сернистого газа в атмосфере там нет.

— Понятно. На самом деле это некий пас в сторону красных карликов, потому что там все планеты в зоне жизни были прожарены очень капитально. Другой вопрос, откуда взять воду на них, если они были прожарены на все сто процентов. Но там есть и другие проблемы, вроде проблемы деградации атмосферы и прочее.

— То есть там серы может не быть, но на воду там шансов нет никаких, а на атмосферу и подавно? Просто голые каменные шарики типа Луны, только побольше, да?

— Да, но без сульфидов.

— Насчет мышьяка и прочих неприятностей, связанных с сульфидами, я могу сказать, что можно смотреть не на аналоги Земли, а на экзопланетные аналоги Марса, потому что поверхность Марса уже окислена без всякой биосферы. Марс давно утратил магнитное поле — радиация доходит до поверхности, радиолиз углекислого газа дает атомарный кислород, окисляет на его поверхности железо, окисляет на его поверхности сульфиды... В общем, на поверхности Марса есть сульфаты — окисленные соединения серы, такие, как гипс. На поверхности Марса есть даже окисленные формы хлора — хлораты и перхлораты, которые на Земле — крайняя экзотика. То есть, если заселять условный экзопланетный аналог Марса, то ему можно за первые тысячи лет сделать кислородную атмосферу, не влетев в кризис с мышьяком, но для этого надо будет где-то взять воду. Одними микробами мы не отделаемся, надо везти туда какие-то астронинженерные системы и доставлять воду ледяными кометами.

— Да, но представим себе Марс с большим количеством воды. Как я понимаю, в верхних слоях атмосферы должна идти диссоциация молекул CO_2 и H_2O . Это ведет к деградации атмосферы. Но не обязательно к полной деградации. Атмосфера может все-таки остаться, при том, что кислорода образуется достаточно для окисления... Тут перспективней тела побольше Марса.

— Если это будет планета побольше Марса, на которой будет побольше запасов льда, то, возможно, получится обойтись без бомбардировки кометами и без доставки дополнительного льда. Начать придется, видимо, с климатической инженерии, чтобы этот лед растапливать и чтобы эта вода стала доступна микробам.

— Ну, пусть это будет планета без магнитного поля. Смотрите, еще раз. Магнитное поле предохраняет верхние слои атмосферы от облучения заряженными частицами, которые освобождают кислород, если есть пары воды и CO_2 . То есть магнитное поле вредно — без магнитного поля будет больше кислорода. И, в принципе, это может быть, скажем, по массе утроенный Марс.

— А если это утроенный Марс, то почему он быстро потеряет магнитное поле? В среднем, чем больше планета, тем дольше у нее держится геологическая активность и вместе с ней магнитное поле.

— Да, но магнитное поле требует дифференциального вращения ядра — какого-то расплавленного слоя дифференциального вращения недр. Утроенный Марс — это, как скажем, не так много. Тут как раз видится интересное направление, на которое надо ориентироваться. Потом посмотрим на скорость вращения. Венера такая же, как Земля, а магнитного поля нет и в помине, потому что она вращается очень медленно.

— Почему она дошла до такого медленного вращения, никто не знает, да?

— Я думаю, что да, но ее вращение находится в резонансе с Землей. Но для того, чтобы попасть в этот резонанс, вращение уже должно быть медленным.

— Вот именно.

— Вот именно, я не знаю. Здесь я не специалист...

— С Меркурием вроде бы понятно, что его тормозили солнечные приливы. А с Венерой ничего не понятно.

— Да, там роль играли приливные силы. Здесь, может быть, тоже приливные взаимодействия с Солнцем, но, по идее, оно уже должно быть не таким сильным. Ответы я не знаю.

Ну, хорошо, в общем, это некая такая, так скажем, лазейка. Искать планету, где шла интенсивная эрозия верхних слоев атмосферы с выделением кислорода. ►

► — Да, где поверхность уже окислена безо всякой жидкости и биосферы.

— Теперь такой вопрос: а как мы сможем понять, что нашли такую планету? Мы легко можем определить массу, но не сейчас — когда-нибудь со временем, со следующим поколением приборов... Мы можем снять спектр атмосферы и определить не то что равновесную температуру, а ее истинную температуру. Просто мы видим в инфракрасном свете ее планковский спектр, на котором сидят эти линии, всякие провалы и т. д. Определяем непосредственно температуру поверхности: азот не виден, CO₂ виден, вода видна. Озон виден, он дает линию поглощения в очень удобном месте, которая с внеатмосферного телескопа будет прекрасно видна. Всё, за исключением азота, детектируется. А вот можно ли определить, что там есть какой-то кислород? Ведь для окисления нужно немного кислорода, правильно? Какой-нибудь процент, только вот это займет долгое время, так я понимаю? Можно ли через озон увидеть, что там есть кислород, что идут такие процессы? Я боюсь, что нет. Почему? Потому что даже если там будет концентрация кислорода порядка одного - трех процентов...

— Озона будет еще на порядок меньше.

— Да, озона будет на порядок меньше. Более того, облучение разбивает озон — это ведь рыхлая молекула. Она разбивается ультрафиолетом, она разбивается заряженными частицами — чем угодно. То есть озона мы не увидим.

— Я сейчас поискал про озон на Марсе: станция «Марс-экспресс» его с орбиты видит, но это с орбиты. А на межзвездных дистанциях, боюсь, этого будет не видно.

— Наверное, не видно, да. Ну, если только не использовать фантастический проект типа наблюдений за экзопланетой из гравитационного фокуса Солнца. Такие проекты есть, но для этого цель уже должна быть определенной, выбранной из окрестностей Земли, потому что это наблюдение одноразовое. Телескоп, посланный в гравитационный фокус Солнца, — вещь одноразовая — кроме одной планеты он наблюдать ничего не сможет, и в другую точку его уже не переждать.

— Но какого размера он при этом должен быть?

— Не очень большой — ну размеров «Джеймса Уэбба» вполне хватит.

— Гравитационный фокус Солнца — это где? Это насколько за орбитой Плутона?

— Это много — 500 астрономических единиц. Просто ближе этого расстояния само Солнце закрывает искривленный луч, идущий из бесконечности. То есть надо отлететь на 500 единиц, чтобы Солнце не закрывало лучи, которые само же искривляет. Но да, если выбрана цель, то это, наверное, стоит сделать, потому что тогда можно узнать о планете очень много. Энтузиасты говорят, что там вообще можно снять карту планеты с разрешением в сотни пикселей.

— Проследить города на поверхности, если они там есть...

— Я не знаю, можно ли им верить, но даже если поделим их заявления на число пи — в результате что-нибудь интересное наверняка получится.

— Борис, я бы еще вот в какую сторону подумал в плане состава экзопланет. Там по моделям образования планет должен быть очень большой разброс по количеству воды при прочих равных: должны быть и планеты-океаны, и планеты, которые исходно родились полусухими, — уровня Марса, а то и Венеры. У нас на Земле какой-то промежуточный вариант, но непонятно, насколько он среди экзопланет распространен. Я читал, что среди суперземель должно быть много тел, покрытых толстым океаном порядка сотни километров и больше. Стоит ли рассматривать терраформирование таких планет?

— Я думаю, что стоит, но, так скажем, с низким приоритетом. Сначала все-таки надо искать планеты с сушей.

— Потому что жить на искусственных островах, полученных из вещества, из этой морской воды, это так себе идея, да?

— Верно, на такое можно пойти только при полном отчаянии. Такой вариант стоит рассматривать только если мы не найдем подходящих планет с сушей. Но есть и хорошая новость: суперземли как таковые видны, они есть, причем в зоне обитаемости — в системе Тау Кита, по крайней мере, одна штука есть. И похоже, что есть и вторая, е Эрида (HD 219134), — две системы с суперземлями на дальней границе зоны обитаемости. Но сначала надо увидеть вообще земли, земель должно быть гораздо больше, потому что распределение планет по массам, естественно, идет вверх в сторону низких масс.

— Но низкие массы мы пока не видим теми приборами, что есть.

— Не видим, конечно. Сейчас я еще раз скажу, почему это так. Земля наводит на Солнце лучевую скорость 10 см/с. Нынешний предел — порядка 30–40 см/с — не хватает фактора тройки. 30 см/с — это Тау Кита. И то эти вот планеты удалось «вытащить» «большой кровью», с большим трудом...

— А еще эти 10 см/с надо разглядеть на фоне каких-то возможных колебаний самой звезды.

— В этом-то и проблема. Вот эти 30 см/с получились, когда брали много данных о самой звезде, строили всякие корреляции между какими-то параметрами и имитацией лучевой скорости в зависимости от них, и потом это всё вычитали. Вот так «вытащили» эти вот самые планеты в Тау Кита.

— То есть вот этот доплеровский сигнал от планеты был там даже не второго, а третьего порядка малости по сравнению с какими-то другими колебаниями в спектре звезды?

— Ну естественно! Там, во-первых, ширина линий в тысячи раз больше эффекта, чем сдвиг, который надо померить. И плюс еще «дыхание» поверхности на всех частотах, которые создают шум. Из этого шума надо вытащить гармоники. В принципе, такое возможно. Скорее всего, это надо делать из космоса, с точки Лагранжа — заслать туда такой хороший телескоп, вроде «Джеймса Уэбба», с хорошим спектрометром. Этот спектрометр должен содержать еще термостатированный поглотитель: пары йода. На Земле-то, ну и даже на Луне это всё гораздо проще. Так что, в принципе, может быть, методом лучевой скорости Земли находить научатся. Но, в принципе, хорошим космическим интерферометром (которых пока нет и которые не умеют делать) они тоже будут видны напрямую. И вот тогда можно будет снимать спектр.

— А интерферометр должен быть с базой в тысячи километров или в миллионы?

— Нет. Разумная база — порядка десятков, может быть, сотен метров. Этого достаточно.

— То есть это могут быть физически сцепленные телескопы на одной балке, а не летающие независимо.

— Вот это не умеют делать, потому что эта балка будет подвержена температурным колебаниям — расширениям и т. д. Может быть, в точке Лагранжа это будет меньше. Она находится за 2 млн км от Земли — это как бы гравитационная тень нашей планеты. Там, наверное, такое сделать можно на каком-то жестком каркасе. Наверное, это можно было бы сделать с Луны, потому что Луна совсем жесткая, и там могут быть еще и люди, обслуживающий персонал. Бывшие проекты интерферометров были рассчитаны на всякие микродвигатели, которые с точностью до долей длины волны света юстируют эти самые телескопы до нужной позиции. Но этого тоже пока что делать не умеют. Но интерферометры будут — здесь нет никаких непреходимых проблем.

— И тогда с интерферометром планета будет видна как точка рядом со звездой, да?

— Да, и можно снимать спектр. Звезду можно «загнать» в интерференционный минимум. Это лучше, чем звездные коронографы.

А теперь короткое резюме: наверное, такие планеты в будущем можно действительно искать. Скорее всего, это некий диапазон масс. И, скорее всего, это некоторые параметры атмосферы — и она как таковая должна быть: наверное, можно измерять по количеству водяных паров. И я думаю, что еще нужно определять, есть ли там океаны: если планета сухая, то и атмосфера сухая. Так что, кажется, есть какой-то просвет, есть какая-то лазейка, да. Но это должна быть не Земля, а нечто более мелкое — вот так я понимаю.

— С экзопланетным аналогом Земли мы не доживем до конца терраформирования, да. А вот если это будет что-то типа Марса или чуть больше, то шансы уже лучше, с ним можно быстрее управиться, если у такой планеты поверхность уже будет окислена к нашему прилету.

— Понятно. А вот идея: Марс и Земля в одной системе. Жизнь зацепляется на Марсе. Тераформирует Землю. Ждет миллионы лет.

— Борис, а вам не кажется, что в нашей Солнечной системе когда-то так и было?

— Да, может быть. (Смеется.) Ну, Марс же был живым, и говорят, что Венера когда-то была живой.

— Ну, вот насчет Венеры уверенности нет, а насчет Марса есть. Кстати, я видел смешные расчеты, что условная разумная цивилизация, существующая на Марсе в первые сотни миллионов лет Солнечной ►

► системы, жила при другом соотношении изотопов урана. 235-й же распадается быстрее. У них век пара мог начаться сразу с атомным. То есть, условно говоря, можно сырую урановую руду было лопатой кидать в котел. Она была тогда еще достаточно обогащенная.

— **Интересно. Ну и вообще урана-235 везде было гораздо больше, да...** Хорошо, мы нашли планету. Как мы более-менее сошлись, это, например, утроенный Марс, который сохранил атмосферу, но она деградирует и окисляет всё, что надо окислять. Закинули туда фотосинтетиков, которые добавили кислорода. Планета зазеленела, кислорода стало достаточно для заселения наземных растений. Но это еще все-таки не Земля, правильно? Нужна почва, нужна какая-то еще биосфера...

— Ну, судя по тому, что мы видим на вулканических островах, почва появляется за 500 лет при заселении растениями и микробами. Почву можно сделать быстро.

— **А потребуются ли для этого какие-нибудь черви, какие-нибудь насекомые?**

— Да, желательнее, чтобы были.

— **А сколько им надо кислорода?**

— Ну, насекомым, чтобы летать, надо много кислорода. Среди червей — особенно среди круглых червей, нематод, — есть такие, что обходятся долями процента.

— **Ой, ну это просто замечательно. А какие-нибудь там тихоходки?**

— Вот про тихоходок в активном состоянии сейчас не вспомню, сколько им надо кислорода. Вообще, в море есть черви, которые живут просто в насыщенном сероводородом или в глубоком слое осадка, и могут там часами и сутками жить. У них, правда, бывает забавное поведение: они ходят вверх-вниз. Вверх — подышать в кислородном слое, потом вниз кушать бактерии на запасе кислорода.

— **Интересно. То есть, на самом деле, простейшие организмы, которые нужны для создания почвы, для ее переработки, как я понял, — это не проблема.**

— Да, это не проблема. Почву можно сделать быстро, если там уже есть кислород. Там могут быть проблемы с разными ядовитыми примесями, которых на Земле нет. Вот в случае Марса, например, это перхлораты, которые для Земли — экзотика, поэтому для большинства земных организмов они ядовиты. Есть немножко микробов, которые умеют перхлораты разлагать и даже ими вместо кислорода дышать. Но их мало, и соответствующие гены от них придется пересаживать остальной микрофлоре, которую мы туда будем запускать. И тут как бы лотерея: мы не знаем, какая там еще ядовитая гадость может оказаться. Вот в марсианском грунте, например, обнаружены хлорбензолы, которые тоже не очень полезны. На Земле их в природе почти не бывает. На Земле это в основном промышленный продукт. Вот на примере Марса мы видим, что несколько разных групп ядовитых веществ там могут оказаться — и это Марс, а что будет в экзопланетной системе, сказать трудно. Может, окажется что-то другое, непредсказуемое...

— **Ну, то есть это значит, что надо туда запускать всякие химические анализаторы и искусственный интеллект, который определяет стратегию.**

— Да. И который будет там уже на месте делать новых трансгенных микробов.

— **Да-да-да. Ну, я думаю, что если иметь запас всяческих микробов разного сорта, то это всё возможно. Так, идем дальше. Позвоночные. Там уже нужно много кислорода, правильно?**

— Ну, рыбы и некоторые лягушки могут переносить довольно низкие концентрации — в разы ниже, чем нужно людям.

— **Значит, запустив туда, скажем, позвоночных — даже если мы решим запустить млекопитающих нам не по плечу, что это уже другая история, — то даже простейшие позвоночные уже, в принципе, вполне представляют собой перспективы для эволюции. Правильно я понимаю?**

— Да. Это уже хорошие перспективы. А мы сами на эту планету в итоге хотим полететь? Или мы хотим просто запустить там эволюцию, чтобы местный разумный вид когда-нибудь сложился? Я вот не понял эту деталь постановки задачи.

— **А вот это как сможем. Конечно, хотим полететь, да. Но получится ли у нас? Вот в чем вопрос.**

— Просто от рыб и лягушек до местного разумного вида, скорее всего, пройдет сотни миллионов лет.

— **Ну конечно. Но всё равно: дать эволюции новый шанс на новом месте — это уже задача минимум, правильно? Это если мы не сможем решить задачу максимум — поселить там человека, ну и прочий млекопитающих — в общем, переселить всю земную биосферу. Неизвестно, сможем ли мы это. Но, по крайней мере, программа минимум вот так вот просматривается. А если программа минимум просматривается, то на самом деле нет непреодолимых препятствий для программы максимум. Вопрос только в сроках. То есть, если удастся приготовить планету для позвоночных за тысячи лет, то это хорошо. А сколько времени уйдет на приготовление планеты для млекопитающих, для человека? Если те же самые тысячи лет, то программа максимум решается одним ударом вместе с программой минимум. Но так ли это?**

— Не попробовав, не узнаем, но вроде бы принципиальных препятствий не видно.

— **Может быть. Ну, что же, по-моему, у нас в некотором смысле получается довольно оптимистический вывод: пускай копия Земли не годится, но нам, рассматривая немалое количество отобранных планет...**

— ...следует лучше смотреть на супермарсы.

— **Лучше смотреть на супермарсы, да. Я более чем уверен, что их мы найдем в десяти парсеках — если не в десяти, то в пятнадцати точно. Это вылетит в дополнительные пару тысяч лет полета, может быть, что не катастрофично. Ну вот. Есть перспектива?**

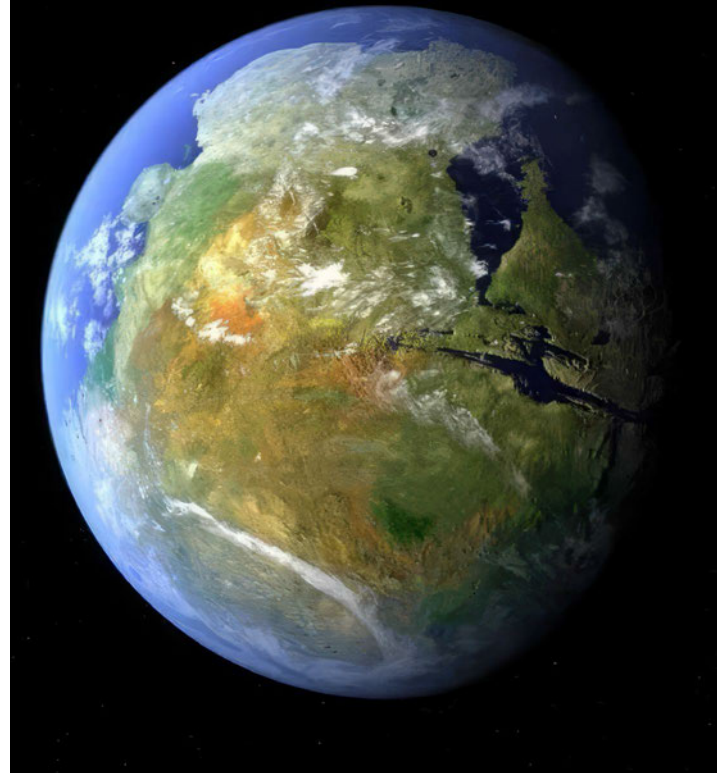
— Да. Другой глобус...

— **На этой оптимистической ноте закончим основную часть. Михаил, большое спасибо. У меня на самом деле даже настроение поднялось. Ищем супермарсы!**

Наша беседа в несколько отредактированном виде войдет в книгу, рабочее название которой у нас — «Место жизни во Вселенной». Сейчас в этой книге уже 11 печатных листов — т. е. это уже книга. Вместе со статьей, которую я напишу, и вместе с этой беседой уже дотянем где-нибудь до 14 печатных листов. Это будет книга нормальной толщины, изданная добротно и в цвете — обязательно в цвете. Вот такой принцип у нашего издательства «Троицкий вариант / Троянт». Эта книга будет следующей после переиздания «Прорыва за край мира», которая уже в типографии. Мы постараемся, чтобы к лету эта книга была на «Озоне» и на других маркетплейсах. Всё, на этом мы заканчиваем. До свидания. Всем спасибо.

— Хорошо. Спасибо, Борис. До свидания! ♦

Терраформированный Марс.
Рисунок Алексея Кудри



АСТРОНОВОСТИ

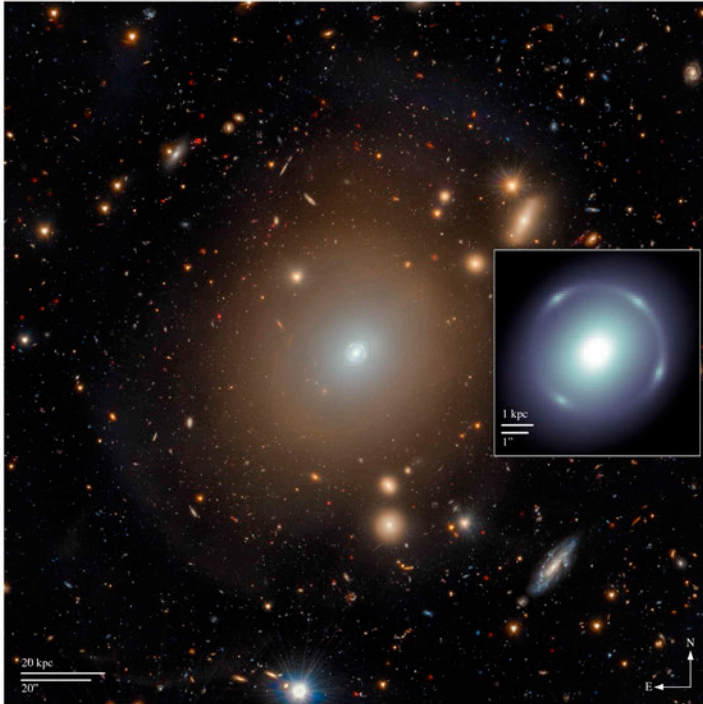


Алексей Кудря

Алексей Кудря

Идеальное кольцо Эйнштейна от телескопа «Евклид»

1 июля 2023 года телескоп Европейского космического агентства (ESA) «Евклид» (Euclid) отправился в космическое путешествие с целью исследования темной материи и энергии во Вселенной. Всего через два месяца после старта он передал первые изображения, среди которых астрономам удалось заметить редкое явление — кольцо Эйнштейна. Статья с анализом этих данных опубликована в журнале *Astronomy and Astrophysics* [1].

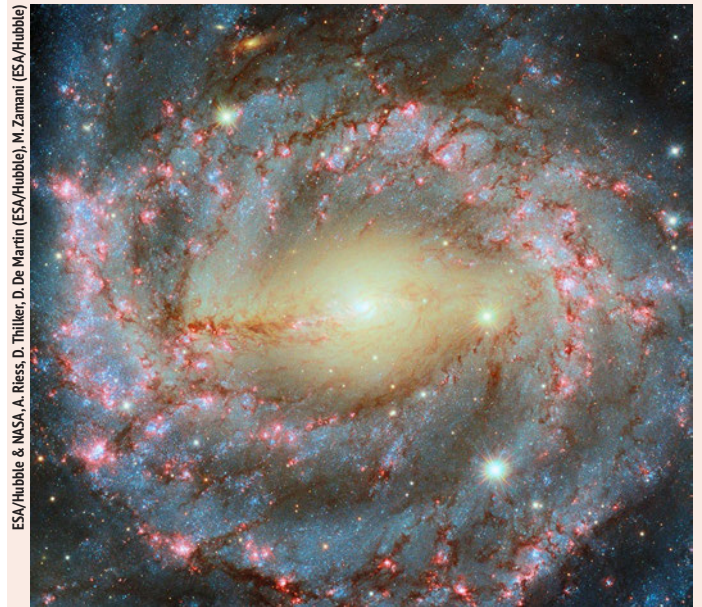


Кольцо Эйнштейна, окружающее галактику NGC 6505. ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA

«Мы пристально следим за каждым сигналом, получаемым от „Евклида“. Именно поэтому необычное образование на снимке привлекло наше внимание практически мгновенно. После проведения дополнительных наблюдений мы убедились, что имеем дело с идеальным кольцом Эйнштейна. Для нас, специалистов по гравитационному линзированию, эта находка стала настоящей сенсацией», — делятся представители команды миссии.

Кольцо Эйнштейна образуется тогда, когда свет отдаленной галактики искривляется под действием мощнейшего гравитационного поля массивного объекта, создавая иллюзию замкнутого круга. В данном случае речь идет о галактике NGC 6505, расположенной на удалении 590 млн световых лет от нашей планеты. Интересным фактом является то, что кольцо впервые удалось обнаружить лишь в настоящее время, хотя сама галактика была известна человечеству с 1884 года. Свет фонового источника, формирующего кольцо, приходит с расстояния 4,42 млрд световых лет.

Фотометрия и спектроскопия линзирующей галактики. Вверху слева: на верхней панели синими точками обозначены наблюдаемые фотометрические данные CFHT (MegaCam-и), Subaru (HSC-g) и Euclid (T.e. YЕ, JE и HE), в то время как открытые квадраты обозначают модельную фотометрию тех же полос. Красной линией показана наиболее подходящая модель SED, а серой областью обозначена спектральная область из DESI. На нижней панели показаны остатки, определенные с помощью (data-model)/σ. Вверху справа: восстановленный SFH (красная линия) и граница перехода (зеленая заштрихованная область) от звездообразования (пунктирная черная линия) к состоянию покоя (сплошная черная линия). Внизу: на верхней панели спектроскопические данные DESI с $z_d = 0,0424$ показаны синим цветом, в то время как спектр, наиболее подходящий для модели, показан красным. Вертикальные пунктирные линии указывают центральную длину волны различных спектральных характеристик. На соответствующей нижней панели показаны остатки, определенные с помощью (data-model)/σ



ESA/Hubble & NASA, A. Riess, D. Thilker, D. De Martin (ESA/Hubble), M. Zamani (ESA/Hubble)

Изображение номера — галактика NGC 5643

Галактика NGC 5643 расположена на расстоянии около 55 млн световых лет от нас. Ее диаметр превышает 100 тыс. световых лет, и она видна в южном созвездии Волка. На снимке, сделанном космическим телескопом «Хаббл», можно увидеть ее внутреннюю часть диаметром порядка 40 тыс. световых лет.

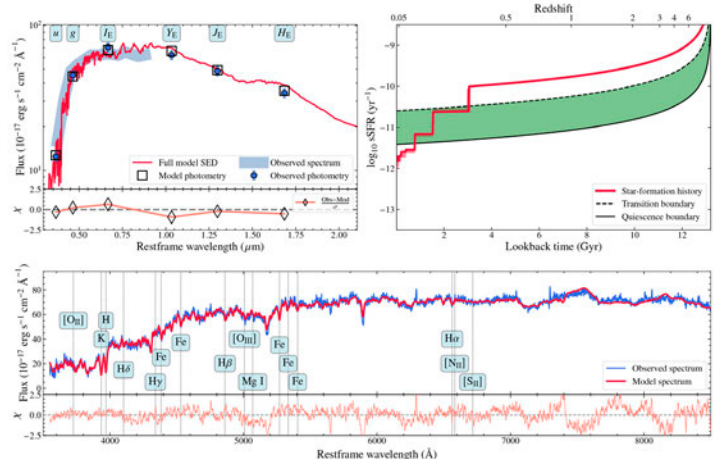
Галактика обладает ярко выраженными спиральными рукавами, которые расходятся от центральной области, где сосредоточены старые звезды. Спиральные рукава отмечены пылевыми дорожками, молодыми голубыми звездами и красноватыми областями звездообразования.

Яркое компактное ядро NGC 5643 также известно как мощный источник радиоволн и рентгеновских лучей. Эта галактика относится к классу Сейферта, или галактикам с активным ядром (AGN), в которых огромное количество пыли и газа, как считается, падает в центральную массивную черную дыру.

Явление гравитационной линзы, предсказанное Альбертом Эйнштейном в рамках общей теории относительности, предоставляет уникальные возможности для изучения массивных космических тел, таких, как галактики и их кластеры. Кольцевые структуры, подобные той, что открыта в NGC 6505, позволяют глубже проникнуть в тайны расширения Вселенной, изучить воздействие темной материи и энергии, а также особенности объектов, оказавшихся под воздействием силы гравитации.

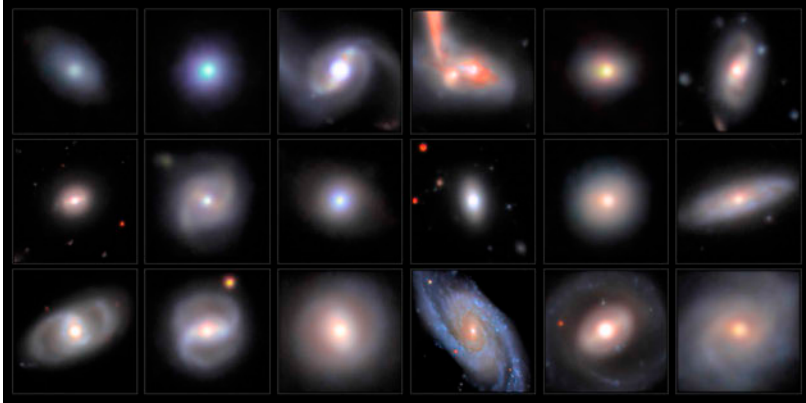
Телескоп «Евклид» ведет работу над созданием самой подробной трехмерной карты Вселенной, сканируя свыше трети небесной сферы и изучая миллиарды галактик. Ожидается, что в ходе этой миссии будет открыто порядка ста тысяч гравитационных линз, среди которых будут встречаться и столь редкие образования, как кольца Эйнштейна. Уже на ранних этапах своего функционирования аппарат демонстрирует выдающиеся результаты, прокладывая путь новым открытиям в области астрофизики.

1. aanda.org/articles/aa/full_html/2025/02/aa53014-24/aa53014-24.html



Ученые обнаружили 300 черных дыр промежуточной массы и 2500 активных черных дыр в карликовых галактиках благодаря DESI

Используя предварительные данные инструмента для спектроскопии темной энергии (DESI), ученые собрали крупнейшую в истории коллекцию карликовых галактик с активными черными дырами, а также создали наиболее обширную базу кандидатов в черные дыры промежуточной массы. Информация об исследовании была опубликована на сайте NSF NOIRLab [2].



На этой мозаике представлена серия изображений кандидатов в черные дыры промежуточной массы, расположенных в порядке возрастания звездной массы и снятых с помощью камеры телескопа Subaru Hyper Suprime-Cam. Legacy Surveys/D. Lang (Perimeter Institute)/NAOJ/HSC Collaboration/D. de Martin (NSF NOIRLab) & M. Zamani (NSF NOIRLab)

DESI — это передовая система наблюдения, способная захватывать свет от 5 тыс. галактик одновременно. Этот инструмент установлен на четырехметровом телескопе Николаса У. Мейола в Национальной обсерватории NSF Кит-Пик. В планах проекта — наблюдение за примерно 40 млн галактик и квазаров.

На основе ранних данных DESI ученым удалось собрать спектры 410 тыс. галактик, включая приблизительно 115 тыс. карликовых галактик — небольших объектов, включающих от тысяч до нескольких миллиардов звезд и минимальное количество газа. В отличие от крупных галактик, таких как Млечный Путь, выявление черных дыр в маломассивных карликовых галактиках представляет собой сложную задачу. Это обусловлено их небольшими размерами, состоянием активности и ограниченными возможностями современных приборов для детального изучения областей вокруг этих объектов. При этом активные черные дыры обнаружить гораздо проще по их излучению.

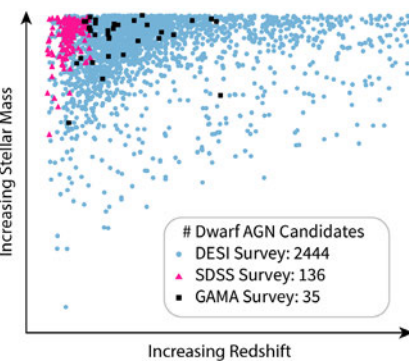
Исследователи выявили 2500 карликовых галактик-кандидатов с активным галактическим ядром (AGN) — это крупнейший известный на сегодняшний день набор данных подобного типа. Кроме того, были обнаружены 300 кандидатов в черные дыры промежуточной массы, что также представляет собой самую масштабную коллекцию таких объектов.

Промежуточные черные дыры представляют особый интерес, поскольку они могут оказаться реликтами первых черных дыр, сформировавшихся в ранней Вселенной, и предшественниками сверхмассивных черных дыр, ныне находящихся в центрах больших галактик. Тем не менее эти объекты остаются редкими и почти неуловимыми: ранее было известно лишь около 100–150 кандидатов. Теперь благодаря результатам DESI ученые получили богатый материал для дальнейших исследований.

Интересным открытием стало то, что только 70 из новых кандидатов в черные дыры промежуточной массы совпадают с кандидатами в карликовые AGN. Это добавляет новые вопросы относительно формирования и эволюции черных дыр в галактиках.

Таким образом, открытие множества активных черных дыр и кандидатов в промежуточные черные дыры открывает новую страницу в изучении космоса и помогает лучше понять процессы, происходящие в глубинах Вселенной.

2. noirlab.edu/public/news/noirlab2508/



На этом графике показано количество карликовых галактик-кандидатов, содержащих активные ядра галактик (AGN), обнаруженных в ходе предыдущих исследований, в сравнении с количеством новых карликовых галактик-кандидатов с AGN, найденных DESI. NOIRLab/NSF/AURA/R. Pucha/J. Pollard

Поиск пульсаров в шаровых скоплениях

Международная группа астрономов совершила открытие, выявив новый пульсар в рамках обзора шаровых скоплений GCGPS (Globular Clusters GMRT Pulsar Search). Объект получил обозначение PSR J1617–2258A и был идентифицирован в шаровом скоплении NGC 6093. Об открытии было сообщено в статье, опубликованной на сервере препринтов arXiv.org [3].

Для поисков быстровращающихся радиопульсаров в галактических шаровых скоплениях ученые из индийского Национального центра радиоастрономии (NCRA) использовали модернизированный радиотелескоп uGMRT (upgraded Giant Metrewave Radio Telescope), установленный на высоте 588 м над уровнем моря в 80 км к северу от города Пуна. Это крупнейший в мире радиотелескоп, работающий в метровом диапазоне. Уникальные характеристики этого инструмента позволяют проводить наблюдения в диапазоне частот от 300 до 850 МГц, что идеально подходит для обнаружения источников высокочастотного радиоизлучения.

Пульсары — это намагниченные вращающиеся нейтронные звезды, излучающие узконаправленные потоки электромагнитной энергии с полярных областей, преимущественно в форме радиоволн. Пульсары с периодами вращения в диапазоне от 1 до 10 мс называются миллисекундными. Астрономы предполагают, что они образуются в двойных системах, когда изначально более массивный компонент превращается в нейтронную звезду, которая затем раскручивается за счет аккреции вещества со второй звезды. Из-за высокой плотности звезд шаровые звездные скопления считаются отличным местом для формирования подобных нейтронных звезд.

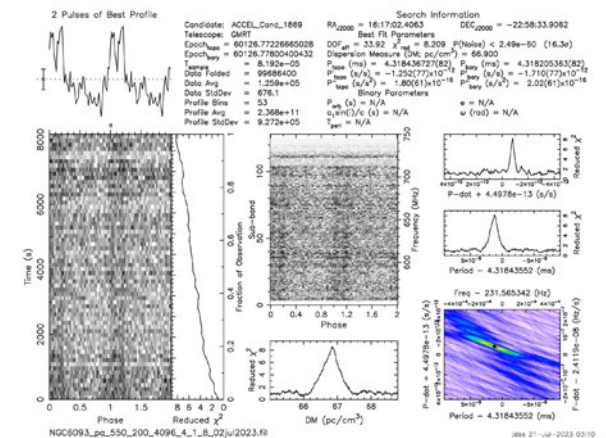


График PRESTO для PSR J1617–2258A, MSP в NGC 6093.

На графиках время и частота представлены в градациях серого. Из статьи arXiv (2025). DOI: 10.48550/arxiv.2502.09154

Ну и то, что ожидалось найти, нашли. Обнаруженная система представляет собой двойной пульсар с периодом вращения основного компонента около 4,32 мс. Орбитальный период пары составляет примерно 18,94 часа, а эксцентриситет орбиты достигает 0,54. Эти параметры позволяют считать находку одной из наиболее компактных и эксцентрических известных двойных систем с миллисекундными пульсарами.

Массу пульсара исследователи оценили в пределах 1,6 солнечной массы, тогда как минимальный вес его спутника составил 0,07 массы Солнца. Общая масса системы оценивается в 1,67 массы Солнца. Предположительно PSR J1617–2258A состоит из миллисекундного пульсара и гелиевого белого карлика, видимых под относительно малым углом наклона орбиты.

По мнению исследователей, в случае PSR J1617–2258A именно белый карлик мог сыграть ключевую роль в увеличении скорости вращения пульсара, однако не исключено, что формирование этой системы произошло также в результате взаимодействий внутри самого скопления.

3. arxiv.org/abs/2502.09154

► «Джеймс Уэбб» запечатлел свечение центральной черной дыры Млечного Пути

Исследователи, работающие с космическим телескопом NASA «Джеймс Уэбб», сделали удивительное открытие,



На этой иллюстрации художника изображена сверхмассивная черная дыра в центре галактики Млечный Путь, известная как Стрелец A*. NASA, ESA, CSA, Ральф Кроуфорд (STScI)

обнаружив активность в самом центре нашей галактики. Источником этой активности является аккреционный диск, который вращается вокруг центральной сверхмассивной черной дыры Млечного Пути, известной как Sgr A* (Sagittarius A*). Исследование было опубликовано в выпуске *The Astrophysical Journal Letters* [4].

«Джеймс Уэбб» смог зафиксировать изменения яркости за короткие промежутки времени, что свидетельствует о том, что эти процессы происходят во внутреннем диске черной дыры, недалеко от ее горизонта событий. Группа астрофизиков получила самое детальное изображение «пустоты», скрывающейся в самом сердце нашей галактики.

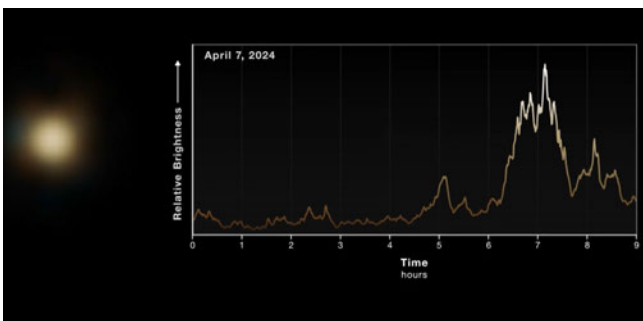
Ученые выяснили, что аккреционный диск вокруг сверхмассивной черной дыры постоянно испускает вспышки, практически не прерываясь на периоды покоя. Уровень активности меняется в широком диапазоне: от коротких вспышек до длительных периодов сияния. Некоторые из этих вспышек представляют собой слабые мерцания, длящиеся всего несколько секунд, в то время как другие — ослепительно яркие извержения, продолжающиеся длительное время.

Ученые использовали камеру Webb NIRCam (камеру ближнего инфракрасного диапазона) для наблюдений за Sgr A* в течение года. Это позволило им проследить, как черная дыра менялась со временем. Хотя команда заранее ожидала увидеть вспышки, Sgr A* оказалась гораздо более активной, чем предполагалось. Наблюдения показали, что вспышки происходят постоянно, с разной яркостью и продолжительностью. Аккреционный диск, окружающий черную дыру, генерирует от пяти до шести крупных вспышек в день и несколько небольших вспышек или всплесков между ними.

Хотя астрофизики еще не до конца понимают происходящие процессы, они подозревают, что за короткие вспышки и более продолжительные выбросы энергии отвечают два отдельных механизма. Слабые мерцания, вероятно, возникают из-за незначительных возмущений в аккреционном диске. Турбулентные колебания в диске могут сжимать плазму — горячий, электрически заряженный газ, — вызывая временный всплеск излучения. Исследователи сравнивают эти явления с солнечными вспышками.

Большие яркие вспышки объясняются как периодические события магнитного пересоединения — процесса, при котором два магнитных поля сталкиваются, высвобождая энергию в виде ускоренных частиц.

Чтобы глубже изучить эти вопросы, исследователи надеются использовать «Джеймс Уэбб» для наблюдений за Sgr A* в течение более длительного периода времени, например 24 часов непрерывного мониторинга сверхмассивной черной дыры. Это позволит уменьшить шум и выявить еще более мелкие детали. Новые открытия дадут возможность физикам лучше понять фундаментальную природу черных дыр, то, как они питаются, а также динамику и эволюцию нашей собственной галактики.



Слева на изображениях NIRCam, созданных путем объединения данных с длиной волны 2,1 и 4,8 мкм, видна световая точка, которая случайным образом то становится ярче, то тускнеет. Справа показана зависимость яркости от времени. NASA, ESA, CSA, Фархад Юсуф-Заде, Говард Бушас (STScI), Лия Хустэк (STScI), Алисса Пэган (STScI)



Магарач и госконтроль

Уважаемая редакция!

У досужих языков постоянно появляются всё новые и новые поводы позлословить насчет Курчатовского института. Не так давно, в частности, вышло распоряжение правительства о передаче Всероссийского национального научно-исследовательского института виноградарства и виноделия «Магарач» в ведение Курчатовского института. Очень правильный шаг! И пусть злословят, что теперь Михаил Валентинович, приезжая в Крым, сможет совершать инспекции погребов «Магарач» и, пробуя элитные коллекционные вина, размышлять о судьбах российской науки. Главное в том, что теперь российской винодельческой науке, несомненно, будет придан мощный импульс.

Присоединение к прорывной национальной лаборатории даст магарачанам возможность использовать самые передовые методы научных исследований, развиваемые под патронажем Курчатника, и начать проводить исследования более широким фронтом. Об этом говорит и директор института Владимир Лиховский: «Научный потенциал, объединенный в этом центре, позволяет расширить исследования в области изучения генома винограда, биоинформатики, микробиологии».

Но помимо несомненной научной синергии сто́ит, мне кажется, обратить внимание и на эстетическую сторону дела. Институт «Магарач», наверное, единственное научное учреждение России, на территории которого находится памятник ученому с бокалом вина. Это стоящий на постаменте бюст профессора-винодела Валуйко. Думаю, с учетом последних событий стоит произвести модификацию скульптурной композиции, а именно — заменить бюст Валуйко на заметно более массивный бюст Михаила Валентиновича, конечно, с бокалом вина. Профессора же виноделия изобразить в полный рост стоящего лицом к Ковальчуку и протягивающего тому поднос. У зрителя, наблюдающего за скульптурной группой, должно создаться впечатление, что знатный винодел принес Михаилу Валентиновичу бокал прекрасного напитка на подносе, а тот взял бокал и задумчиво смотрит вдаль, в светлое будущее российской науки. Это стало бы видимым символом преемственности между славным прошлым и прекрасным будущим!

Хорошие новости о судьбе российского виноделия дополняются другими хорошими новостями. Нередко можно услышать сетования, что правоохранительные органы преследуют ученых за контакты с иностранцами, и некоторые получают серьезные сроки по обвинению в государственной измене. Вскоре, думаю, оснований для таких причитаний станет гораздо меньше: правительство внесло в Думу законопроект, который будет регулировать взаимодействие российских ученых с иностранцами. Согласно этому законопроекту, правительство утвердит перечень направлений научной и научно-технической деятельности, а также экспериментальных разработок, в которых иностранцы смогут участвовать только по согласованию с ФСБ.

Все данные о планируемых исследованиях и разработках по тем направлениям, которые войдут в правительственный перечень, будут вноситься в государственную информационную систему, так что компетентные органы будут в курсе того, на что нужно обратить особое внимание. Также в эту систему планируется вносить информацию обо всех договорах между российскими научными организациями и вузами и зарубежными организациями. Эксперты говорят, что законопроект разработан в целях обеспечения национальных интересов нашей страны и согласование со стороны ФСБ позволит усилить контроль за передачей результатов научной деятельности за пределы России, не нарушая свободу научного творчества и не создавая препятствий для ведения организациями научной работы. Я полностью с этим согласен: нужно пресекать каналы утечки чувствительной научно-технической информации за рубеж!

И, очевидно, сами ученые также заинтересованы в том, чтобы этот закон заработал. Сами понимаете, если товарищ майор на этапе предварительного обсуждения скажет свое веское «нет» в ответ на запрос о сотрудничестве, то вряд ли какие-то перспективные российские идеи и разработки ульнут за бугор, и, соответственно, вряд ли появятся основания для преследования ученых. Так что данная правительственная инициатива хороша, с какой стороны ни посмотри, и я бы с удовольствием поднял бокал какого-нибудь хорошего магарачского вина как за инициаторов данного законопроекта, так и за его скорейшее воплощение в жизнь!

Ваш Иван Экономов

4. iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ada88b

Американский математик Ричард Гамильтон (Richard Hamilton, 10.01.1943 – 29.09.2024), по мнению Григория Перельмана, должен был разделить с ним премию Математического института Клэя за доказательство гипотезы Пуанкаре: «Я считаю, что вклад в решение этой задачи американского математика Ричарда Гамильтона ничуть не меньше, чем мой», — заявил он в 2010 году «Интерфаксу» [1]. Действительно, введенное Гамильтоном новое уравнение, называемое «поток Риччи» (в честь итальянского математика XIX века Грегорио Риччи), помогло математикам решить многие фундаментальные задачи. Подробно вклад Гамильтона в доказательство гипотезы Пуанкаре описан в большой (более 550 стр.) книге Джона Моргана и Гэнга Тяна «Ricci Flow and the Poincaré Conjecture», изданной Американским математическим обществом и Институтом Клэя в 2007 году.

Исследования Гамильтона начались с большой статьи «Трехмерные многообразия с положительной кривизной Риччи» [2] (локально многообразие ведет себя как обычное евклидово пространство), опубликованной им в 1982 году и удостоенной Американским математическим обществом премии Стила в 2009-м. В этой работе было положено начало теории о геометрическом аналоге одного из классических уравнений математической физики, а именно уравнения теплопроводности. Оно описывает распространение тепла в пространстве из горячих областей в холодные, результатом которого является равновесное распределение температуры. Аналогично, поток Риччи моделирует сглаживание пространственных иррегулярностей и их эволюцию в сферы. При помощи потока Риччи Гамильтон пытался доказать гипотезу Пуанкаре, согласно которой элементарным видом замкнутого трехмерного многообразия, имеющего конечный объем, в котором нет пустых дыр, является трехмерная сфера.

Эта гипотеза была сформулирована французским математиком Анри Пуанкаре в 1904 году для трехмерных многообразий, а в середине XX века ее обобщили на многообразия высших размерностей и оказалось, что с ними проще работать. Для многообразий, размерность которых больше четырех, гипотеза Пуанкаре в начале 1960-х была доказана Стивеном Смейлом [3]; Филдсовская медаль была присуждена ему за этот и ряд других топологических результатов в 1966 году на Математическом конгрессе в Москве, где он привлек внимание КГБ своей пресс-конференцией. Еще через двадцать лет гипотеза Пуанкаре была доказана Майклом Фридманом для четырехмерных многообразий [4]. А в 2000 году Математический институт Клэя включил доказательство исходной гипотезы Пуанкаре в список семи проблем, за решение каждой из которых присуждалась премия в один миллион долларов.

Используя введенный им поток Риччи, Гамильтон почти двадцать лет штурмовал гипотезу Пуанкаре, но в конце 1990-х сдался. Однако он активно обсуждал свою работу с Перельманом, который подолгу гостил в Соединенных Штатах в середине 1990-х. Это сыграло свою роль, и после восьми лет работы появились три препринта [5–7]; первый в ноябре 2002 года, а последний — в июле 2003-го. Они были подписаны «Гриша Перельман». Автор предварительно посылал их Гамильтону по электронной почте, но тот не обратил на них внимания. Они содержали полное доказательство гипотезы Пуанкаре, к тому же вытекающее из более об-



Ричард Гамильтон в 1982 году. Фото George M. Bergman

Памяти Ричарда Гамильтона

щего утверждения. Уже из заголовков препринтов видно, что поток Риччи играет в них принципиальную роль; тем самым подтверждается вклад Гамильтона в доказательство.

Узнав о публикации, Гамильтон был впечатлен и сказал: «Как и все, я удивлен, что это сработало. Я весьма благодарен Грише Перельману за завершение работы». К 2006 году это доказательство было окончательно проверено, и Перельману была присуждена Филдсовская медаль, от которой он отказался, как и от премии Института Клэя в 2010 году. Любящий противоречивые высказывания Гамильтон пошутил, что Перельману следовало принять премию и просто отдать половину денег ему.

В заключение отметим мнение Герхарда Хейскена, специалиста в области геометрического анализа и директора Математического института Обервольфаха (Германия): «Доказательство гипотезы Пуанкаре является заслугой как Гамильтона, так и Перельмана. Когда я упоминаю его, то называю доказательством Гамильтона — Перельмана».

Ричард Стрейт Гамильтон родился 10 января 1943 года в Цинциннати (штат Огайо) в семье хирурга Уильяма Селдена Гамильтона и Эстер Стрейт. Обучаясь в школе Уолнат Хиллс в Цинциннати, Ричард еще в четвертом классе самостоятельно освоил элементы высшей алгебры, а в 16 лет бросил последний класс ради занятий в Йельском университете, который он окончил в 1963 году со степенью бакалавра. Диссертацию он защитил в Принстонском университете в 1966 году под руководством Роберта Ганнинга, после чего начал преподавать в Корнеллском университете.

Там под влиянием Джеймса Илса и его соавтора Джозефа Сампсона, которые занимались гармоническими отображениями, описывающими теплопередачу [8], Гамильтон начал развивать близкий раздел теории уравнений с частными производными, что вылилось в создание уравнения потока Риччи. В отличие от эйнштейновских уравнений, которые демонстрируют, как кривизна пространства-времени описывает тяготение, уравнение потока Риччи открывает новые глубокие и интересные связи между кривизной и пространственной диффузией. В частности, используя поток Риччи, Гамильтон показал, что гладкое многообразие может эво-

люционировать в сферу, подобно тому, как сдутый мяч округляется при накачивании. Однако в некоторых случаях кривизна может устремляться к бесконечности, создавая так называемые сингулярности. Впоследствии физикам стало ясно, что поток Риччи важен и в теории струн, в которой частицы вещества представляются одномерными вибрирующими струнами, хотя эта связь еще не вполне ясна.

Роль потока Риччи и результатов Гамильтона была осознана геометрами далеко не сразу, но затем оценена премией Освальда Веблена, присужденной Гамильтону в 1996 году, а в 1999 году он был избран в Национальную академию наук США. В 2011 году Гамильтон разделил премию Шао по математике с греческим математиком и физиком Димитриосом Христудулу, из Швейцарской высшей технической школы Цюриха, а незадолго до смерти был удостоен награды в 700 тыс. долл. за достижения в области фундаментальных наук.

Вскоре после публикации своей фундаментальной работы [2] Гамильтон перебрался в Калифорнийский университет в Сан-Диего, где работали видные специалисты по геометрическому анализу. Один из них, Ричард Шён, в работе [9], написанной в 2007 году совместно с Саймоном Брендлом, воспользовался потоком Риччи для доказательства так называемой «теоремы о дифференцируемой сфере», которая позволяет охарактеризовать сфероподобные формы в случае, когда размерность больше трех. В интервью Брендл подчеркнул: «Ричард [Гамильтон] снабдил математиков новым аппаратом, позволяющим решать важные задачи, не поддававшиеся анализу ранее».

Там же, в Сан-Диего, Гамильтон познакомился со студенткой математического факультета Сюзан Харрис, ставшей его спутницей жизни. До этого он был несколько лет женат на Салли Харпер Суигерт.

В 1998 году Гамильтон переехал в Нью-Йорк, где до конца карьеры работал в Колумбийском университете. Кроме того, в 2022 году он стал почетным адъюнкт-профессором Гавайского университета в Маноа, куда приехал с визитами и раньше. Он купил дом в Халейуа на северном побережье острова Оаху, где на досуге занимался всевозможными водными видами спорта, от серфинга до дайвинга в компании дельфинов. По словам журналистов, Гамильтон был «колоритной личностью»: его интересовала не только математика, но и серфинг, и женщины. Он был общительным, обаятельным человеком и, разумеется, блестящим ученым.

Николай Кузнецов, ИПМаш РАН, докт. физ.-мат. наук

1. Последнее «нет» доктора Перельмана // Интерфакс, 1 июля 2010 года. interfax.ru/russia/143603
2. Hamilton R. Three-manifolds with positive Ricci curvature // Journal of Differential Geometry 17 (1982), 255–306.
3. Smale S. Generalized Poincaré's conjecture in dimensions greater than four // Annals of Mathematics 74 (1961), 391–406.
4. Freedman M.H. The topology of four-dimensional manifolds // Journal of Differential Geometry 17 (1982), 357–453.
5. Perelman G. The entropy formula for the Ricci flow and its geometric applications. Preprint arXiv: math.DG/0211159 v1, 11 November 2002.
6. Perelman G. Ricci flow with surgery on three-manifolds. Preprint arXiv: math.DG/0303109 v1, 10 March 2003.
7. Perelman G. Finite extinction time for the solutions to the Ricci flow on certain three-manifolds. Preprint arXiv: math.DG/0307245, 17 July 2003.
8. Eells J. and Sampson J.H. Harmonic Mappings of Riemannian Manifolds // American Journal of Mathematics, 86 (1964), 109–160.
9. Brendle S. and Schoen R.M. Manifolds with 1/4-pinched curvature are space forms // Journal of the AMS 22 (2009), 287–307.

Квантовая ересь Хью Эверетта

Виталий Мацарский

Неладно что-то в датском королевстве...

Уж если такая неповоротливая махина, как ООН, решила провозгласить 2025 год «Международным годом квантовой науки и технологий» в ознаменование столетия создания квантовой механики, то и нашему оперативному изданию никак нельзя оставаться в стороне.

Не вызывает сомнений, что квантовая механика (далее КМ) есть фундаментальная наука, достигшая небывалой точности при сравнении ее предсказаний с экспериментом. Благодаря ей создаются все эти великолепные современные устройства, называемые красивым русским словом «гаджеты». Удалось добиться квантовой телепортации, применяется квантовая криптография, всё реальнее становится квантовый компьютер огромной производительности. Казалось бы, раз удается делать все эти вещи, то с КМ всё ясно, специалисты понимают, как она работает. Увы, оказывается, что это не так. По меткому выражению Алексея Семихатова¹, КМ ведет себя как оракул — правильный и точный результат выдает, а как это делается, не сообщает.

Весьма популярно высказывание Ричарда Фейнмана о том, что КМ не понимает никто, и приписываемое ему же выражение «заткнись и вычисляй», более похожее на лозунг и подразумевающее, что негоже рассуждать о смысле КМ, надо просто работать. Но мно-



Виталий Мацарский

гим всё же хотелось бы не только заниматься вычислениями, но и понимать их смысл.

То есть нужно КМ как-то интерпретировать. Казалось бы, такая потребность давным-давно удовлетворена самим великим Нильсом Бором и его соратниками — они дали так называемую копенгагенскую интерпретацию, которая долгое время устраивала почти всех. При жизни он пользовался непререкаемым авторитетом; его мудростью восхищались. Так, например, ученик и соавтор Бора, крупный американский физик Джон Арчибальд Уилер в воспоминаниях о нем пи-

сал, что по мудрости он не уступал Конфуцию и Будде, Иисусу и Периклу, Эразму и Линкольну. В 1930–1940-е годы копенгагенская интерпретация царила настолько безраздельно, что видный историк КМ Макс Джеммер назвал ее «монокрацией».

Одним из первых на монокрацию осмелился посягнуть молодой американский физик Дэвид Бом, которого Эйнштейн хотел взять себе ассистентом (о его трудной судьбе можно прочитать² в одном из прежних номеров нашей газеты).

За Бомом последовали и другие несогласные с интерпретацией Бора и его сторонников.

Как выразился Джон Белл, позднее внесший огромный вклад в КМ, они не захотели «сидеть у ног Бора». Джон Белл известен своими неравенствами, объяснять смысл которых здесь вряд ли уместно. Достаточно сказать, что экспериментальная проверка их нарушения подтвердила отсутствие в КМ скрытых параметров, подозревавшихся некоторыми, в том числе Бомом, и принесла авторам экспериментов Нобелевскую премию за 2022 год (и это награждение было, естественно, освещено³ на страницах ТрВ-Наука). До несомненно заслуженной Нобелевки Белл, увы, не дожил. Он скончался в 1990 году.

Некоторые жаловались, что им надоело без конца выслушивать «воскресные проповеди» Бора, и стали предлагать свои интерпретации. Сейчас их известно больше дюжины. Одна из них, пожалуй, вызывает больше всего споров. Ее предложил в своей диссертации молодой американец Хью Эверетт III (1930–1982). Истории появления его теории и связанным с ней перипетиям и посвящена эта заметка.

Двойственный подход

Уже в возрасте двенадцати лет Эверетт осмелился написать письмо Эйнштейну, в котором спрашивал, случайны ли законы мироздания или же за ними стоит некая организующая сила. Эйнштейн ответил, что эту проблему придумал упрямый мальчик, создав себе труд-

ности, чтобы их преодолеть. Как видно, уже тогда Эверетт задумался о роли случайности в законах природы.

Повзрослев, Хью поступил на инженерно-химический факультет частного Католического университета в Вашингтоне. Чем был вызван выбор именно этого учебного заведения, неясно, поскольку его дальнейшая жизнь и поступки показали, что библейские ценности не произвели на него должного впечатления. Возможно, университет просто находился недалеко от дома.

По окончании университета Эверетт благодаря полученной от Национального научного фонда стипендии поступил в аспирантуру Принстонского университета, где занялся недавно появившейся новой областью прикладной математики — исследованием операций. Кроме того, он прослушал вводный курс КМ, прочитанный Робертом Дикке, который в середине 1960-х годов вместе с коллегами идентифицировал случайно обнаруженное загадочное всепроникающее космическое излучение как микроволновый фон, дошедший до нас от Большого взрыва.

Постепенно Хью стал всё больше склоняться к физике и записался на курс лекций по мат-

физике, который читал один из крупнейших физиков того времени, в скором будущем нобелевский лауреат Юджин Вигнер. Вне круга коллег он был широко известен как автор эссе «Непостижимая эффективность математики в естественных науках»⁴. Помимо физики Хью не переставал заниматься исследованием операций, в частности, ее военными применениями. Но больше всего Эверетта привлекала квантовая механика, и именно ее он выбрал в качестве темы своей диссертации, которую стал писать под руководством Джона Уилера.

Уилеру было не впервой руководить аспирантами со способностями выше средних. За 15 лет до Эверетта его аспирантом был Ричард Фейнман. Темой у него также была КМ, которую он построил, исходя из принципа наименьшего действия, а также предложил очень продуктивный метод интегралов по траекториям. (Об основоположнике принципа наименьшего действия, «идеальном мушкетере» Пьере Луи Мопертюи, тоже можно прочитать⁵ в нашей газете.)

Представленная в марте 1957 года в Принстонский университет диссертация Эверетта занимала 137 страниц и называлась «Об основаниях квантовой механики». (По ходу работы название несколько раз менялось.) В ней он прежде всего подверг критике ортодоксальную копенгагенскую интерпретацию. Его особенно раздражала зависимость КМ от классической физики.

Согласно представлениям копенгагенской школы, мир делится на классическую и квантовую части. В квантовом мире действует принцип неопределенности Гейзенберга, ▶



Хью Эверетт в 1964 году
(ucispace.lib.uci.edu)

¹ Сто лет недосказанности. — М.: Альпина нон-фикшн, 2024.



Четыре поколения Эвереттов:
Хью-старший, Хью-младший, Хью Третий и Элизабет.
Фото из семейного архива Эвереттов. 1957 год

² trv-science.ru/2022/10/david-bohm-belaya-vorona-v-fizike-i-v-zhizni/

³ trv-science.ru/2022/10/nobel-po-fizike-bogvse-taki-igraet-v-kosti/

⁴ УФН, 1968, т. 93, с. 535–546.
ufn.ru/ufn68/ufn68_3/Russian/r683f.pdf

⁵ trv-science.ru/2020/07/mushketer-naimenshego-dejstviya/

► и этим миром правит волновая функция Шрёдингера. Узнать, что там делается, можно, лишь проведя серию измерений классическим прибором в строго контролируемых условиях. В результате измерения волновая функция загадочным образом претерпевает коллапс — из всех возможных значений приобретает единственное, которое и регистрирует прибор. Для получения полной картины Бор предложил принцип дополнителности — квантовая картина должна дополняться классической.

Эверетт не понимал, как можно придерживаться такого двойственного подхода: признавать реальность только за классическим миром и отказывать в реальности миру квантовому. По его представлению, квантовым был весь мир, ведь измерительный прибор тоже состоял из атомов, подчинявшихся законам КМ. Как же можно было проводить границу между классическим и квантовым мирами? И где ее проводить?

Эти вопросы мучили не только его, ими давались и многие другие, но в большинстве своем предпочитали в них не вдаваться, полагая, что они относятся скорее к философии или психологии, чем к физике. Почему они так поступали, можно догадаться по цитате из книги «Математические основы квантовой механики» ее выдающегося теоретика Джона фон Неймана: «Фундаментальным требованием научного подхода является так называемый принцип психофизического параллелизма, то есть возможность описывать нефизический процесс субъективного восприятия так, как если бы он являлся реальностью в физическом мире — т. е. признается возможность приписать ее частям эквивалентные физические процессы в объективном окружении, т. е. в обычном пространстве»⁶.

В своей диссертации Хью предложил формализм, отвечавший его воззрениям. Ее окончательный, одобренный его руководителем Джоном Уилером вариант назывался «Об основаниях квантовой механики». Но еще до представления диссертации Эверетт в 1956 году написал работу «Волновая механика без вероятностей».

Ветвящийся мир

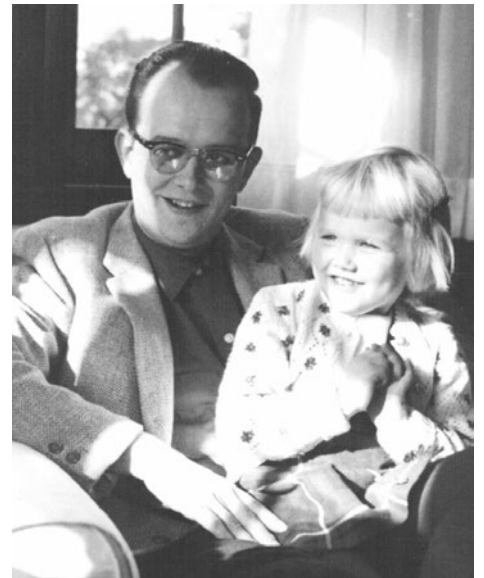
Интерпретация Эверетта настолько понравилась Уилеру, что он решил послать эту работу Бору и обсудить ее с ним лично, хотя направлять аспирантскую работу корифею было не принято. Правда, такой прецедент уже имелся. В 1924 году Эйнштейн прочитал диссертацию аспиранта Луи де Бройля, где тот предложил присваивать каждой частице некую волну-лоцман, направляющую ее движение. Эйнштейн высоко оценил эту работу, хотя позднее от идеи де Бройля пришлось отказаться.

Уилер ко времени подготовки диссертации Эвереттом стал всеерьезнее интересоваться общей теорией относительности (ОТО) и космологией, которыми тогда занимались очень немногие. Он надеялся, что идеи Эверетта помогут понять, как быть с делением

на классический и квантовый миры в масштабах всей Вселенной. Ведь наблюдатель со своим классическим прибором никак не мог помещаться за пределами Вселенной, чтобы изучать ее квантовый мир. Совместить ОТО и КМ тогда оказывалось совершенно невозможно, и построить теорию квантовой гравитации, на что надеялся Уилер, было бы нельзя. А вот формализм Эверетта не допускал никакой границы между классическим и квантовым мирами. Мир был только один — квантовый. Классический мир вырос из него. Никакого загадочного коллапса волновой функции не возникало. Мир расщеплялся, ветвился. Каждый из миров обладал своей реальностью, чуть отличной от других. Расщепившиеся миры были принципиально не наблюдаемы из других миров. Волновая функция относилась ко всей Вселенной. Эверетт дал ей название универсальной, т. е. вселенской, функции.

В 1956 году с черновиком работы «Волновая механика без вероятностей» Уилер приехал к Бору в Копенгаген и вскоре написал Эверетту: «Мы обсуждали ее трижды... Резюмируя скажу, что ваш прекрасный формализм волновой функции остается непоколебимым, но мы согласились, что главная проблема — слова, которыми следует описывать величины в формализме. Мы полагаем, что возникнет масса недоразумений с физикой, если радикально не поменять слова, которыми описывается формализм».

Коллеги Бора подвергли идеи Эверетта уничтожающей критике, назвав их незрелыми и незавершен-



Эверетт со своей дочкой Лиз. Начало 1960-х годов

часть расходов из своих фондов, надеясь, что остальное заплатит Бор, но из этого ничего не вышло. Во второй половине 1956 года Эверетт подал свою диссертацию в Принстонский университет и начал работать на Пентагон, в группе оценки систем вооружений. Официально он стал доктором наук в апреле 1957 года с оценкой диссертации «очень хорошо».

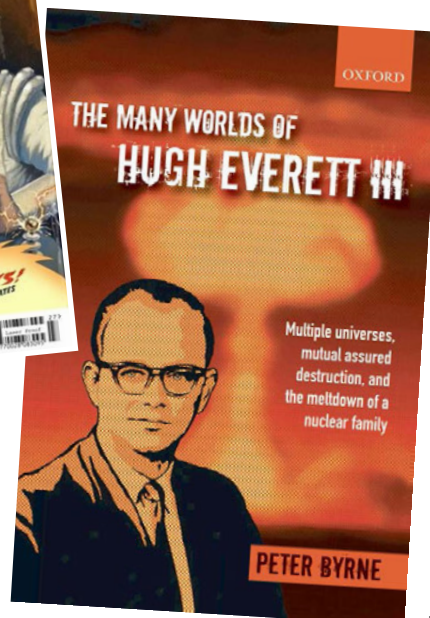
Трудно сказать, по какой причине он пошел работать на генералов. Возможно, причин было несколько. Его обучение в аспирантуре частично оплачивалось военным ведомством, и оно могло потребовать потом поработать на войну. Кроме того, работа в Пентагоне освобождала от обязательного призыва в армию, не говоря уж об очень приличном окладе. И, наконец, по

реакции на свои работы он мог понять, что с его «завиральными» идеями в науке ему ничего не светит.

Критика была суровой

Обычно основные результаты диссертации публикуют в виде статьи в научном журнале. По настоянию Уилера так поступил и Эверетт. В июле 1957 года в *Reviews of Modern Physics* появилась его статья на 36 страницах «Формулировка квантовой механики через «соотнесенные состояния»»⁷.

Статья оставляет довольно странное впечатление. В первом же абзаце автор заявляет, что он намерен облегчить решение некоторых серьезных проблем квантовой гравитации. «Эта работа имеет целью прояснить основания квантовой механики. В ней по-новому формулируется квантовая теория в виде, ►



ными. Реакция Бора не удивляет. Более удивительно, что Уилер мог надеяться убедить его в интерпретации Эверетта, поскольку сам считал ее ценной и важной. Похоже, он пытался уговорить себя в том, что идеи Эверетта не ставят под сомнение проблему измерения, а лишь обобщают ее, тогда как сам Эверетт называл подход Бора «философским чудовищем».

Всё еще находившийся в Европе Уилер убеждал Эверетта самому съездить в Копенгаген к Бору и попытаться изменить его мнение. Зная Бора, он полагал, что на это уйдет не меньше трех месяцев, и обещал оплатить

⁶ von Neumann J. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Translated by R.T. Beyer. Princeton University Press, 1955.

⁷ Everett H. (1957) «Relative State» Formulation of Quantum Mechanics // *Reviews of Modern Physics*, 29(3), 454–462. doi: 10.1103/revmodphys.29.454

► который представляется наиболее приемлемым для применения в общей теории относительности».

Затем следуют оправдания: «Цель состоит не в том, чтобы отказаться или противоречить традиционной формулировке квантовой теории, продемонстрировав свою полезность в колоссальном количестве самых различных проблем, а в том, чтобы предложить новую, более общую и полную формулировку, из которой можно вывести традиционную формулировку».

Позднее Уилер признавался, что Хью не очень хотел писать эту статью, и ему пришлось сидеть рядом, диктуя каждое слово. Особенно тщательно Уилер следил за тем, чтобы нигде не встречалось слово *split* (расщепление). Но Эверетт перехитрил своего руководителя. При корректуре он добавил сноску, в которой ясно изложил, как происходит «расщепление» наблюдателей и почему они этого не ощущают. Он даже припомнил Коперника, которого попрекали за противоречие здравому смыслу, поскольку движение Земли тоже никто не ощущал.

Видимо, опасаясь, что работа Эверетта не произведет должного впечатления, Уилер сразу за ней опубликовал свою статью⁸, в которой аккуратно подчеркивал важность идей Хью. Он писал: «Предыдущая статья представляет принципы квантовой механики в новой форме. Традиционная математическая формулировка... выводится как следствие новой „мета“ квантовой механики».

Но усилия Уилера оказались тщетны. Критика была суровой. Многолетний ассистент Бора Леон Розенфельд писал коллеге в 1959 году вскоре после короткого и неудачного визита Эверетта в Копенгаген для обсуждения своих идей лично с Бором: «Работа Эверетта <...> страдает от фундаментального непонимания, которому подвержены все „аксиоматизаторы“ какой-либо области физики».

Через несколько лет в другом письме он выразился еще резче. «Что касается Эверетта, то ни у меня, ни тем более у Бора не хватило терпения выслушивать его в Копенгагене, когда он пытался продать нам свои безнадежно

⁸ Wheeler J. A. (1957) Assessment of Everett's «Relative State» Formulation of Quantum Theory // *Reviews of Modern Physics*, 29(3), 463–465. doi: 10.1103/revmodphys.29.463

дурацкие идеи, которым очень мало неразумно потакал Уилер. Эверетт был невообразимо туп, и в квантовой механике не понимал самых элементарных вещей».

Вскоре и Уилер стал потихоньку отдаляться от Эверетта. Он как-то сказал, что не то, чтобы совсем разочаровался в его идеях, но согласен с ними не чаще раза в неделю, по вторникам. Сам Эверетт полностью отошел от КМ и, несмотря на робкие призывы Уилера, наотрез отказывался вернуться в академическое сообщество, предпочитая «длинный доллар» Пентагона.

Пригоршня праха

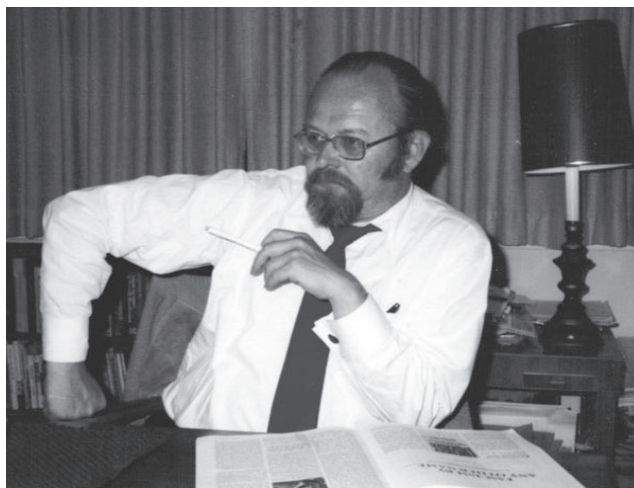
Некоторое время об идеях Эверетта мало кто вспоминал, пока в журнале *Physics Today* не появилась статья⁹ известного физика Брайса Дэвитта, вызвавшая большой резонанс. Позднее он впервые опубликовал длинную диссертацию Эверетта, работы, напечатанные в *Reviews of Modern Physics*, и несколько других статей, в том числе собственных¹⁰. Сейчас ChatGPT на просьбу перечислить наиболее популярные интерпретации КМ многомировую интерпретацию Эверетта выдает второй после копенгагенской.

Остается лишь добавить несколько слов о Хью как о личности. Похоже, что человеком он был малосимпатичным, читать его биографию¹¹ тяжело. В Пентагоне он занимался тем, что рассчитывал оптимальные способы нанесения максимального урона вражеской державе, т. е.

⁹ DeWitt B. S. (1970) *Quantum mechanics and reality* // *Physics Today*, 23(9), 30–35. doi: 10.1063/1.3022331

¹⁰ DeWitt B., Graham N. (Eds.) *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1973.

¹¹ Byrne P. *The Many Worlds of Hugh Everett III: Multiple Universes, Mutual Assured Destruction and the Meltdown of a Nuclear Family*, Oxford University Press, New York, 2010.



Хью Эверетт у себя дома в последние годы жизни. Фото из семейного архива Эвереттов

СССР, определяя, сколько атомных бомб и куда нужно сбросить. Раз попытался покончить с собой. К женщинам относился с презрением, своими детьми совершенно не интересовался, как и его жена. Его дочь Лиз почти постоянно была в депрессии, употребляла наркотики. Младший брат Марк нашел ее на полу в ванной рядом с пустым пузырьком снотворного. Ее успели откатать. Вернувшийся из больницы Марк обнаружил отца сидящим на диване с журналом *Newsweek*. Оторвавшись от чтения, он произнес: «Не знал, что Лиз так грустно».

В конце 1970-х на Хью навалились финансовые проблемы. Он курил по три пачки в день, всё больше пил. Утром 19 июля 1982 года Марк нашел отца лежащим на кушетке полностью одетым. Хью Эверетт скончался от сердечного приступа в 51 год. По словам Марка, он тогда коснулся отца чуть ли не первый раз в жизни. Вдова хранила его пепел несколько лет, а потом все-таки выполнила волю Хью — выбросила прах в мусорный бак.

Возможно, в других ответвлениях Вселенной судьба Эверетта сложилась иначе, но задаваться этим вопросом бессмысленно, ведь другие миры, согласно его учению, для нас принципиально не наблюдаемы. ♦

КНИЖНАЯ ПОЛКА

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



«Ковчег 47 Либра»

Довольно известная книга о колонизации экзопланеты в реалистичном и драматически-оптимистичном сценарии. Переиздание книги уже поступило в продажу: ozon.ru/product/1714085939 market.yandex.ru/pr/5856505139

«Ледяная скорлупа»

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



ozon.ru/product/1649404065 market.yandex.ru/pr/5856505150



«Феникс сапиенс»

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

ozon.ru/product/1591931886 market.yandex.ru/pr/5856505140

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

О мировоззрении и философии Нильса Бора

Николай Кузнецов, докт. физ.-мат. наук, ИПМаш РАН

В октябре 2025 года исполняется 140 лет со дня рождения Нильса Бора, который был не только выдающимся физиком-теоретиком, одним из творцов квантовой теории, но и мыслителем, вклад которого в философию, по мнению его коллеги Вернера Гейзенберга [1, стр. 242], превосходит его достижения в физике, отмеченные Нобелевской премией в 1922 году. Сыграв ключевую роль в ревизии философских оснований физики (она была необходима для понимания квантовых явлений), Бор, тем не менее, не считал себя философом. Надо сказать, что этот аспект его творчества менее известен (трехтомник его философских работ [2] был издан лишь в 1987 году, спустя 25 лет после его смерти), но он не менее важен и интересен, чем его результаты в физике и общественная деятельность. Однако прежде чем переходить к существу философии Бора, следует остановиться на том, как формировалось его мировоззрение.

Наука не делает невозможной веру в Бога, она лишь дает возможность не верить в него.

Стивен Вайнберг

Примечательно, что истоки мировоззрения Нильса Бора в определенной степени кроются в его датско-еврейском происхождении. Его отец Кристиан Бор был профессором физиологии в Копенгагенском университете, и результаты его исследований выдвигались на Нобелевскую премию, а мать Эллен Адлер была дочерью богатого еврейского банкира и филантропа. Кристиан был атеистом, хотя и происходил из пасторской семьи. Это не было редкостью даже в России, где атеистом был его современник, харьковский (позже петербургский) математик Владимир Андреевич Стеклов, родом из семьи потомственных священников.

В отличие от Эллен, не придерживавшейся еврейских традиций, их соблюдала ее сестра Ханна, несмотря на диплом с отличием по физике [3, гл. 1]. И она старалась привить эти традиции своим племянникам; у Нильса был брат Харальд двумя годами младше него (впоследствии выдающийся математик). В Гаммельхольмской гимназии, где учился Нильс (стоит отметить, что среди ее учеников было много евреев), к атеизму отца и еврейским традициям тети Ханны добавились проповеди пастора. В результате этих разнонаправленных влияний Нильс заявил однажды отцу, что вопреки всем усилиям он утратил веру. Позже Нильс описывал эту сцену своей невесте Маргрете Нёрлунд. По его словам, отец в ответ лишь улыбнулся. Нильс расценил это как знак: «Ты тоже способен мыслить самостоятельно». Примечательно, что так же и Стеклов расценил нотацию директора лица, где он учился, по поводу своего сочинения, содержавшего критику правления Екатерины II [4, стр. 26]. Он следовал сатирической балладе А.К. Толстого «История государства Российского от Гостомысла до Тимашева», написанной в 1868 году.

Интересоваться философией Бор начал еще до поступления в университет в 1903 году. Дело в том, что большим другом его отца был философ Харальд Гёффдинг, и они вместе Кристианом Кристиансоном (в будущем преподававшим Нильсу физику) и филологом Вильгельмом Томсеном регулярно собирались для обсуждения научных и философских вопросов. Присутствуя на этих встречах, братья Бор осознали два факта, важных для их будущей работы: ученый наряду с расширением знаний в своей области также должен стремиться углублять их, и это возможно еще до установления прочного фундамента этих знаний. Основными вопросами, которые рассматривала профессорская четверка, были природа и пределы знания, а также принципы, на которых базируется познание Истины. Наряду с этим Нильс был весьма склонен к собственным размышлениям о взаимосвязях в мире. Когда незадолго до смерти Бора спросили об их значении, он ответил: «Это — в некотором смысле — была моя жизнь» [5, стр. 9].

В университетских лекциях Гёффдинга, которые слушал Нильс, большое внимание уделялось произведениям Сёрена Кьеркегора. Бор



Вернер Гейзенберг и Нильс Бор на Копенгагенской конференции в 1934 году

считал его величайшим датским мыслителем и стилистом, а его книгу «Стадии жизненного пути» (она так и не переведена на русский) — лучшим произведением из всего, когда-либо написанного по-датски. Целью выраженных в ней философских взглядов Кьеркегора было помочь людям преодолеть кризис религиозных взглядов. Такой кризис в начале жизни испытал и Гёффдинг, начинавший учебу на факультете теологии, и его собственные поиски истины (как и работы Кьеркегора) были направлены на борьбу с христианским миропониманием. Содержание его лекций затем обсуждалось в студенческом клубе «Эклиптика», одним из двенадцати членов которого был Нильс; многие из них стали впоследствии видными учеными. Бор относился к лекциям Гёффдинга весьма серьезно, а в курсе формальной логики даже обнаружил существенные ошибки, о которых он с откровенной прямотой сообщил профессору. Тот воспринял критику студента философски и даже попросил посмотреть и одобрить корректуру исправленного издания. Общение Бора с Гёффдингом продолжалось и позже; более того, Гёффдинг использовал некоторые идеи Бора в книге [6], посвященной концепции аналогии. После смерти Гёффдинга в 1931 году вилла, где он жил (она пожизненно предоставляется пивоваренной компанией «Карлсберг» датскому интеллектуалу, выбранному Академией наук), стала резиденцией Бора.

Надо сказать, что еще до начала изучения противоречивых свойств атома, которое в дальнейшем и привело Бора к его важнейшему философскому выводу, ученому пришлось убедиться в необходимости трудного примирения с вещами, не поддающимися рациональному объяснению. Дело в том, что незадолго до женитьбы он и его невеста Маргрете перестали быть прихожанами Датской церкви, и регистрация их брака в августе 1912 года состоялась в ратуше города Слагельсе. Это очень огорчило весьма набожную мать невесты, перед которой Нильсу пришлось оправдываться, для чего он воспользовался ссылками на работы Гёффдинга.

В интересном ракурсе мировоззрения Бора представлено Гейзенбергом в книге [7], где описаны встречи и беседы, случившиеся на его длинном и, надо сказать, тернистом жизненном пути. В седьмой главе, озаглавленной «Наука и религия (1927)», речь идет о беседе нескольких молодых участников Сольвеевского конгресса, проходившего в том году в Брюсселе. Один из них заметил: очень трудно представить себе, что постоянно говоривший о Боге Эйнштейн как-то связан с религиозной традицией. На это кто-то возразил, что вот Макс Планк не видит противоречия между религией и наукой, считая их вполне совместимыми. Поскольку Гейзенберг был знаком с некоторыми из близких друзей Планка, хорошо знавших его взгляды, его попросили высказать свое мнение. Гейзенберг предположил: согласно Планку, совместимость религии и науки вытекает из того, что они имеют дело с весьма разными аспектами. Наука занимается объективным, материальным миром, и ее цель — установление взаимосвязей в нем. С другой стороны, религия рассматривает вопросы мира ценностей, касающиеся того, что должно быть и как следует поступать. Наука исследует, что истинно, а что ложно; в то время как религия занимается вопросами добра и зла, возвышенного и низкого. Наука служит базой техники, а религия — этики. ▶

► По этому поводу Вольфганг Паули заметил, что такое разделение познания и религиозной веры в лучшем случае может дать лишь некоторое временное облегчение. Указав, что в недалеком будущем религиозные притчи и образы утратят убедительную силу даже для простых людей (отметим, что теперь это уже произошло во многих частях Западной Европы), он сказал, что старая этика рухнет как карточный домик, когда это произойдет. Поэтому он не одобряет философию Планка, хотя и уважает ее гуманистические положения. Далее он перешел к Эйнштейновской концепции Бога, которая ближе к его собственной. Согласно ей Бог каким-то образом связан с непреложными законами природы, придавая им внутреннюю простоту. Таким образом, Бог Эйнштейна весьма далек от любой религиозной традиции, а идея личностного Бога совершенно неприемлема. Эту позицию Паули подытожил заключением, что нет раскола между наукой и религией, так как основная идея о наличии порядка является общей как для субъективной, так и для объективной сфер мышления. Затем он коснулся идеи дополнительности, введенной Бором ранее в том же 1927 году для понимания результатов различных квантовомеханических экспериментов, и заметил, что эта концепция принципиально изменила науку, показав несостоятельность представления о материальных объектах как о полностью независимых от способа их наблюдения; тем самым такой подход оказался не более чем абстрактной экстраполяцией. Более того, ему представляется, что дополнительность может оказаться полезной и для связи науки с миром ценностей, которым занимается религия.

Подосевший в это время 25-летний Поль Дирак (он был самым молодым) высказался о религии весьма критично (и вполне в духе научного атеизма). По его мнению, она представляет собой массу ложных утверждений, не имеющих реальной основы, а сама идея Бога — продукт человеческого воображения. Конечно, персонафикация могущественных сил природы была вполне естественна для первобытных людей, но теперь, когда многие процессы в природе стали понятны, в этом нет необходимости. Более того, возникает справедливый вопрос, почему Бог допускает столько страданий и несправедливости, эксплуатацию бедных богатыми и многое другое, что Он мог бы предотвратить. То, что религия по-прежнему насаждается, есть следствие желания усмирить низшие классы, чтобы их было легче эксплуатировать. Религия — это вид опиума (сразу вспоминается классическая советская формула), позволяющий убаюкать нацию и заставить людей забыть о несправедливостях. Стоит отметить, что, по-видимому, на Дирака произвели большое впечатление события, которые привели ко всеобщей забастовке в Британии, состоявшейся незадолго до этого. Далее Гейзенберг пишет о своих возражениях Дираку и дискуссии между ними. Всё закончилось знаменитой шуткой Паули: «Нет Бога, и Дирак — пророк Его». Часто встречающийся русский перевод этой шутки не отражает личностный характер, вложенный Паули в словосочетание «Нет Бога», которое по его мысли служит именем антипода Бога.

Через некоторое время Гейзенберг рассказал об этом Нильсу Бору, который немедленно встал на защиту Дирака. Прежде всего Бор считал замечательным, что Дирак показал себя столь бескомпромиссным в защите всего, что может быть выражено ясно и логично. Перейдя к религии, Бор начал с того, что ему (как и Дираку) идея Бога чужда. С другой стороны, он отметил близость языка религии поэтическому, имеющему дело с субъективными чувствами, в отличие от научного, оперирующего информацией об объективных фактах. Тем самым предметом религии не является реальная действительность, а поэтому трудно говорить о ее содержании предметным языком. Возможно, добавил он, следует эти взаимно исключающие друг друга подходы (научный и религиозный) рассматривать как дополнительные и тем самым обогащающие взаимоотношения людей с определяющим мир порядком. На это Гейзенберг пытался возражать Бору, но безуспешно. В заключение Бор сказал, что возражения Дирака против самообмана и опасных противоречий было правильным. Однако и Паули был прав, когда в шу-

точной форме обратил внимание Дирака на то, что крайне трудно избежать этих опасностей полностью.

В этой истории четко прослеживается атеистическое мировоззрение Бора, а также видны зачатки его будущей философии, в которой концепция дополнительности будет играть важную роль. Действительно, формулируя Копенгагенскую интерпретацию квантовой механики [8], Бор прибег к языку философии (им он пользовался и ранее, занимаясь проблемами атомной физики) как к более приспособленному для этого круга вопросов. Однако, согласно Гейзенбергу [9, стр. 16], «это не был язык одного из традиционных подходов к философии (позитивизм, материализм или идеализм); он был другим по содержанию, хотя и включал элементы всех указанных -измов».

Впоследствии язык Бора стал менее позитивистским; см., например, заметку [10]. Это произошло после визита В.А. Фока в Копенгаген в феврале и марте 1957 года, в ходе которого они много обсуждали как философское значение квантовой механики, так и налет позитивизма в работах Бора, противником которого он, тем не менее, себя считал [11, стр. 602]. Фок перевел статью [10] с английского и предварил ее публикацию в журнале «Успехи физических наук» комментарием, где отметил, что она представляет собой косвенный ответ на «Замечания», изложенные в заметке [11] и обсуждавшиеся в Копенгагене. Следует отметить, что Фок и ранее уделял много внимания критике взглядов Бора на квантовую механику с позиций диалектического материализма; см., в частности, статьи [12, 13]. Примечательно, что во многом таких же философских взглядов, как и Фок, придерживался Леон Розенфельд, много сотрудничавший с Бором; это обстоятельство изложено в статье [14]. Правда, Розенфельд, в отличие от Фока, негативно относился к книге Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», считая, что в ней проповедуется механистический, а не диалектический материализм, а также используется метафизическая концепция детерминизма; эта критика приведена в работе [15].

Нужно сказать, что в философских работах Бора [2] менялся не только язык — по ходу развития физики менялось и их содержание. Это явственно видно уже в сборнике эссе, озаглавленном «Атомная теория и описание природы», где собраны публикации 1925–1931 годов. (Впервые он был напечатан в 1934 году, переиздан с новым предисловием Бора в 1961 году и вошел в собрание [2] в качестве первого тома; отметим, что этот сборник почему-то не включен в список трудов Бора, опубликованный в книге «Избранные научные труды, II».) Так, в текстах, написанных не позже 1927 года, постоянно упоминается, что «иррациональность является важной чертой, характеризующей квантовые постулаты»; в дальнейшем ссылки на «иррациональность» исчезают. В этом, в частности, проявляется способность Бора к диалектическому, по словам Розенфельда [16, стр. 47], переосмыслению процесса познания, ведомому лишь интуицией исследователя и не замутненному односторонним развитием теории на базе аристотелевской логики и платоновского идеализма.

В статье [16] содержится много интересных сведений о философских взглядах Бора, которые Розенфельд почерпнул из личных контактов с ним. Оказывается, что первоначально интерес Бора к философии возник не на основе его физических исследований, а из рассмотрения функции языка как средства коммуникации. Дело в том, что одни и те же слова при использовании в разных контекстах могут выражать не только разные, но даже взаимно исключающие аспекты действительности. Поэтому Бора волновал вопрос, как избежать двусмысленности в таких случаях. В поисках решения ему помогла аналогия из математики, в которой рассматриваются многозначные функции комплексного переменного и римановы поверхности, которые им сопоставляются. Пользуясь этим языком, говоря о разных значениях слова, можно считать, что они относятся к различным «листам действительности» так же, как многозначная функция принимает разные значения на разных листах римановой поверхности. Обычно слова употребляются в пределах одного «листа действи-



Портрет Поля Дирака кисти Клары Эвальд. 1939 год

тельности», но когда речь идет о словах, относящихся к нашему мышлению, есть опасность соскальзывания на «другой лист», что требует особенно внимательного отношения к взаимосвязям между значениями слов. Поэтому при использовании языка для объективной коммуникации всегда необходимо фиксировать недвусмысленные значения слов в каждой конкретной ситуации. Наконец, из-за возможности появления двойственных точек зрения требуется особая осторожность, чтобы предохранить однозначность коммуникации.

Имея в виду сказанное, легче представить себе реакцию Бора на двоякую природу света, корпускулярный характер которого проявляется при взаимодействии с веществом, что контрастирует с его волновым поведением при распространении в пространстве. Бор осознал, что придется жить с этой дилеммой, как и со многими другими, над которыми он размышлял, и что следует усовершенствовать язык физики, чтобы сделать приемлемым сосуществование двух проявлений света. Разумеется, это был лишь план, и прошло много лет, прежде чем этот план был осуществлен. Однако концепция дополненности прослеживается в нем, отчетливо показывая важность кванта действия, в дальнейшем она послужила руководящим началом для развития квантовой теории. Важно также отметить, что Бор избегает слова «принцип» применительно к дополненности. Более того, в статье [16] Розенфельд подчеркивает, что «*философия Бора не претендует на то, чтобы свести все законы природы к небольшому числу принципов*».

Когда появилась квантовая механика и тем самым была установлена основа для четкой формулировки отношений дополненности в атомной теории, Бор не ограничился констатацией факта, что тем самым сбылись его ожидания, а энергично взялся за совершенствование идеи дополненности путем обстоятельного анализа следствий, вытекающих из новой механики. В этом он был в немалой степени стимулирован продолжительной дискуссией с Эйнштейном, в которой вслед за тонкими возражениями последнего следовали блестящие опровержения Бора. Статья Бора [17], подытожившая эту дискуссию, навсегда останется классикой и в истории физики, и в истории философии, а метод, который был использован в дискуссии, заслуживает особого внимания. Раз за разом Эйнштейн выдвигал весьма изощренные мысленные эксперименты, которые, по его мысли, должны были продемонстрировать несостоятельность квантовой механики, но глубокий анализ Бора каждый раз успешно опровергал очередной предложенный Эйнштейном кажущийся парадокс.

В результате возникла совершенно новая точка зрения на структуру и значение физической теории, где первостепенную роль играет терминология, в рамках которой формулируются условия наблюдения атомных систем. В.А. Фок [17] впоследствии назвал этот подход принципом относительности к средствам наблюдения, описываемым классически. Таким образом, физическая теория является в новом свете ввиду необходимости детально характеризовать условия наблюдения для каждого эксперимента, а это тем самым обеспечивает полностью объективное описание взаимодействия внешнего мира с наблюдателем.

Новая физика нуждалась в новом философском осмыслении и языке, и Бор даже хотел основать специальный журнал для освещения этой тематики [5, стр. 10], но всё ограничилось статьями, собранными в трехтомнике [2]. Уже было сказано, что для Бора основная философская проблема состояла не в обычных вопросах о реальности, ее существовании, структуре и границах человеческого познания. Для него главным был вопрос общей концепции передачи информации, о чем он и говорил: «*Задача состоит в передаче нашего опыта и идей другим, и следует постоянно прилагать усилия для расширения возможностей их изложения, но это надо делать так, чтобы не утрачивать объективность и недвусмысленность*». Таким образом, основной чертой научного языка должна быть его объективность, которая, согласно Бору, и заключается в его недвусмысленности, позволяющей избегать неправильного понимания. Для того, чтобы понять что-то, оно должно быть ясно выражено; более того, излагающий субъект должен быть четко отделен от объекта, о котором идет речь. Такое разделение обязательно для всякого объективного описания, и в этом Бор видел суть процесса познания. По его мнению, основной задачей теории познания является овладение диалектической подвижностью границы, разделяющей субъект и объект.

С появлением квантовой механики расширились способы описания физических явлений и возникла возможность реализовать эти идеи Бора. Действительно, даже обычное причинное описание, вообще говоря, оказалось неприменимо, а, согласно квантовым законам, является предельным случаем, работающим лишь в классических

ситуациях. Изменилось также и представление о сути физического эксперимента.

В классической физике каждому элементарному понятию сопоставляется свое средство измерения, и их совокупность может использоваться как целостная система, несмотря на различия между составными частями. Данные, получаемые каждой частью, дополняют друг друга, а все вместе они представляют собой причинное описание явления. В квантовой физике используются те же средства измерения, но различия между ними становятся принципиально важными, потому что нельзя использовать их совместно. Информацию о явлении, полученную при помощи одного инструмента, нельзя комбинировать с данными другого. Два описания, получающиеся для одного и того же явления на разных приборах, оказываются взаимно исключающими друг друга, вследствие чего это было названо Бором концепцией дополненности. Различные аспекты дополненности рассматривались им на протяжении многих лет, и их подробное описание приведено в книге [19, стр. 327–336]; см. также анализ этого понятия в статье Бора [10]. Такой подход, по его мнению, роднит логику наблюдений в квантовой физике с логикой самонаблюдения в психологии, поскольку разделение физического явления и средств наблюдения сходно с разделением объекта и субъекта.

Примеры дополненности встречаются не только в квантовой физике; они окружают нас повсюду: чувство и разум; серьезность и смешливость и т. п. Концепция дополненности Бора учит нас избегать единого подхода при рассмотрении различных свойств, которые могут проявляться лишь при взаимно исключающих друг друга условиях. Возможно, лучший способ справляться со многими трудностями в вопросах такого рода — это не рассматривать их вовсе, что было названо Эйнштейном «успокаивающей философией Бора — Гейзенберга». Вместе с тем, Бор считал, что, прибегая к дополненности можно достичь более глубокого понимания действительности.

1. Heisenberg W. Quantum theory and its interpretation // Niels Bohr: His Life and Work, S. Rorental (ed.) Amsterdam, North-Holland, 1967.
2. The Philosophical Writings of Niels Bohr. Woodbridge, Connecticut, Ox Bow Press, 1987. Vol. 1: Atomic Theory and the Description of Nature. Vol. 2: Essays 1933–1957 on Atomic Physics and Human Knowledge. Vol. 3: Essays 1958–1962 on Atomic Physics and Human Knowledge.
3. Heilbron J.L. Niels Bohr: A Very Short Introduction. Oxford, Oxford University Press, 2020.
4. Игнациус Г.И. Владимир Андреевич Стеклов (1864–1926). — М.: Наука, 1967.
5. Petersen A. The Philosophy of Niels Bohr. Bulletin of the Atomic Scientists. 19:7 (1963), 8–14.
6. Höffding H. Der Begriff der Analogie. Leipzig, Reiland, 1924.
7. Heisenberg W. Physics and Beyond: Encounters and Conversations. New York, Harper & Row, 1972.
8. Бор Н. Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории // Избранные научные труды, том II. — М.: Наука, 1971. С. 30–53.
9. Heisenberg W. The development of the interpretation of the quantum theory // Niels Bohr and the Development of Physics, W. Pauli (ed.) London, Pergamon, 1955.
10. Бор Н. Квантовая физика и философия. УФН 67 (1959), 37–42. См. также Избранные научные труды, II. — М.: Наука, 1971. С. 526–532.
11. Фок В.А. Замечания к статье Бора о его дискуссиях с Эйнштейном // УФН 66 (1958), 599–602.
12. Фок В.А. Критика взглядов Бора на квантовую механику // УФН 45 (1951), 3–14.
13. Фок В.А. Об интерпретации квантовой механики // УФН 62 (1957), 461–474.
14. Jacobsen A.S. Léon Rosenfeld's Marxist defense of complementarity // Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, 37, Supplement (2007), 3–34.
15. Rosenfeld L. Strife about complementarity // Science progress, 163 (1953), 393–410.
16. Rosenfeld L. Niels Bohr's contribution to epistemology // Physics Today, 16:10 (1963), 47–54.
17. Бор Н. Дискуссии с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике // УФН 66 (1958), 571–598. См. также Избранные научные труды, II. — М.: Наука, 1971. С. 399–433.
18. Фок В.А. Квантовая физика и философские проблемы // Бор Н. Избранные научные труды, II. — М.: Наука, 1971. С. 648–650.
19. Кляус Е.М., Франкфурт У.И., Френк А.М. Нильс Бор. — М.: Наука, 1977.

Квантовая механика и теория ядра

Алексей Левин

Общее введение

В двух предшествующих статьях¹, приуроченных к столетнему юбилею квантовой механики, я не раз отмечал, что ее первые приложения демонстрировали прежде всего возможность расчетов электронных структур и — как естественное следствие — атомных и молекулярных спектров. Положение дел стало меняться, когда квантовая механика впервые была успешно использована для понимания ядерных превращений. Это случилось в 1928 году, когда с помощью уравнения Шрёдингера удалось (по крайней мере, в общих чертах) объяснить один из трех главных механизмов естественной радиоактивности — альфа-распад. Со временем оказалось, что это объяснение работает и для искусственной радиоактивности, которая была анонсирована супругами Ирен и Фредериком Жолио-Кюри в начале 1934 года.

Однако полномасштабное использование аппарата квантовой механики для понимания структуры и превращений атомных ядер сделало возможным лишь в 1932 году, когда стал известен их истинный состав. Начало этому положило опубликованное в конце февраля короткое сообщение сотрудника Кавендишской лаборатории и будущего нобелевского лауреата Джеймса Чедвика «Возможное существование нейтрона»². Там шла речь о том, что известное с 1930 года высокопроникающее излучение бериллия, подвергнутого бомбардировке альфа-частицами, может состоять не из гамма-квантов, как первоначально предполагалось, а из электрически нейтральных частиц с массой, равной массе ядра водорода, которое с подачи Эрнста Резерфорда в 1920 году обрело второе имя — протон. В мае Чедвик опубликовал вторую статью³ куда большего размера, где об открытии новой частицы уже говорилось как о свершившемся факте.

Сначала (как минимум, до конца 1933 года) Чедвик считал новую частицу объединением протона и электрона, предсказанным Резерфордом всё в том же 1920 году. Резерфорд зарезервировал для него название «нейтрон», которым Чедвик и воспользовался. Однако уже в конце мая старший научный сотрудник Ленинградского физико-технического института Дмитрий Иваненко высказал предположение, что нейтроны надо считать «элементарными частицами наподобие протонов и электронов»⁴. Летом он и Вернер Гейзенберг независимо друг от друга опубликовали статьи, в которых все без исключения атомные ядра были представлены как протонно-нейтронные композиты. Это и стало началом теоретической ядерной физики в современном смысле этого слова. Вряд ли надо напоминать, что протоны и нейтроны как компоненты атомных ядер позднее получили общее имя — нуклоны.

Новой науке было суждено очень быстрое развитие. Вот только один пример. В 1936–1937 годах журнал *Reviews of Modern Physics* опубликовал три большие статьи молодого, но уже очень авторитетного физика-теоретика Ганса Бете и двух его соавторов общим объемом 467 страниц. Эта триада, которую тогда называли «библией Бете», содержала гигантский массив информации о нуклонах, ядрах и ядерных реакциях. В силу исключительного богатства и полноты

содержания она на много лет стала стандартным руководством по ядерной физике. При этом авторы широко и эффективно использовали наработанный в предшествующие годы концептуальный и математический аппарат квантовой механики. Вскоре эта информация стала служить не только чистой науке, но и разработкам атомных реакторов и ядерных бомб.

После завершения Второй мировой войны ядерная физика процветала еще пару десятилетий. Потом она уступила место на переднем крае физики исследованию элементарных частиц и сейчас занимает в университетских программах относительно скромное место. *Sic transit gloria mundi*.

Туннельная прелюдия

Теперь вернемся к квантовой теории альфа-распада. В середине 1928 года ее практически одновременно построили приехавший на стажировку в Физический институт Гёттингенского университета выпускник ЛГУ Георгий Гамов и тогдашние временные сотрудники Палмеровской лаборатории Принстонского университета англичанин Рональд Гёрни и американец Эдвард Кондон. Персональные аспекты ее создания подробно изложены в пятой главе моей книги «Этюды о частицах»⁵; там же даны и ссылки на оригинальные работы. Я не буду повторять уже написанное, однако доставлю себе удовольствие рассказать о том, на что в книге не хватило места. Там без этой информации можно было обойтись, но сейчас она необходима для понимания решительного прорыва в конструировании квантовой теории ядра, начало которой датируется 1932 годом.

И Гамов, и Гёрни с Кондоном исходили из очень простой феноменологической модели альфа-распада, которая в то время считалась вполне разумной (сейчас понятно, что она описывает альфа-распад лишь в довольно грубом приближении). Из нее следовало, что вещество некоторых радионуклидов включает в свой состав квазисвободные ядра основного изотопа гелия с атомным весом 4

(впрочем, других тогда и не знали). Точности ради отмечу, что сам термин «нуклид» (и, как производное, «радионуклид») был придуман американским радиохимиком Труменом Команом только в 1947 году, однако удобства ради я буду им пользоваться. Будучи слабо скрепленными со своим окружением, ядра гелия мигрируют к поверхности ядра и при определенных условиях могут выйти наружу уже в качестве продуктов ядерного распада — то есть альфа-частиц. Тогда предполагалось, что ядро гелия состоит из четырех протонов и двух электронов, что и обеспечивает ему нужную массу (в первом приближении четыре атомных единицы) и нужный заряд (плюс два элементарных заряда). Правда, уже с точки зрения тогдашней физики было непонятно, как природа может упрятать пару

электронов среди четверки протонов и что обеспечивает абсолютную стабильность этой конструкции (гелий-4, как известно, не радиоактивен). Однако же, поскольку эти проклятые вопросы тогда ответов не имели, ими особенно и не заморачивались.

Как новая теория объяснила такой вылет? Внутри ядра будущая альфа-частица находится под воздействием двух противодействующих сил, одна из которых стремится ее удержать, а вторая — освободить. В первом качестве выступает неэлектромагнитное взаимодействие ядерной материи, о котором тогда мало что было известно, хотя пробные теории уже существовали. Вторая — это открытое еще в XVIII столетии кулоновское отталкивание между одноименно заряженными частицами. Накладываясь друг на друга, эти силы создают у границы ядра потенциальный барьер, который будущая альфа-частица должна преодолеть.

И вот тут начинается самое интересное. В классической механике частица может совершить такой подвиг лишь в том случае, если ее полная энергия как минимум не меньше высоты барьера (в противном случае она остановится и повернет вспять). Уже сто лет назад физики не видели никаких внутриядерных механизмов, которые могли бы придать гипотетическим протонно-электронным блокам энергии нужного масштаба. Именно это и было главным препятствием для объяснения альфа-распада в терминах классической физики. ▶

⁵ Левин А. Этюды о частицах: от рентгеновских фотонов до бозона Хиггса. — М.: КМК, 2024. С. 92–95.



Алексей Левин



Джеймс Чедвик (lanL.gov)



Дмитрий Иваненко (msu.ru)

¹ Левин А. Год великого перелома в физике и его предыстория // ТрВ-Наука № 419 от 24 декабря 2024 года. trv-science.ru/2024/12/god-velikogo-pereloma-v-fizike-i-ego-predystoriya

Левин А. Вольфганг Паули: спин, спиноры и всё такое // ТрВ-Наука № 420 от 14 января 2025 года. trv-science.ru/2025/01/wolfgang-pauli-spin-spinory-i-vsyo-takoe

² Chadwick J. Possible existence of a neutron // *Nature*, 129, p. 12 (1932).

³ Chadwick J. The existence of a neutron // *Proceedings of the Royal Society A*, 136, 692–708 (1932).

⁴ Iwanenko D. D. The neutron hypothesis, *Nature*, 129, p. 798 (1932).

► Здесь и пришла на помощь юная квантовая механика. Те, кто ее изучал хотя бы по элементарным курсам, скорее всего помнят о таком явлении, как туннельный эффект. Его существование вытекает из решений уравнения Шрёдингера, записанного для потенциалов барьерного типа. Согласно этим решениям, квантовая частица может преодолеть потенциальный барьер даже в тех случаях, когда она подходит к нему с энергией, много меньшей его высоты. Однако такой исход осуществляется лишь с определенной вероятностью, которая очень быстро падает с расширением барьера и увеличением разности между его максимальной высотой и первоначальной полной энергией частицы. Легко понять, что чем эта энергия ниже, тем реже осуществляется альфа-распад и, соответственно, тем больше время жизни радионуклида. Поскольку эти вероятности определяются экспоненциальными зависимостями, известные периоды полураспада альфа-эмиттеров заполняют очень широкий спектр значений — от пяти стомиллионных ($5 \cdot 10^{-8}$) долей секунды до восьми квинтиллионов ($8 \cdot 10^{18}$) лет.

В работах Гамова и Гёрни с Кондоном альфа-распад как раз и был объяснен как чисто квантовый эффект подбарьерного туннелирования. Как бы ни были грубы их модели, они позволили успешно объяснять известную с 1911 года связь между энергиями вылетающих альфа-частиц и периодами полураспада породивших их радионуклидов. Эту связь экспериментально установили в Манчестерском университете два члена команды его тогдашнего профессора Эрнеста Резерфорда — приехавший из Германии Йоханнес Вильгельм Гейгер (помните гейгеровский счетчик заряженных частиц?) и его британский ассистент Джон Митчелл Неттолл. Это был несомненный успех первых квантовых моделей альфа-распада, который принес заслуженную известность их авторам.

Эмпирическое правило Гейгера — Неттолла тоже стало немаловажным этапом в исследованиях радиоактивности. Интересно, что оно было установлено прямо-таки с рекордной скоростью. Джон Неттолл был однокашником Джеймса Чедвика по физическому факультету Манчестерского университета, где они оба получили дипломы в том же 1911 году. Тогда же Неттолл получил аспирантскую стипендию и начал работать вместе с Гейгером над исследованием радиоактивных процессов (естественно, под началом Резерфорда). Через несколько месяцев 29-летний Гейгер и 21-летний Неттолл установили названный их именами закон (в другой формулировке — правило) альфа-распада — не слабое достижение в таком возрасте!

Но это не всё. Авторам теории альфа-распада вовсе не принадлежит приоритет в «извлечении» туннельного эффекта из уравнения Шрёдингера. В 1927 году это сделал уже немецкий физик Фридрих Хунд, а несколько позднее — один из ближайших друзей Резерфорда, физик, астрофизик и математик Ральф Говард Фаулер, и немецкий математик и физик Лотар Вольфганг Нордгейм. Хунд на основе квантового туннелирования интерпретировал переходы молекул между разными изомерными состояниями. Фаулер и Нордгейм таким же образом объяснили⁶ автоэлектронную (или полевою) эмиссию. Так называется испускание термически невозбужденных электронов с холодных металлических поверхностей под действием сильных внешних электростатических полей, которое с тех пор называется туннелированием Фаулера — Нордгейма. Гёрни и Кондон знали результаты Хунда и Фаулера с Нордгеймом, поскольку на них ссылались. У Гамова я таких ссылок не нашел, так что не исключено, что он получил свои результаты без опоры на предшественников. Впрочем, это вопрос открытый.

Итак, к чему же мы пришли? Квантовая теория альфа-радиоактивности была построена еще до открытия истинного состава атомных ядер и без привлечения каких-либо новых теоретических по-

ятий, выходящих за рамки уравнения Шрёдингера. Причем речь идет о его первой, еще допаулевской, версии, написанной для однокомпонентных волновых функций, не учитывающей существования спина. В общем, это был прорыв к новому знанию, осуществленный старыми средствами (если только можно назвать старым уравнение, опубликованное лишь двумя годами ранее). Настоящая теория ядра всё еще ждала своего часа, и продлилось это ожидание целых четыре года.

Гейзенберг и обменное взаимодействие

Льва Давидовича Ландау за несколько лет до постигшего его несчастья спросили, кого он считает крупнейшим из живущих физиков-теоретиков. Подумав, великий Дау ответил: «Наверное, это Вернер Гейзенберг. Всё-таки он придумал квантовую механику. Поверьте, это совсем не такая простая вещь — квантовая механика». А летом 1968 года Поль Дирак в лекции на симпозиуме в триестском Международном центре теоретической физики фактически повторил эту оценку, заметив, что «только гений Гейзенберга мог выудить необходимое из огромного избытка информации (речь шла о результатах спектроскопических измерений. — А. Л.) и расположить это необходимое в естественную схему».

Справедливость эти суждений очевидна и не нуждается в доказательстве. Случилось так, что после открытия нейтрона именно Гейзенбергу судьба определила стать также и создателем первой последовательной квантовой модели атомного ядра. В начале июня 1932 года он отправил в печать первую из трех статей с общим названием «О строении атомного ядра»⁷, в которых детально представил свою теорию. Вторую статью⁸ он закончил в июле, третью⁹ — в декабре. Начиная с этих работ теоретическая ядерная физика стала обретать свою собственную понятийную базу и свой математический аппарат, выходящие за рамки «электронной» квантовой механики второй половины 1920-х годов. Так что Гейзенберг в сфере теоретической физики стал, поэтически выражаясь, демиургом двух новых наук.



В основу своей модели Гейзенберг положил гипотезу, согласно которой атомные ядра сложены из протонов и нейтронов. Хотя эти частицы отличаются по электрическим характеристикам, они имеют один и тот же половинный спин, а потому подчиняются статистике Ферми — Дирака. Точности ради надо отметить, что спин протона был установлен еще в 1927 году, в то время как величина нейтронного спина была окончательно установлена Джулианом Швингером лишь десятью годами позже. Однако гипотеза о равенстве всех нуклонных спинов уже в 1932 году казалось вполне естественной и сколько-нибудь серьезных сомнений не вызывала.

Протонно-нейтронная модель атомного ядра была важным шагом в понимании его структуры, но сама по себе еще ничего не объясняла. Гейзенбергу было нужно понять, какие силы «склеивают» между собой хотя бы только протоны и нейтроны. Эта проблема не могла им не осознаваться в качестве первостепенной. 1 января 1932 года американский физико-химик Гарольд Юри и двое его ассистентов сообщили об открытии тяжелого изотопа водорода с удвоенной массой ядра, который был назван дейтерием. После публикации открытия Чедвика стало ясно, что ядро дейтерия состоит из протона и нейтрона. Поскольку дейтерий не демонстрировал абсолютно никакой радиоактивности, эти частицы

⁷ Heisenberg W. Über den Bau der Atomkerne. I // Zeitschrift für Physik, 77, 1–11 (1932).

⁸ Ibid, 78, 156–164.

⁹ Ibid, 80, 587–596.

⁶ Fowler R.H. and Nordheim Dr.L. Electron Emission in Intense Electric Fields // Proceedings of the Royal Society A, 119, 173–181 (1928).

▶ должны были соединяться в его ядре прочными скрепами, которые предстояло найти и объяснить. Правда, в ядрах других элементов соседствуют и одинаковые нуклоны — например, уже ядро гелия, второго элемента периодической системы, состоит из двух протонов и двух нейтронов (напомню, что именно эти ядра вылетают при альфа-распаде). Поэтому Гейзенберг должен был озаботиться также и протон-протонными и нейтрон-нейтронными взаимодействиями, что он, разумеется, понимал. Однако он полагал, что даже если такие взаимодействия и существуют, то они очень малы по сравнению с притяжением между протонами и нейтронами. Во всяком случае, его модель объясняет только это притяжение, о прочих же скромно умалчивает.

Несколько отвлекаясь от основной темы, отмечу, что предположение об особости протонно-протонных и нейтронно-нейтронных сил продержалось не слишком долго. В 1935 году было показано, что они, скорее всего, одинаковы. А в августе 1936 года журнал *Physical Review* получил три статьи (краткости ради не буду называть авторов), где разными способами было показано, что все три вида внутриядерных короткоживущих сил равны друг другу и почти наверняка имеют одинаковый радиус действия. Это свойство сейчас известно как зарядовая независимость, или зарядовая симметрия сильного ядерного взаимодействия (имеются в виду, конечно, электрические заряды, а не цветные заряды кварков и глюонов, которые фигурируют в Стандартной модели элементарных частиц).

Теперь вернемся к Гейзенбергу. Помимо необходимости учесть открытие дейтерия, у него была еще одна причина поставить во главу угла своей теории протон-нейтронные связи. В то время уже было известно, что большинство элементов с не слишком большими номерами в таблице Менделеева имеют в своих ядрах приблизительно по равному числу нуклонов обоих типов. Поэтому Гейзенберг имел основание предположить, что именно протон-нейтронные «спарки» главным образом обеспечивают стабильность ядер. Логика здесь простая. Если бы внутри ядер превалировали силы притяжения между одними только нейтронами или протонами, природа просто была бы обязана создать много чисто нейтронных или чисто протонных ядер — а физика таких не знала. А раз так, то протон-протонные и нейтронные связи при конструировании модели строения ядра вроде бы можно не принимать в расчет — по крайней мере, в первом приближении.

Доступные в то время опытные данные дали Гейзенбергу еще одну полезную подсказку. Эксперименты показывали, что энергии связи ядер приблизительно пропорциональны их массовым числам (т. е. общему количеству нуклонов). Если бы эта связь обеспечивалась парными взаимодействиями между частицами (что, например, происходит в системах, связанных гравитационными или электрическими силами), то суммарный эффект был бы пропорционален не массовому числу, а его квадрату. Коль скоро эксперименты этого не подтверждали, такая гипотеза не проходила, нужно было поискать альтернативу.

В этих поисках Гейзенбергу помог его собственный научный опыт. В 1926 году он объяснил известную с конца XIX века особенность излучения гелия, который в оптическом спектре имеет две яркие линии — зеленую с длиной волны 501,6 нм и желтую с длиной волны 587,56 нм (последняя, как со временем выяснилось, представляет из себя не синглет, а тесный триплет). Используя принципы квантовой механики, Гейзенберг показал, что зеленый свет излучают атомы с антипараллельными спинами электронов (это так называемый парагелий), а желтую (точнее, тройку желтых) — с параллельными (это ортогелий).

Очень важно, что возникновение двух «сортов» гелия — это чисто квантовый эффект. Если спины электронов атома гелия антипараллельны (и, следовательно, проекции их спинов задаются квантовыми числами $\frac{1}{2}$ и $-\frac{1}{2}$), они оба могут находиться на низшем энергетическом уровне, имея одно и то же главное квантовое число (единицу) и одно и то же нулевое значение орбитального момента. У электронов ортогелия спиновые квантовые числа одинаковы, а потому, согласно принципу Паули, какие-то прочие квантовые числа должны различаться. У атома ортогелия именно так и происходит: оба электрона имеют нулевой орбитальный момент, однако у одного главное квантовое число равно единице, а у другого — двум (и поэтому орбиталь первого электрона расположена ближе к ядру). Поскольку полный спин электронной оболочки ортогелия равен не нулю, а единице, ее излучение распадается на три близко расположенные линии, соответствующие спиновым проекциям 1, 0 и -1 . Принцип Паули работает, как ему и положено.

Конечно, в процессах излучения участвуют атомы, которые находятся на более высоких энергетических уровнях, нежели основной. Переходя в основное состояние, они испускают фотоны, которые регистрируются спектрометрами или просто человеческим глазом. Однако вычисления показывают, что энергетическая щель между возбужденными атомами парагелия и их основным состоянием шире, чем такая же щель для атомов ортогелия. Поскольку частоты излученных квантов, как показал еще Нильс Бор, пропорциональны ширинам этих щелей, частота излучения парагелия больше частот ортогелиевого триплета — а длина волны, соответственно, меньше.

К чему же мы пришли? В 1926 году Гейзенберг показал, что энергия электронной оболочки атома гелия зависит от ее полного спина. Как оказалось, этот вывод справедлив для всех систем тождественных частиц, подчиняющихся принципам квантовой механики. Такие частицы связаны друг с другом особым небинарным взаимодействием, не имеющим классического аналога. Оно получило название обменного. В 1927 году Гейзенберг интерпретировал на его основе возникновение ферромагнетизма, а Вальтер Гайтлер и Фриц Лондон открыли ему дорогу в химию. В общем, процесс пошел.

Обменное взаимодействие — это такой интересный феномен, что я расскажу о нем чуть подробнее. В конечном счете, оно возникает вследствие одного из самых фундаментальных положений квантовой механики — принципа абсолютной неразличимости тождественных частиц. Этот принцип требует, чтобы волновая функция системы частиц обладала определенной симметрией относительно их парных перестановок (т. е. перестановок их пространственных координат и проекций спинов). Волновые функции бозонных систем при таких перестановках не меняются, а фермионных — меняют знак на противоположный.

Если силы взаимодействия между частицами не зависят от спинов, полную волновую функцию системы можно представить в виде произведения двух функций, из которых одна зависит только от координат, а вторая — только от спинов. В таком случае из принципа неразличимости тождественных частиц следует, что координатная часть волновой функции, описывающая движение частиц в пространстве, должна обладать определенной симметрией относительно перестановок координат, которая зависит от симметрии спиновой компоненты. В результате возникает корреляция между движениями частиц, влияющая на энергию всей системы. Этот эффект проявляется даже в том случае, когда между частицами отсутствуют какие-либо классические силовые взаимодействия, например кулоновское. Если — что чаще всего и бывает — такие взаимодействия всё же имеют место, они непосредственно участвуют в изменениях полной энергии. В любом случае взаимное влияние тождественных частиц со своими физически измеримыми последствиями является чисто квантовым эффектом, который и называют обменным взаимодействием.

Чтобы это стало понятней, вернемся к излучению гелия. Спиновая функция парагелия антисимметрична относительно перестановок квантовых чисел, а ортогелия — симметрична. Поскольку электроны — это фермионы, полная волновая функция любой электронной системы должна быть антисимметричной относительно тотальной перестановки своих аргументов. Поэтому координатная волновая функция парагелия симметрична относительно перестановок координат, в то время как у ортогелия она антисимметрична. Можно показать, что среднее расстояние между электронами в состоянии с антисимметричной координатной волновой функцией больше, нежели в симметричном состоянии. В результате средняя энергия кулоновского отталкивания между электронами ортогелия оказывается меньше, чем у парагелия. Эта разница энергий проявляется в различии их спектров.

Можно было бы привести и другие примеры работы обменных сил на молекулярном уровне. Ограничусь одним, зато очень наглядным. Стабильность ионизированной молекулы водорода с ее парой протонов и только одним электроном обеспечивается тем, что электрон с большой частотой перескакивает от ядра к ядру, на короткое время превращая одно из них в нейтральный атом, а другое оставляя оголенным. Так что электрон периодически посещает оба ядра, перенося при этом и свой заряд. Как показывают вычисления, если сами ядра пребывают в состоянии с симметричной волновой функцией, то между ними возникает притяжение, а в случае антисимметрии — отталкивание. В первом случае ион молекулы водорода сохраняет стабильность, во втором — разрушается. Это тоже обменный эффект, действующий при посредстве кулоновских сил. ▶

► Изоспиновые обмены

Гейзенберг в своей модели ядра интерпретировал связь между протонами и нейтронами именно как обменное взаимодействие. Однако это было взаимодействие иного рода, нежели то, с помощью которого он когда-то объяснил спектр гелия и ферромагнетизм. Гейзенберг представил протон и нейтрон как два различных состояния одной и той же элементарной частицы, которую, напомним, со временем назвали нуклоном. Поскольку они имеют один и тот же спин, равный $\frac{1}{2}$, его же надо приписать и нуклону. Подобно спином протона, нейтрона и электрона, он является квантовым аналогом механического момента количества движения, который рождается при вращении частицы вокруг собственной оси, и поэтому «сцеплен» с ее пространственными координатами.

А дальше Гейзенберг сделал решающий шаг. Чтобы описать различия между двумя состояниями нуклона, он ввел формальный аналог электронного спина в модели Паули, о котором рассказано в предыдущей статье. Подобно электрону в двух спиновых состояниях с противоположными ориентациями в пространстве, протон и нейтрон в гейзенберговской модели были представлены двухкомпонентными волновыми функциями, записанными в виде столбцов. Нейтрону Гейзенберг сопоставил столбец с единицей на верхнем уровне и нулем на нижнем, протону — с нулем наверху и единицей внизу. Сейчас эта форма записи используется с точностью до наоборот — на верхнем уровне единица у протона, на нижнем у нейтрона.

Для работы с этими функциями Гейзенберг ввел в свою модель ту же тройку матриц, о которых было рассказано в статье «Вольфганг Паули: спин, спиноры и всё такое». Имея хорошее классическое образование, он применил для их обозначения греческую букву ρ («ро»), заиндексированную еще тремя буквами греческого алфавита. Так что для описания различных состояний нуклонов он использовал спиновый формализм, однако эти спины «жили» не в нашем трехмерном мире, а в абстрактном пространстве, специально для них изобретенном. Их называли по-разному, в том числе ро-спинами. В 1937 году великий знаток симметрий уроженец Будапешта Евгений (после переезда в США — Юджин) Вигнер предложил для них термин «изотопический спин» (кстати, в той же публикации он впервые эффективно применил теорию групп для описания ядерных структур). Затем другие физики для удобства и большей точности (поскольку слово «изотопический» в данном контексте может вводить в заблуждение) сократили его до «изоспина». Он и стал новым понятием, введенным Гейзенбергом в ядерную физику. Если уж быть совсем точным, с изоспином ассоциируют половинки ро-матриц — подобно тому, как обычному спину соответствуют матрицы Паули, умноженные на $\frac{1}{2}$.

Используя этот формализм, Гейзенберг смог написать модельный гамильтониан ядра с произвольным числом нуклонов, включающий как чисто квантовые обменные взаимодействия, так и классические потенциалы кулоновского отталкивания между протонами. Интересно, что обмены в нем фигурируют даже и в буквальном смысле слова. С помощью ро-матриц можно записать превращения нейтронов в протоны и протонов в нейтроны. При этом частицы обмениваются как своими изоспинами, так и электрическими зарядами. На основе этого гамильтониана Гейзенберг получил точное решение для простейшей ядерной системы «протон — нейтрон» (т. е. для ядра дейтерия). Для более сложных ядер были возможны лишь приближенные вычисления.

Своей тройной статьёй Гейзенберг продемонстрировал принципиальную возможность применения новой концепции изотопического спина для описания ядерных сил и структуры ядер. Поскольку никакая первая попытка не бывает полностью успешной, его теория быстро показала свои пределы. Например, гейзенберговская модель не смогла объяснить как стабильность ядра гелия, так и результаты новых экспериментов по столкновению протонов и нейтронов. В 1933 году этот дефект скорректировал молодой итальянский физик-теоретик Этторе Майорана. Он ввел в гамильтониан Гейзенберга взаимодействия между обычными спинами, которые записал с помощью матриц Паули, а не ро-матриц. В том же году гамильтониан

Гейзенберга модифицировал только что упоминавшийся Юджин Вигнер, а еще спустя три года это сделал крупный специалист по теории ядра профессор Иллинойского университета Джеймс Холли Бартлетт. Интересно, что в 1940-е годы он успешно мигрировал из ядерной физики в биофизику, а еще через двадцать лет в небесную механику. В то время он хорошо изучил русский, чтобы читать в оригинале работы советских коллег. Посетив в 1963 году Москву и Ленинград, он, к удивлению хозяев, дал семинар по нелинейным дифференциальным уравнениям на их родном языке. Такой вот был человек.

Я отмечал, что в 1936 году была экспериментально доказана полная зарядовая инвариантность ядерных взаимодействий. Это не нанесло смертельный удар гамильтониану Гейзенберга, поскольку в него удалось ввести протонно-протонные и нейтрон-нейтронные взаимодействия с помощью всё тех же ро-матриц. Однако случилось так, что без малого за два года до этих публикаций в Японии была выполнена революционная модификация этого гамильтониана, которая легла в основу будущей теории ядерных сил. Об этой работе Хидэки Юкавы пойдет речь в следующей главе.

Во второй половине 1930-х годов экспериментальные исследования ядерных сил продолжались своим чередом и дали много важных результатов. Например, в 1939 году Исидор Раби и члены его команды обнаружили у основного состояния ядра дейтерия квадрупольный электрический момент. Это открытие показало, что в ядре действуют также нецентральные (тензорные) силы, которые годом ранее уже предсказали Юкава и сотрудник Имперского колледжа Лондона Николас Кеммер. Кроме того, Кеммер постулировал существование нейтральных мезонов, которые необходимы для описания протон-протонных и нейтрон-нейтронных взаимодействий (построенная им модель ядерных сил вошла в историю физики под названием симметричной мезонной теории). Также была создана капельная модель ядра и начались исследования, которые в послевоенные годы привели к его современной оболочечной модели. Однако обо всём не расскажем.

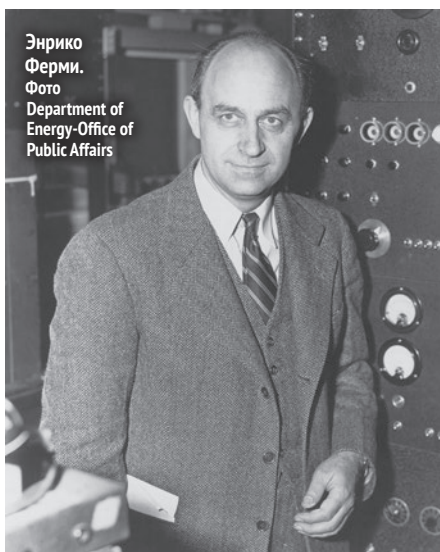
В заключение подчеркнем, что идея изоспина и изотопической симметрии оказалась чрезвычайно плодотворной. В наше время изоспин играет важную роль в созданной в 1970-е годы Стандартной модели элементарных частиц. Но это уже история из совершенно другого времени.

От Ферми до Юкавы

Мы дошли до второй половины четвертого десятилетия прошлого века, и на этом можно было бы и закончить. В 1938 году крупнейший радиохимик своего времени директор Института химии Общества кайзера Вильгельма Отто Ган и его ассистент Фриц Штрассман обнаружили, что при нейтронной бомбардировке урана образуются ядра бария и других щелочноземельных элементов. Так было открыто деление атомных ядер, что в 1942 году привело к сборке и запуску в на территории Чикагского университета первого в мире ядерного реактора, а три года спустя — к созданию атомных бомб. Ядерная физика уже с 1939 года стала приобретать технологический характер, а ее чисто научное наполнение начало восстанавливаться лишь по окончании Второй мировой войны. Однако это не моя тема.

И всё же полноты ради нельзя не рассказать о двух великих теоретических открытиях физики ядра, случившихся в середине 1930-х годов. Наука обязана ими двум замечательным физикам — профессору Римского университета Энрико Ферми и только что упомянутому Хидэки Юкаве. Эти открытия в целом известны куда лучше ро-спинов Гейзенберга, однако об их деталях стоит поговорить.

Начнем с Ферми. В 1933 году он пришел к концепции бета-распада, основанной на квантовой теории поля¹⁰. Согласно его так называемой четырехфермионной модели, в ходе бета-распада происходит трансформация внутриядерных нуклонов, при которой рождаются легкие элементарные частицы, лептоны (стоит напомнить, что тогда этого термина еще не было, он был введен в оборот в 1948 году). В частности, открытый Резерфордом в 1898 году канал бета-



Энрико Ферми.
Фото
Department of
Energy-Office of
Public Affairs

¹⁰ Fermi E. Versuch Einer Theorie der β -Strahlen // Zeitschrift für Physik, 88, 161–167 (1934).

распада, приводящий к увеличению номера элемента в таблице Менделеева на единицу, обусловлен превращением одного из нейтронов в остающийся в ядре протон, плюс покидающий ядро электрон в паре с нейтрино — это и есть четыре фермиона. В уточненной формулировке, которая появилась гораздо позже, вместо нейтрино в данном случае фигурирует электронное антинейтрино. При позитронном бета-распаде, который в 1934 году экспериментально обнаружили супруги Жолио-Кюри, протон превращается в нейтрон, позитрон и электронное нейтрино, а номер элемента уменьшается на единицу. Концепция подобных взаимопревращений со временем стала фундаментальным постулатом теории элементарных частиц.

Не буду описывать, как в физику вошла гипотеза нейтрино — об этом можно прочесть в семнадцатой главе моей книги «Этюды о частицах», на которую я уже ссылался. Также не стану загружать статью математическим формализмом, который применил Ферми. Скажу только, что он представил электроны и нейтрино в виде квантовых полей с половинным спином (т. е. полей фермионов). Для описания взаимодействий между ними и нуклонами, равно как и взаимопревращений нуклонов, Ферми использовал матрицы Гейзенберга. В результате получилась очень удачная модель, которая продержалась в физике около трех десятилетий.

Теперь совершим прыжок с Апеннинского полуострова в Страну восходящего солнца. В 1935 году 28-летний физик-теоретик из Осацкого Императорского университета Хидэки Юкава опубликовал¹¹ принципиально новую концепцию ядерных сил. Она учитывала и развивала модели Гейзенберга и Ферми, на которые Юкава должным образом сослался, но отличалась от них в одном ключевом пункте. В ее основе лежала гипотеза, согласно которой внутриядерные силы возникают вследствие межнуклонных обменов еще не известными науке заряженными массивными частицами с нулевым спином (т. е. бозонами). Величину их массы Юкава оценил с помощью гейзенберговского соотношения неопределенностей и доступной в то время информации о радиусе действия ядерных сил. Поскольку она на два порядка превышала массу электрона, Юкава назвал свои гипотетические частицы тяжелыми квантами.

Эта гипотеза была только началом. Юкава предложил формулу для силового потенциала, соответствующего обмену между нуклонами и тяжелыми квантами, который теперь носит его имя. На очень малых дистанциях он совпадает с кулоновским, а при увеличении расстояния очень быстро сходится к нулю. Этот потенциал он вставил в несколько модифицированный гамильтониан Гейзенберга.

Не откажу себе в удовольствии воспроизвести потенциал Юкавы в том виде, в каком он записан в статье. Он зависит только от расстояния r до источника силы — т. е. подобно кулоновскому потенциалу обладает центральной симметрией. Выглядит он так:

$$J(r) = -g^2 e^{-\lambda r}/r$$

Из этой формулы видно, что при λr много меньше единицы $J(r)$ превращается в потенциал кулоновского типа, а g^2 выступает в качестве аналога квадрата заряда электрона. Этот параметр (так называемая константа связи) определяет силу обменного взаимодействия, опосредованного юкавовскими частицами. Если r превышает единицу и продолжает расти, $J(r)$ быстро стремится к нулю. Поэтому $1/\lambda$ выступает в качестве эффективного радиуса ядерных сил. Приняв этот радиус за $2 \cdot 10^{-13}$ см, Юкава на основе элементарных соображений оценил массу своих частиц приблизительно в 200 электронных масс. Знак «минус» означает, что этот потенциал соответствует притяжению, а не отталкиванию.

Во избежание недоразумений, уточню: частицы модели Юкавы не спрятаны внутри ядра, наподобие протонов и нейтронов. Они возникают лишь на очень короткое время, разрешенное соотношением неопределенностей. Иначе говоря, это виртуальные частицы. Согласно Юкаве, вероятность их вылета из ядра крайне мала по чисто энергетическим соображениям — а именно, из-за их большой массы. Однако из общих принципов релятивистской квантовой механики было очевидно (хотя Юкава об этом и не писал), что они могут рождаться в вакууме в соударениях между другими частицами, если только

в них выделяется достаточно энергии (конкретно, не меньше энергии покоя юкавовских частиц mc^2 , где m — их масса). Следовательно, их можно обнаружить, например, в космических лучах, что и произошло уже в послевоенные годы (но об этом ниже).

Хотя работу Юкавы сейчас вспоминают практически лишь из-за гипотезы массивных квантов, она не только об этом. В последнем разделе он попытался объяснить механизм бета-распада, который описал в своей модели Энрико Ферми. Однако эта часть его теории оказалась менее убедительной и в дальнейшем была забыта.

Гипотеза Юкавы была весьма нетривиальной не только из-за использования в качестве переносчика обменных сил никому не известного агента в лице массивных квантов. Дело в том, что все частицы, которые тогда считались элементарными, были фермионами. Конечно, целочисленный спин (к нему формально относится и нулевой) обнаруживался у множества частиц, но только составных — например, у ядра дейтерия. В частности, Поль Дирак был уверен, что элементарных бесспиновых частиц попросту не существует.

Однако на уверенность Дирака уже имелось весьма убедительное возражение — правда, только теоретическое. Оно содержалось в статье «Квантование скалярного релятивистского волнового уравнения»¹², опубликованной в 1934 году Паули и его ассистентом Виктором Вайскопфом. Ее авторы радикально модифицировали известное с 1926–1927 годов уравнение, независимо полученное немецким физиком-теоретиком Вальтером Гордоном и — чуть позже — шведом Оскаром Клейном. Точнее, первым его в 1926 году написал Эрвин Шрёдингер (причем сделал это еще до того, как пришел к прославленному уравнению своего имени),

однако не стал публиковать. На это была серьезная причина. Уравнение Клейна — Гордона, если использовать его общепринятое название, первоначально рассматривалось как способ математического описания динамики бесспиновых массивных релятивистских частиц. Однако такая интерпретация встретила с серьезным затруднением (она допускала не имеющую физического смысла отрицательную плотность вероятности) и быстро была оставлена. На бумаге уравнение существовало, но, как считалось, вряд ли имело отношение к реальности.

И всё же Паули и Вайскопф нашли способ вернуть его к жизни. Они превратили формулу Клейна — Гордона из уравнения для частиц в уравнение для квантовых полей — на техническом языке «проквантовали». Такому же квантованию они подвергли максвелловское уравнение для электромагнитных волн и объединили его с уравнением Клейна — Гордона. В результате получилось не приводящее ни к каким противоречиям уравнение поля, имеющего в качестве квантов массивные заряженные бозоны с нулевым спином. Более того, из теории Паули и Вайскопфа следовало, что пара таких бозонов с разными знаками при столкновении аннигирует в фотон, а фотоны с энергиями не менее $2mc^2$ при столкновениях с другими частицами должны рождать подобные пары. Читатель заметит, что возникшие на кончике пера (если угодно, двух перьев) бозоны Паули — Вайскопфа сильно напоминают юкавовские тяжелые кванты.

Юкава в своей основополагающей статье не сослался на работу Паули и Вайскопфа, так что я не могу утверждать, что она ему была известна. Не исключено, что основанный в 1928 году швейцарский журнал, где она была опубликована, не дошел до библиотеки Осацкого университета. Впрочем, здесь, как говорится, возможны варианты.

В продвинутой квантовой теории поля (которой во времена Юкавы еще не существовало) строго доказывается, что межфермионные обмены массивными бесспиновыми виртуальными бозонами приводят к силам притяжения, если сами фермионы одинаковы. Именно такая ситуация имеет место внутри ядра, поскольку протоны и нейтроны — это просто два разных состояния нуклонов. Этот вывод объясняет зарядовую симметрию ядерных сил, которая уже упоминалась. Разными фермионами в данном случае считались бы нуклон и антинуклон, для которых те же обмены приводили бы к отталкиванию. Вряд ли стоит напоминать, что в электродинамике дела обстоят ровно наоборот — разноименные заряды притягиваются, а одноименные отталкиваются. Однако там взаимодействия переносят виртуальные фотоны, кванты электромагнитного излучения, которые имеют не нулевой, а единичный спин. Такая вот интересная физика, как сказал по другому поводу Энрико Ферми. ▶



Хидэки Юкава (nobelprize.org)

¹¹ Yukawa H. On the Interaction of Elementary Particles I // Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan, 17, 48–57 (1935).

¹² Pauli W., Weisskopf V. Über die Quantisierung der skalaren relativistischen Wellengleichung // Helvetica Physica Acta, 7, 709–731 (1934).

► В заключение любопытная деталь. В одном из примечаний к цитированной статье Юкава отметил, что в вычислениях ему сильно помог «мистер Томонага», которому он выражает благодарность. Имелся в виду физик-теоретик Синьитиро Томонага, который тогда работал в японском Институте физико-химических исследований. В 1937–1939 годах он стажировался у Гейзенберга в Лейпцигском университете, где подготовил (и по возвращении на родину защитил) докторскую диссертацию. В следующем десятилетии Томонага стал одним из создателей современной версии квантовой электродинамики — наряду с Джулианом Швингером и Ричардом Фейнманом. В 1965-м все трое получили за это достижение Нобелевскую премию по физике. Шестнадцатью годами ранее ту же награду присудили Юкаве, который стал первым японским нобелевским лауреатом.

Заключение: реабилитация Юкавы

Сначала теория Юкавы не вызвала интереса у его современников — ни у теоретиков, ни у экспериментаторов. Со стороны последних намеков на реальное существование юкавовских бозонов был сделан в 1936 году. Первооткрыватель позитрона американский физик Карл Дэвид Андерсон и его аспирант Сет Генри Наддермеер обнаружили в горной лаборатории на высоте 4300 м треки релятивистских частиц, которые вели себя как электроны, но явно были много массивней — где-то на два порядка¹³. Такие же треки вскоре наблюдали в Гарварде¹⁴ и в Токио¹⁵.

Эти эксперименты позволили оценить массу новооткрытой частицы лишь очень приблизительно — от 100 до 400 масс электрона. Первое прямое измерение ее массы весной 1939 года выполнила группа французских физиков, возглавляемая профессором парижской Политехнической школы выдающимся исследователем космических лучей Луи Лепренс-Ренге¹⁶. Конечно, ее не раз измеряли и позднее. Как сейчас известно, частица приблизительно в 207 раз массивней электрона.

После публикаций Андерсона с Наддермеером и прочих экспериментаторов отношение к модели Юкавы быстро изменилось. Впрочем, не у всех — например, ее долго не принимали Бор и Оппенгеймер. В результате долгих споров физики наименовали предсказанную им частицу сначала мезоном (это название предложил лауреат Нобелевской премии Роберт Эндрикс Милликен, который в те годы много занимался космическими лучами), а потом, уже в 1939 году, еще и мезоном¹⁷. Оба варианта восходят к древнегреческому слову μέσος — средний, промежуточный. Интересно, что Дмитрий Иванович в 1938 году предложил назвать ее андерсоном.

Во второй половине 1930-х годов мезонами занимались не только Юкава, но и другие теоретики. Они сделали много интересного — например, построили векторные модели ядерных сил и дали более надежные обоснования принципа зарядовой инвариантности ядерных сил. Еще одним важным достижением стало преобразование полевого уравнения, которое в 1936 году опубликовал работавший в Париже румынский физик Александру Прока, ученик де Бройля. Оно похоже на максвелловские уравнения электромагнитного поля, однако содержит не действительные, а комплексные потенциалы, и потому допускает не только поперечные, но и продольные волны. Его квантование практически одновременно выполнили несколько физиков, в том числе Юкава вместе с Сёити Саката и Мицуо Такэтани. Оно позволило предсказать массивные заряженные кванты с единичным спином, которые позднее назвали векторными бозонами. И это отнюдь не полный список.

В конце 1930-х мало кто сомневался, что юкавовский мезон и открытый Андерсоном и Наддермеером «тяжелый» электрон — одна и та же частица. Правда, гипотетическим частицам Юкавы полагалось быть бесспиновыми, а мезоны, которые изучались в тогдашних экспериментах, предположительно обладали единичным или половинным спином (относительно его величины мнения расходились). Были и другие сложности, связанные с их слишком большими временами жизни. Эти проблемы исчезли благодаря усилиям экспериментаторов. В 1943–1945 годах римские физики Марчелло Кон-

верси, Этторе Панчини и Оресте Пиччиони доказали, что «тяжелые» электроны Андерсона — Наддермеера реагируют с атомными ядрами много слабее, нежели положено частицам, переносящим внутриядерные силы. Правда, свои результаты им удалось полностью опубликовать только после войны, но это дела не меняло¹⁸. Они также заново измерили время жизни этих частиц, которое чуть превысило две микросекунды. Эта величина на много порядков превышала расчетную продолжительность жизни юкавовской частицы.

В 1947 году английский физик Сесил Пауэлл и его коллеги по Бристольскому университету обнаружили в обстрелянных космическими лучами фотозумльях треки ранее неизвестных частиц, которые имели массу такого же порядка, что и «тяжелые» электроны, и к тому же давали им начало при распадах¹⁹. Тогда же американцы Роберт Маршак и Ганс Бете предложили теорию двух различных мезонов с массами в районе 300 и 200 электронных масс. Первый был признан юкавовским переносчиком внутриядерных сил и назван пи-мезоном, второй — частичей иной природы, мю-мезоном²⁰. Интересно, что такую же модель пятью годами ранее разработали японские физики Сёити Саката, Такэси Иноуэ и Ясутака Таникава, но английские переводы их статей²¹ дошли до США лишь в конце 1947 года. Так закончилась история идентификации открытой Андерсоном и Наддермеером частицы, которую Роберт Оппенгеймер позже назвал десятилетней шарадой. Ее детально описал сам Юкава в обзорной статье²².

По современным понятиям пи-мезон, он же пион, действительно обладает нулевым спином и при этом имеет отрицательную четность (это означает, что ему соответствует квантовое поле, которое меняет знак при обращении пространственных координат). Бесспиновые частицы с положительной четностью принято называть скалярными, а с отрицательной — псевдоскалярными, так что пионы — это псевдоскаляры. Пионы принадлежат семейству мезонов, двухкварковых заряженных либо нейтральных частиц, участвующих в сильном взаимодействии. Частица, которую когда-то именовали мю-мезоном, напротив, имеет половинный спин и «не чувствует» сильного взаимодействия. Как и электрон, она относится к классу лептонов и по своему именоваться мезоном не имеет права. Сейчас ее называют просто мюоном. Пионы с положительным и отрицательным зарядом являются античастицами друг друга, их масса равна 139,5706 МэВ. Нейтральный пион, который, так сказать, сам себе античастица, чуть легче, он тянет на 134,9770 МэВ. Мюон с отрицательным зарядом и положительно заряженный антимюон имеют массу 105,658 МэВ. Если учесть, что масса электрона равна 0,511 МэВ, придется признать, что юкавовская оценка массы тяжелого кванта оказалась на удивление точной.

Происхождение пионов, обнаруженных командой Сесила Пауэлла, хорошо известно. Эти частицы возникают в стратосфере при столкновениях космических протонов с энергией свыше 1 ГэВ с ядрами газов. Нейтральные пионы распадаются на пары гамма-квантов, а заряженные дают начало мюоном и мюонным нейтрино. Мюоны тоже претерпевают распады, которые приводят к рождению электронов и позитронов, а также электронных нейтрино и антинейтрино. Так возникают ливни космических лучей, которые вплоть до запуска в 1950-е годы протонных ускорителей высоких энергий были единственными источниками новых частиц. Интересующихся деталями вновь отсылаю к своей книге «Этюды о частицах».

Конечно, представленная в статье ранняя история интеграции квантовой механики с физикой ядра довольно фрагментарна и к тому же ограничена предвоенным временем. Но тут уж ничего не поделаешь — нельзя объять необъятное. Поэтому ограничусь последним уточнением. Концепция внутриядерных взаимодействий изначально была построена на фундаменте нерелятивистской квантовой механики. На более глубоком и более современном уровне такие взаимодействия представляют из себя своего рода остаточный эффект обмена цветными глюонами между кварками первого поколения (т. е. u-кварками и d-кварками). Это новое понимание внутриядерных процессов начало формироваться только в середине 1960-х годов и, вероятно, еще не завершено. Так что следить за его эволюцией весьма интересно. ♦

¹⁸ Conversi M., Pancini E., and Piccioni O. On the Disintegration of Negative Mesons // *Physical Review*, 71, p. 314 (1947).

¹⁹ Lattes C.M.G., Muirhead H., Occhialini G.P.S., and Powell C.F. Processes Involving Charged Mesons // *Nature*, 159, 694 (1947).

²⁰ Marshak R.E. and Bethe H.A. On the Two-Meson Hypothesis // *Physical Review*, 72, p. 506 (1947).

²¹ Sakata S. and Inoue T. *Progress of Theoretical Physics*, 1, p. 143 (1946); Tanikawa Y. *Progress of Theoretical Physics*, 2, p. 220 (1947).

²² Yukawa H. Models and Methods in the Meson Theory // *Review of Modern Physics*, 21, 474–479 (1 July 1949).

¹³ Neddermeyer S.H. and Anderson C.D. Note of the Nature of Cosmic Rays Particles // *Physical Review*, 51, 884–886 (1937).

¹⁴ Street J.C. and Stevenson E.C. New Evidence for the Existence of a Particle of Mass Intermediate Between the Proton and Electron // *Physical Review*, 51, p. 1003 (1937).

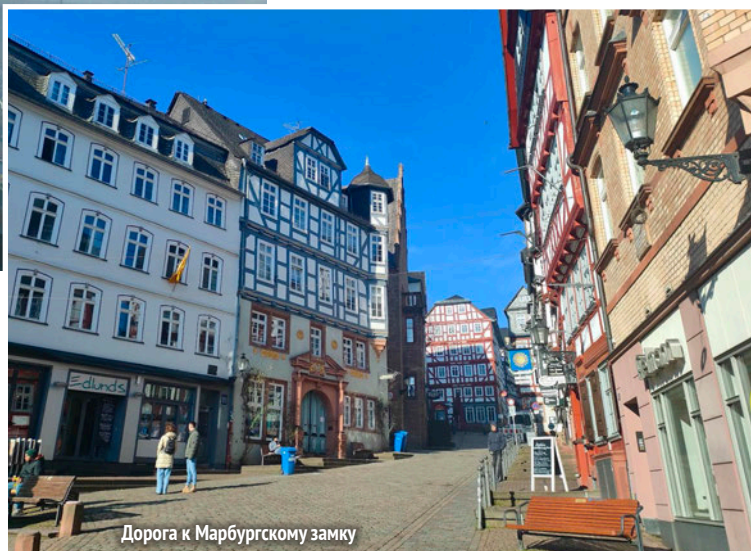
¹⁵ Nisina Y., Takeuchi M., and Ichimaya T. On the Nature of Cosmic-Ray Particles // *Physical Review*, 52, p. 1198 (1937).

¹⁶ Lepinçe-Ringuet L., Gorodetzky S., Nageotte E., and Richard-Foy R. Direct Measurement of the Mass of the Mesotron // *Physical Review*, 59, p. 460 (1941).

¹⁷ Bhabha H.J. // *Nature*, 143, p. 276 (1939).



Вид с Marburger Schloss
(Марбургского замка)



Дорога к Марбургскому замку

Отличия в сдаче экзамена по немецкому языку в России и в Германии

Софья Гайдаш

Изучая любой иностранный язык, важно понимать, к какому уровню ты стремишься, чтобы не пропадала мотивация двигаться дальше. Для европейских языков используется система оценки *CEFR*¹. Я получила *Goethe*-сертификат *B2* в России и *telc C1 Hochschule* в Германии. С радостью поделюсь своими наблюдениями и опытом сдачи экзамена по немецкому языку на высокий уровень владения.

Прежде всего стоит пояснить, какие уровни существуют:

¹ *CEFR* — общеевропейские компетенции владения иностранным языком.



Сертификат *telc C1 Hochschule*

A1 — начальный;
A2 — базовый (*A1* и *A2* относятся к категории «элементарное владение языком»);
B1 — средний;
B2 — выше среднего (*B1* и *B2* относятся к категории «самодостаточное владение языком»);
C1 — продвинутый;
C2 — владение в совершенстве (*C1* и *C2* относятся к категории «свободное владение языком»).

Приступив к изучению немецкого языка с нуля летом 2022 года, я руководствовалась лишь интересом к новой для меня культуре и не строила никаких серьезных планов. Понимание структуры и запоминание слов происходило довольно стремительно, во многом благодаря талантливым педагогам учебного центра и интересно составленной программе. Уже в ноябре 2023 года, успешно сдав экзамен в Москве, я получила *Goethe*-сертификат *B2*. У меня появились цели, связанные именно с немецким языком как основой будущей профессии. Сначала стала возможной подача документов в штудиенколлег (учебное заведение в Германии), доступ к вступительным тестам, а позже — и само поступление.

Говоря об организации языковых экзаменов, стоит отметить, что информации о том, как они реально проходят, очень мало. То есть базовые требования найти несложно, а вот понять, как именно всё выглядит «изнутри» в день самой сдачи, просто невозможно. Эти моменты для многих подростков и взрослых приоткрыли бы завесу тайны и дали увидеть ясную картину происходящего, что, совершенно точно, позитивно отразилось бы на полученных баллах.

В Гёте-центре в Москве или в других городах России экзамен можно сдать на любой уровень владения языком, строго по предварительной записи. Определяешься с датой, оплачиваешь онлайн — и подтверждение приходит очень быстро. В Германии уже на этом этапе начинаются сложности. Перед тем, как получаешь доступ к реквизитам, необходимо заполнить довольно большую анкету, начиная от стандартных вопросов — ФИО, место жительства, где учишься/работаешь — до номера медицинской страховки и данных

о визе или ВНЖ. Больше того, обязательно требуется созвон, чтобы подтвердить свою личность. Представляю, насколько стрессовым этот разговор по телефону окажется для людей, которые хотя бы сдать экзамен на уровень *B1* например. Ведь скорость говорения и специфический акцент у администратора не дает времени на обдумывание услышанного. Не удивлюсь, что это может кого-то отпугнуть: если даже при регистрации возникают проблемы с пониманием услышанного, что уж говорить про ожидания от самого экзамена!

В Германии после выбора даты экзамена и оплаты подтверждения придется ждать довольно долго. Очень непривычно оставаться в неведении, прошел ли платеж, забронировано ли конкретное число и место. Я позвонила спустя неделю, ответ на мой запрос был следующим: «Мы работаем так быстро, насколько это возможно». В России с платежными операциями, консультациями, с получением результатов всё происходит значительно быстрее.

Еще один важный момент: *Goethe*-сертификат на практике в Германии котируется ниже, чем *telc*, *DSH* или *TestDaF*. Например, вместо итогового экзамена по немецкому языку в Штудиенколлеге Нордхаузена *Goethe*-сертификат уровня *C1* не подойдет. И не каждый университет его примет, в отличие от *telc Deutsch C1 Hochschule*. Именно его я и получила в Марбурге (земля Гессен) в начале февраля этого года.

Организация экзаменационного процесса в России и в Германии отличается: в московском Гёте-центре перерыв между модулями (всего их четыре) составляет тридцать минут. Можно пройтись по улице, перекусить в спокойной обстановке или выпить кофе. Это точно не мелочи, когда на сдачу ▶

▶ четырех частей, включая паузы, уходит больше пяти часов. И это время постоянно напряжено, ведь ты неизбежно анализируешь, что уже прошло, и готовишься к следующему этапу.

В экзаменационном центре в Марбурге никуда нельзя выходить от начала регистрации до сдачи последней части. Также запрещено пользоваться телефоном и общаться друг с другом даже во время перерывов, по этой причине могут аннулировать результаты за весь экзамен. И что самое неприятное — чтение и написание текста объединены в один модуль. Передышка после аудирования, с которого начинается экзамен, составляет всего десять минут. Очень сложно быстро переключиться между этими частями, ведь каждая довольно специфична и требует разных навыков.

Когда сдаешь устную часть, тебе назначают партнера по дискуссии. В Москве этот модуль был более комфортным, ведь экзаменаторы не выражали никаких оценочных суждений. По их мимике невозможно понять, делаешь ли ты ошибки, эмоционально они совершенно нейтральны. Как мне кажется, это создает спокойную рабочую обстановку, где ты чувствуешь себя свободно. И еще один момент, который значительно снижает стресс: акцент назначенного собеседника тебе точно будет понятен, так как его родной язык, скорее всего, русский.

В Германии никакой отстраненности и нейтрального отношения к сдающим устную часть у экзаменаторов не было. Эмоциональные оценки в процессе сдачи экзамена сбивают с мысли. И партнером по дискуссии может оказаться человек с таким акцентом, что разобрать его речь будет максимально сложно. В моем случае было именно так, и это стало большой проблемой только благодаря тому, что и экзаменаторам это произошло пришлось явно не по душе.

Чтобы получить международный языковой сертификат, необходимо сдать более, чем на 60%, каждый модуль: чтение, аудирование, письмо, говорение. Конечно же, можно сдавать или пересдавать отдельные модули с интервалом даже в несколько недель, но это стоит дороже, и единого документа не будет. На руках окажется несколько сертификатов за сданные модули, и при подаче в любое учебное заведение будет ясно, что с первой попытки сдать не получилось. Казалось бы, больше 60% — не такая уж и сложная задача, однако вряд ли среди тех, кто успешно прошел подобное испытание, найдется хоть один человек, который так думает!

Сравнивая языковые экзамены Goethe и telc, могу с уверенностью сказать, что из-за уникальности сформированных заданий по аудированию, чтению, письму и говоре-

нию качественно подготовиться действительно проблематично. Ребята, у которых был опыт сдачи ЕГЭ по иностранному языку, сразу поймут, о чем речь, — везде много «ловушек». Например, слова-синонимы, уровень сложности которых может не соответствовать заявленному: когда сдаешь экзамен на B2, вполне можно встретить слово уровня C2. К тому же есть тонкие речевые обороты, которые легко пропустить, но они могут изменить смысл текста. Например, в немецком „weder ... noch“ — это аналог русского «ни ... ни». Если не обратить пристального внимания на подобные моменты, то можно и вовсе не получить баллов за целый модуль.



Старый город Марбурга

Goethe Zertifikat B2



Есть задания, которые присутствуют в обоих сертификатах, — вставлять предложения в текст. Казалось бы, что в этом сложного? Однако, всё зависит от темы! Точно не стоит надеяться на что-то простое. Например, в абзаце про влияние мелатонина на настроение все предложенные фрагменты кажутся подходящими. Только слова, относящиеся к медицинской лексике, которых вы с большой вероятностью раньше нигде не встречали, могут помочь выбрать правильный вариант. Такие специфические темы, как космос, экология, медицина, научные исследования и разработки, обязательно встретятся в одном из модулей экзамена на высокий уровень владения языком.

Формат ответов на вопросы по тексту различаются в сертификатах Goethe и telc. Например, в одном из заданий экзамена Goethe

B2 для взрослых необходимо выбрать правильный ответ, чтобы завершить фразу или ответить на вопрос «Что плохого в интернет-предложениях?». Варианты:

- A) Это предложение слишком обширное.
- B) Оно содержит неверную информацию.
- C) Большая часть информации неполная.

В экзамене telc нужно просто отметить, является утверждение правильным, неправильным или не упомянутым в тексте. Проблема в том, как определить, действительно ли утверждение ошибочное или его вообще нет в тексте!

В telc есть отдельная часть — Sprachbausteine, где нужно вставить в текст подходящее слово, выбирая из четырех вариантов. Попадают как очевидные — добавить артикль, — так и совсем не очевидные, например «(...) они не беспокоятся об этом!».

- A) Однако;
- B) Но;
- V) Тем не менее;
- Г) При этом.

Задания по подбору заголовков к небольшим текстам в Goethe и поиск информации в определенных абзацах в telc тоже не так просты, какими могут показаться на первый взгляд. Например, в telc есть задание такого типа: «В каком абзаце автор выражает свое мнение с ноткой недоверия?». Текст составлен таким образом, будто автор чуть ли не через предложение выражает свое мнение. И очень сложно выделить именно недоверие среди других негативных эмоций, особенно учитывая тонкости языка!

Части с письмом также имеют существенные различия, хотя время, данное на выполнение заданий, одинаковое — 70 минут. В Goethe B2 необходимо написать два текста: первый минимум на 150 слов, где ты выразишь свое мнение об определенной проблеме, и второй минимум на 100 слов, в котором необходимо извиниться перед начальником или коллегой за опоздание или какую-то оплошность. В telc Deutsch C1 Hochschule требуется только один текст минимум на 350 слов, в котором необходимо оценить то или иное явление, например домашнее обучение. При этом обязательно использовать сложную лексику. Это объясняется тем, что успешно сданный экзамен отражает способность обучаться в любом университете наравне с немецкими студентами, вести исследовательскую работу и писать научные статьи.

При подготовке к любому языковому экзамену высокого уровня недостаточно просто решать «варианты» самому или с репетитором, заучивать шаблоны, смотреть фильмы и программы на иностранном языке и читать специфическую литературу. Без общения с носителями очень сложно «оживить» свою речь. Культурный взаимообмен также важен, ведь он значительно расширяет кругозор, что позволяет легче справляться с самыми замысловатыми экзаменационными заданиями.

Фото автора

Светотень против мелочности

Фридрих Вильгельм Йозеф Шеллинг в «Философия искусства» брал голландский натюрморт, считая, что детали в нём начинают преобладать над целым. Такое преобладание он не допускал в исторической картине, считая, что архитектура должна воспроизводиться и производиться на холсте не тщательно, но как задник, декорация, чтобы не отвлекать от людей. Также и одежда должна «оттенять» тело или давать ему «просвечивать» — иначе мы будем воспринимать богатство одежды как признак богатства человека, т. е. случайное свойство (акциденцию), а не существенную (субстанциальную) черту характера. Философ приводит анекдот об Апелесе, который сказал коллеге-художнику, что его Елена получилась не прекрасной, а только богатой. Смысл анекдота Шеллинг изменил: конечно, Апеллес под богатством имел в виду изнеженность и возможность использовать искусственные украшения, от румян до бус, маскирующие недостатки тела. Тогда как Шеллинг говорит не о собственно привнесении искусственного элемента, а о детализации, которая манит внимание, заставляет всё дальше удовлетворять любопытство, а не раскрываться навстречу искусству.

Самый рельефный отрицательный пример мелочного любопытства — голландский натюрморт, как и голландский портрет. «Если обращать внимание на мелкие подробности внешнего облика, на кожу, волосы и т. п., то хотя это и позволяет ближе подойти к существенному, однако именно поэтому еще более препятствует изображению последнего. К этой категории относятся преимущественно работы некоторых нидерландских мастеров. Они написаны словно для обоняния, так как, чтобы распознать то, чем они хотят понравиться, необходимо их приблизить к глазам так же близко, как это делают с цветами. Их тщательность свелась к строгому подражанию мельчайшим подробностям; они боялись малейший волосок положить не так, как это было в действительности, стремясь всё, что ни есть в природе самого неприметного, все поры на коже, все нюансы волос в бороде разработать для самого зоркого глаза, даже для увеличительных стекол, если бы это



Александр Марков

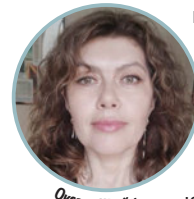
Аристократическая непринужденность для наших дней

Александр Марков, профессор РГГУ
Оксана Штайн, доцент УрГУ

было возможно. Подобная отделка могла бы быть полезна лишь разве что для изображения насекомых и желательна только для физика или описателя природы»¹.

Не вполне ясны примеры, которые имел в виду Шеллинг: если говорить о фактуре передачи волос или кожи, то это отличает раннее нидерландское искусство: Роги ван дер Вейден был гораздо детальнее в портрете, чем нидерландские караваджисты XVII века, которых Шеллинг знал лучше. Вероятнее всего, имеется в виду Рубенс с его фактурой кожи, которая именно в XIX веке стала восприниматься как требующая особого оптического наблюдения. Если сам Рубенс создавал свои произведения для зрителя, который смотрит невооруженным взглядом, и только копиист должен был рассмотреть их вблизи, чтобы научиться делать хорошую копию, то XIX век с его пафосом оригинальности уже не воспринимал эту адресацию копиистам. Известно, например, что Эжен Делакруа, изучавший живопись Рубенса в антверпенском музее, использовал стремянку — только так он мог рассмотреть ресницы или уголки рта. Для Делакруа была существенно противоположность Рубенса итальянцам, которые не обладают нужной скоростью кисти, для которых детали — декор, риторический прием, — тогда как Рубенс может схватывать самую переменчивую жизнь природы в уголках глаз и губ.

То, что Шеллинг говорит, скорее всего, о Рубенсе, мастере объемов и светотени, и пытается освободить объем и светотень от мнимой мелочности Рубенса, подтверждается дальнейшим рассуждением в его курсе по философии искусства: «Всецело идеальная форма живописи — светотень. Ею искусство охватывает всё сияние, исходящее от телесного (в оригинале просто «всё сияние телесного», *ganzen Schein des Körperlichen*), и имеется в виду, что всё это сияние может быть передано на картине. — А. М., О. Ш.), и представляет его в отвлечении от материи как сияние само по себе и для себя»². Кантовская терминология — *für sich*, которое в переводе правильно понято как кантовский синоним *an sich*, а не внутри гегелевского различения сознания и самосознания, —



Оксана Штайн

по сути служит оправданием притязаний искусства на натуральное видение, на то, чтобы пересоздать нашу оптику так, чтобы она схватывала любое сияние как субстанцию, не нуждающуюся ни в какой причине. Шеллинг дает идеалистическую формулировку красоты: красота сияет сама по себе, не нуждаясь в причине, — если мы ищем причину для красоты, то мы отвлеклись от созерцания и занимаемся особенностями телесных вещей, попадая в ловушку их неизбежных несовершенств, за которые и цепляются мелочные любители мелочного искусства.

Но далее там же Шеллинг говорит о светотени как о способе произвести образы вещей: «Светотень выявляет тело как тело, ибо свет и тень дают судить о плотности. Наиболее естественный пример — шар; но для того, чтобы оказывать художественное воздействие, шар должен быть превращен в плоскости, дабы части теневой и световой стороны лучше разграничились друг от друга. Всего показательнее это на кубе, в котором из трех его видимых сторон одна представляет собой свет, другая — полутень и третья — тень, причем они являются отделенными друг от друга или лежащими рядом, т. е. в виде плоскостей»³. Получается, что всякая геометрическая фигура выступает как пример, как образец саморазложения вещи на видимые плоскости, поданные нам. Художественное воздействие — это незаметная для нас самих деятельность ума, которая работает с самым приближенным к нему, с плоскостями, которые, как зеркала, оказываются ближе уму, чем зрению. Эти зеркала и «дают судить о плотности», буквально «учат о плотности» (*uns von der Dichtigkeit belehrt*) — не в смысле обучения, а в смысле овладения некоторым всецелым знанием о плотности, возможностью ориентироваться как в реальном, так и в изображенном мире. Тогда это и есть «художественное воздействие», как переведено *Kunstwirkungen*, т. е. эффекты искусства, эффекты искусного построения. Шеллинга интересуют не собственно эстетические переживания, а наше умение увидеть на картине те же самые глубины, пространства и движения, которые мы видим в реальной жизни.

Конечно, Шеллинг говорит по сути об одной из форм воспитания. Воспитание могло в истории пониматься по-разному. Так, античная *пайдейя*, бесспорно, была овладением навыками, будь то навык езды верхом или игры на музыкальных инструментах — эти занятия, каждое из которых по отдельности не приводит ни к какому личному развитию (почему так много Сократ и смеялся над адептами *пайдейи*, которые, например, только учат стихи наизусть или только занимаются музыкой), вместе образуют тот образ жизни, ту самую «светотень» удач и неудач, в которой аристократ и может предстать перед другими как свободный человек. Аристократ делает многое вынужденно, но предстает перед всеми как тот, кто разграничивает различные дела, всё легко успевает, и выглядит как ▶

Чувственное равновесие пайдейи

Чувственное равновесие пайдейи

Конечно, Шеллинг говорит по сути об одной из форм воспитания. Воспитание могло в истории пониматься по-разному. Так, античная *пайдейя*, бесспорно, была овладением навыками, будь то навык езды верхом или игры на музыкальных инструментах — эти занятия, каждое из которых по отдельности не приводит ни к какому личному развитию (почему так много Сократ и смеялся над адептами *пайдейи*, которые, например, только учат стихи наизусть или только занимаются музыкой), вместе образуют тот образ жизни, ту самую «светотень» удач и неудач, в которой аристократ и может предстать перед другими как свободный человек. Аристократ делает многое вынужденно, но предстает перед всеми как тот, кто разграничивает различные дела, всё легко успевает, и выглядит как ▶



Питер Пауль Рубенс. Автопортрет с кругом друзей из Вероны. 1602–1604 годы

¹ Шеллинг Ф. В. Й. Философия искусства. — М.: Мысль, 1966. С. 232.

² Там же. С. 236.

³ Там же.

► обретший свободу не делать что-то или сразу что-то делать успешно. По сути, это создание тех же иллюзий, которые по Шеллингу создают шар или куб: они входят в наш ум плоскостями, как бы зеркалами нашего осознания места — и осознав это место, мы обретаем свободное переживание, переживание света красоты само по себе, которое отличается от переживаний несвободных, переживаний того, уместен или неуместен здесь куб или шар.

Но как именно произошел переход от пайдеи как распоряжению пространством и временем к этому просветленному пониманию аристократизма? Виновен здесь Бальдассаре Кастильоне, друг Рафаэля и создатель аристократической этики. Он пишет об изяществе (*grazia*) как о харизме, привлекательности аристократа, и говорит, что главное для этого — непринужденность.

«Я часто размышлял: откуда берется изящество? Так вот, если не говорить о тех, кому оно даровано звездами, нахожу одно всеобщее правило, которое кажется мне наиважнейшим как в этом, так и во всём, что люди делают или говорят: следует, что есть силы, как острого и опасного подводного камня, избегая нарочитости; и если можно так сказать, держать себя с некой непринужденностью, скрывающей искусство, чтобы казалось, будто всё, что делается и говорится, делается без труда и почти бессознательно»⁴. Непринужденность, *sprezzatura*, — это термин, означающий ту самую искусную безыскусность, самое изощренное поведение, которое при этом кажется легким и естественным.

Ей противопоставлена нарочитость, в оригинале «аффектация» (*l'affettazione*), т. е. давление на собеседника каким-то чувством, которое находит внешнее выражение. Аффектация оказывается формой насилия, тогда как *спрециатура* — формой особого поведения, которое не утомляет самого аристократа (*senza fatica*, лучше было бы перевести не как без труда, но как без тягости, не в тягость) и потому оказывается отдохновением для присутствующих.

Заметим, что Кастильоне понимает изящество как дар — не нужно и уточнять, что в богословии это слово означает благодать, т. е. нечто дарованное, *gratia gratis data* (благодать, даром данная), по Августину. Кастильоне раз-

личает два источника такой светской благодати. Первый — правильный гороскоп, расположение звезд при рождении, делающее человека привлекательным. Такое астрологическое понимание изящества сохраняется и в нынешних выражениях, вроде «звездный мальчик», поп-звезда, суперзвезда и др. Во всех них таится представление, что если



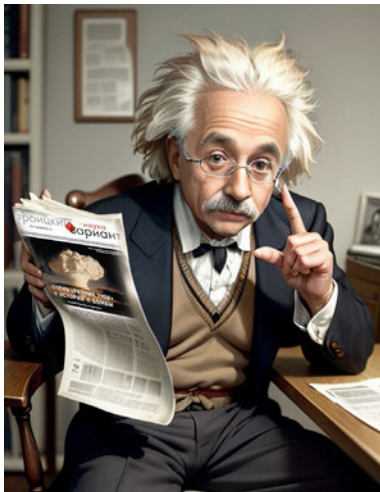
Портрет Бальдассаре Кастильоне кисти Рафаэля.
1514–1515 годы

ты звезда, отразил в себе правильную звезду, то все тебе помогают, все приходят навстречу, все способствуют твоей славе. Это и есть то, что Шеллинг и назвал *Kunstwirkung*, воздействие искусства, которое состоит как раз в разграничении света и тени, труда над светом и труда над тенью, когда мы мысленно собираем шар и ценим его совершенство. Так здесь мы различаем звездность человека саму по себе и звездность, обращенную к публике, свет как суть его искусства и славу как тень искусства, и благодаря этому собираем целостный облик звезды-харизматика. Мы исходим из того, что, помогая этому человеку, например покупая билет на концерт, мы не просто делаем ему приятное, но признаем искусство как таковое, ходим под обаянием искусства как такового.

Другой источник — следование наиважнейшему правилу (*regola universalissima*, т. е. самому универсальному, касающемуся любой человеческой природы правилу). Эта универсальность может быть понята в узком смысле как касающаяся и слов, и дел, не создающая разрыв между словами и делами, но может и в широком смысле, как предлагает понимать переводчик Пётр Епифанов (опытный переводчик трудов Симоны Вейль и богословских трудов) как важное для любого человека. Аристократ признаёт для себя непринужденность чем-то важным, ценнейшим, вопросом чести, и другие признают это вопросом своей чести, своего достоинства, обретая свое достоинство в присутствии аристократа. Поэтому непринужденность и совершается почти бессознательно (*quasi senza pensarvi*). Это ключевой оборот: речь не только о том, что это предельное напряжение чести, не допускающее никакого понижения требований, означает мгновенный отклик, который сам по себе не напряжен, но сразу, как в зеркале, отразит истинную честь. Это не только искусная безыскусность, но и осознанная бессознательность. Аристократ, обладающий спрециатура, ведет себя изящно и понимает, что ведет себя изящно, но как бы делает вид, что просто ведет себя как умеет.

Это противоположность *неизящному* поведению, когда человек ведет себя как умеет, но делает вид, что ведет себя наилучшим, галантным, вежливым образом. Поэтому Кастильоне в одном месте и расширяет понятие вторым словом, говорит *sprezzata desinvoltura*, *непринужденная невовлеченность*. Это не что иное, как умение быть той самой вещью для себя в кантовском смысле, т. е. осуществляться в качестве себя, в отличие от того, кто делает вид, что он аристократичен, но всем видно, что это криво сидящая чужая одежда. Тогда как здесь, наоборот, сущность изящества осуществляется сама по себе, она всегда сияет чистым светом, но при этом как бы ничего не происходит — ведь никто не только из присутствующих, но и из возможных людей и возможных разумных существ, которые здесь могли бы оказаться, не обратит внимания ни на что, что можно было бы счесть неловкостью. Шеллинг, говоря мимоходом о сиянии самом по себе, дал аристократическую интерпретацию Канта, которой не было прежде и не будет после. ◆

⁴ Кастильоне Б. Придворный / пер. с итал. П. Епифанова. — СПб.: Азбука-Классика, 2021. С. 51–52.



Помощь ТрВ-Наука

Дорогие читатели!

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

trv-science.ru/vmeste

Редакция

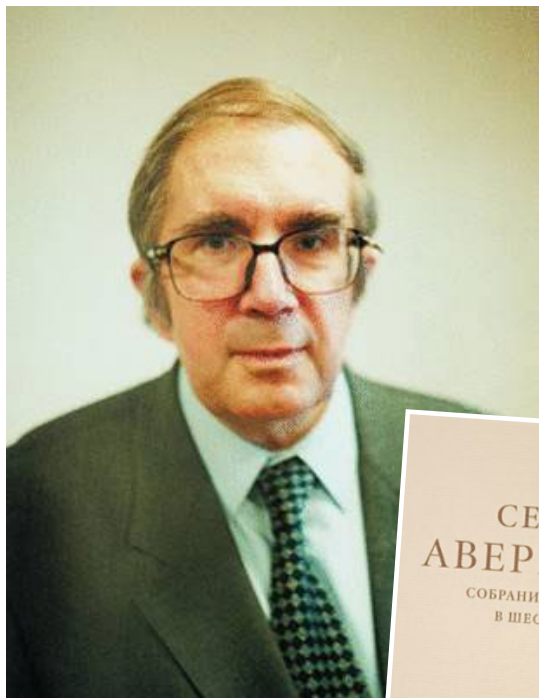
Собрание Аверинцева: модель для сборки научной чести

Сергей Аверинцев
(pravenc.ru)

Александр Марков, профессор РГГУ
Оксана Штайн, доцент УрФУ

Аверинцев С.С. Собр. соч.
Т. 1. Античность. — М.:
ПСТГУ, 2024. — 1152 стр.

От редакции: 21 февраля — годовщина смерти Сергея Сергеевича Аверинцева. Публикуем отклик на первый том его нового фундаментального собрания сочинений.



Сама идея собрания сочинений одного из лучших отечественных гуманитариев второй половины XX века великолепна. Труды Сергея Сергеевича Аверинцева (1937–2004) были разбросаны по разным изданиям, особенно в перестройку, когда возникали новые издания, от пухлых альманахов до тонких бюллетеней какого-то фонда. Сам Аверинцев жаловался в одном из интервью, что в Москве жил «под пятой собственного телефона», но и в поздний, венски-римский период, он тоже многое публиковал в малотиражных изданиях, случайных сборниках и неиндексируемых журналах. Да и когда он печатался в доступных сборниках советского времени, их доступность была лишь внутри советского книжного производства, советского планового хозяйства, и потому сам формат таких научных сборников или монографий, влияние способа производства на звучание голоса требуют дополнительного разбора.

Цитируемость Аверинцева, может быть, меньше, чем у Бахтина, Лотмана и Тынянова, но на уровне других великих гуманитариев — от Эйхенбаума до Лихачева. Но собрание сочинений необходимо, чтобы открыть в этом филологе настоящего философа.

В составе собрания сочинений — только опубликованные произведения. Лекции Аверинцева не все были опубликованы, даже поздние: Венский университет не лидер мирового книгоиздания. Но их отсутствие компенсируется отчасти присутствием некоторых статей. Малоизвестная работа о пайдеи «Идеи эстетического воспитания. Античность» поражает главной мыслью: в античности были созданы не просто образцы поведения, красоты и гармонии, но расходящиеся образцы. Кризис жреческой культуры и создал культуру пайдеи, в которой полководец ведет себя иначе, чем писатель, даже если они соединяются в одном лице, как в случае Софокла. Такое расхождение образцов требует особых уси-

лий гармонизирующего воспитания, согласования не просто политических и экономических, но дискурсивных интересов. А для этого согласования и понадобились творческие люди, интеллектуалы, философы, которые обладают достаточным досугом и почти религиозным экстазом умного вдохновения для этих согласований.

«Плутарх и античная биография» — революционная работа Аверинцева, за которую он получил в 1968 году премию Ленинского комсо-

мола. Это его исследование посвящено тому, что трудно написать автобиографию или даже биографию, — прямо как в анекдоте, который любил рассказывать Иосиф Бродский о речи коллеги на похоронах филолога-англиста: «*Всю жизнь она посвятила изучению английских неправильных глаголов. Английские неправильные глаголы можно разделить на следующие три основные категории...*» Аверинцев показал, что до Плутарха биография была только такой. Это была легитимация поэта или героя, который избранник богов; и связность ее была связностью легитимирующего документа, а не жизненной драмы. Плутарх ввел в биографический жанр соревнование, обновление, молодость, а значит — драму, трагедию, комедию.

А.Ф. Лосев упрекал Аверинцева в недооценке того, что Плутарх пишет под оккупацией, и соревнование греков и римлян может быть данью подцензурным условиям. Но Аверинцев отчасти отвечает на это включенным в этот том переводом трактата Плутарха «Хорошо ли сказано „живи незаметно“», где Плутарх говорит, что незаметные гедонисты Эпикура не могли бы стать его героями, потому что лучше ошибаться публично, чем правильно действовать скрыто — незаметно жить, говорит Плутарх, только гробокопатели.

«Риторика и истоки европейской литературной традиции» — вошедший в том свод статей в основном 1980-х годов. Основная идея всех этих статей — легкость дискредитации классического рационализма. Вспоминается дискредитация интеллектуалов правыми популистами,

о которой писал Ролан Барт в «Мифологиях», рассматривая стратегии Пьера Пужада, упрекавшего интеллектуалов, что те вялые, неспортивные и далеки от народа. Пужад, конечно, грубо обошелся бы и с Аверинцевым.

Но Аверинцев называет такую дискредитацию, при которой слова софист, интеллектуал и интеллигент стали ругательством, «семантическая Немезида»: ни одна хорошо устроенная биография тут уже не поможет. При этом презираемый рационализм создал, например, апофатическую риторику Средневековья, когда всё странное описывается как невыразимое, — в любви к апофатическому (отрицательному, говорящему о самом высоком через отрицания) богословию Аверинцев продолжал Флоренского, но при этом не принимал ничего как раз и навсегда данное в культуре — Немезиду всё же стоит бояться.

Статья «Классическая греческая философия как явление историко-литературного ряда» посвящена технике софистических каламбуров у Платона, остроумных словосочетаний, вполне в духе Деррида, в духе *город — дорог — дорога — друг*, в том числе в самых серьезных аргументах. У Платона Аверинцев увидел зазор между балаганом пословицы и научной формулой, которая должна быть красива, но в другом смысле — отрешенного созерцания. В этот зазор прорывается живой голос, но сразу становится задумчивым, даже грустящим. Философия появляется там, где эта грусть ставит себя в ряд блестящих слов.

Это, конечно, ответ Аверинцева на экзистенциализм — модное увлечение его молодых лет: он призывает не поддерживать словами грусть, но напротив, грустью измерить какие-то важнейшие слова. Предисловие Ольги Седаковой как раз раскрывает противостояние Аверинцева атаке слов, официальных или неофициальных. Открыть себя — это пережить чужое обращение к себе и научиться обращаться к другому. На место атаки слов Аверинцев ставил мастерскую доводку какого-то одного, продуманного слова.

Продолжатели Аверинцева есть в стране и в наши дни, например философ этики и культуры Виктория Файбышенко или сириолог Максим Калинин. Философами он почти не востребован, пока они предпочитают нормативные постановки вопросов мировому горизонту восприятия своих открытий. Всякий наш философ, не ссылающийся на Аверинцева, говорит сильно, выверенно, убежденно, но не вступает в мировую дискуссию.

На входе в это собрание сочинений научная честь, на выходе — научная святость. Но об этом скажем после выхода следующих томов. ♦



pictumen.com

Звезды и только звезды

Рассказ Павла Амнуэля



Павел Амнуэль

В Нью-Йорке он не был лет шесть; в последний раз был перед войной. Выступал на семинаре в университете. Тогда встреча с коллегами ему понравилась — хотя он и не нашел полного понимания. Особенно когда рассказывал о природе вспышек сверхновых. Но всё же дискуссии были полезными и дружескими. Сейчас он чувствовал холодок, а к его новым идеям коллеги с восточного побережья отнеслись скептически, жаль. Он чувствовал себя в городе Большого Яблока одиноким, вспоминал Пасадену, хотел даже перенести рейс, но билетов не было, и он остался еще на два дня. Вечером пошел на Бродвей. В театре, названия которого он не запомнил, показывали музыкальное шоу, название которого он забыл еще до того, как покинул зал в антракте.

Сутки до полета надо было чем-то заполнить, и он подумал, что может позвонить в редакцию журнала, название которого он еще в Пасадене записал в блокнот. Спросить автора рассказа, опубликованного год назад. Рассказ ему понравился, но были определенные соображения...

Впрочем, он не очень надеялся, что получит адрес автора или номер его телефона. Ожидал, что ответит секретарша, и приготовил небольшой спич, однако услышал в трубке мужской голос, назвавший фамилию, известную даже ему, не очень, вообще говоря, интересовавшемуся фантастикой. Он, конечно, представился, будучи уверен, что редактору ничего не скажут ни фамилия его, ни должность, ни степень.

К его удивлению, мистер Кэмпбелл воскликнул:

— Как же, как же! Читал ваши статьи о сверхновых! Не скажу, что понял, я дилетант, как вы понимаете, но было интересно.

— Спасибо, — произнес он с некоторой растерянностью, но просьбу свою изложил коротко и внятно — достаточно внятно, чтобы редактор, после небольшой паузы, любезно сказал:

— Это легко устроить. Если вам будет удобно приехать в редакцию к двум часам, я вас познакомлю с автором рассказа. Мы находимся на...

— Я знаю, — перебил он. — Адрес редакции я переписал из выходных данных журнала. Найду.

Так всё и получилось. Джон Кэмпбелл, знаменитый редактор известного журнала фантастики *Astounding Science Fiction*, встретил его радушно, спросил, давно ли он читает журнал, немного огорчился, когда он сказал, что видел всего четыре номера за прошлый год, случайно, похоже, оказавшихся в библиотеке Паломарской обсерватории. В одном из номеров прочитал рассказа, о котором и хотел поговорить с автором.

— Уильям будет с минуты на минуту, — Кэмпбелл вызвал секретаршу и попросил, когда мистер Дженкинс явится, пригласить его в кабинет.

— Фамилия автора вроде... — начал он.

— Псевдоним, конечно, — улыбнулся Кэмпбелл. — А вот и сам Уильям.

В кабинет вошел высокий мужчина средних лет, лысоватый, со странной блуждающей улыбкой, но жестким взглядом черных глаз. Кэмпбелл представил автора и читателя друг другу, попросил Кэтрин принести кофе на двоих и «что-нибудь сладкое», извинился («дела, буду позже...») и покинул кабинет.

Они остались и сели в кресла у журнального столика, с интересом разглядывая друг друга.

Кофе оказался отличным, а пирожные сладкими ровно в той мере, как он любил.

Молчание однако затягивалось, и он спросил:

— Как вы хотите, сэръ, чтобы я к вам обращался: мистер Дженкинс или...

— Уильям, — улыбнулся автор. — Для читателей я Мюррей Лейнстер, а для друзей — Уильям.

— Отлично, — обрадовался он, не любивший официальных обращений. — А я Фриц. Он внимательно следил за тем, как на это имя отреагирует собеседник. Тот и глазом не моргнул. Фриц так Фриц.

— Извините, доктор Цвикки, — стесненно сказал автор, — я не вполне расслышал: вы астроном? Из Пасадепы? Или из Паломарской обсерватории? Джон упомянул оба названия.

Он не хотел, чтобы разговор начинался с его биографии, и покончил с представлением одной фразой:

— Я работаю в Калифорнийском технологическом институте, это в Пасадене, а обсерватория на горе Паломар принадлежит Калтеху, там я провожу наблюдения. И добавил:

— Кстати, я не немец, как вы подумали, а швейцарец.

— Я не...

— Да, — Цвикки отмел возражение взмахом руки. — Все так думают.

— Вам понравился рассказ? — перевел разговор Лейнстер. — Вы ведь имеете в виду «Первый контакт»?

— Именно он, — кивнул Цвикки. — Других рассказов за подписью «Мюррей Лейнстер» я не встречал. Правда, я видел лишь несколько номеров *Astounding* за прошлый год. Лейнстер молча ждал продолжения.

— Хороший рассказ, — произнес Цвикки, обдумывая каждое слово, чтобы не обидеть автора. — Необычный вариант контакта с внеземным разумом. Но я хотел бы поговорить о звездах.

— О звездах? — переспросил Лейнстер. — А! — просиял он. — Вы астроном. Естественно — о звездах. Но... хм... я не так уж...

— Это неважно, — улыбнулся Цвикки. — Как, по-вашему, Уильям, долго ли проживет ваш рассказ?

Вопрос оказался неожиданным.

— Вы имеете в виду...

— Я хочу сказать, — нетерпеливо уточнил Цвикки, — будут ли «Первый контакт» читать лет через пятьдесят. Газеты живут недолго, журнал — другое дело. Думаю... даже уверен... вы включите рассказ в антологию и в книгу, которую наверняка опубликуете. Книжки живут долго. Вот я и спрашиваю...

Цвикки не закончил фразу, испытывая взглядом озадаченного автора.

— Знаете, Фриц, — медленно произнес Лейнстер, — я об этом не думал. Пятьдесят лет, говорите? Хотелось бы. Но... Я прекрасно понимаю, что мне далеко до Драйзера или Фицджеральда. Сейчас, когда вы спросили, впервые сам себе задал вопрос: будут ли помнить «Первый контакт» в ту пору, когда такой контакт действительно произойдет?

— В Крабовидной туманности? — Лейнстер услышал в вопросе легкую иронию. Или — показалось? Но он, тем не менее, обиделся, и Цвикки это заметил.

— Не всё ли равно? — пожал плечами Лейнстер. — Там или в другом месте. Разве это влияет на судьбу рассказа? На то, будут ли его читать через сотню лет? Люди мечтают о...

— Да-да, — перебил Цвикки, поняв, что Лейнстер сейчас начнет говорить банальности. — Я не об этом. Я о звездах, понимаете? О звездах и только о звездах. Вы, фантасты, пишете о будущем. Но не для читателей, которые будут в ту пору жить. Вы пишете для современников и хотите именно им показать будущее. Представьте себя читателем из будущего. Вы читаете «Войну миров» Уэллса, ужасаетесь варварству марсиан. Представляете себе боевые треножки и тепловые лучи. Скажите, вы так же восторгались бы этой книгой, если бы марсиане воевали с людьми ружьями и пушками конца девятнадцатого века?

— О, — улыбнулся Лейнстер, — тогда землянам было бы легче справиться...

— Но произвел бы роман на вас такое же впечатление?

— Пожалуй, нет... — нахмурился Лейнстер. — Честно говоря, давно не перечитывал, но помню свои впечатления...

— Вас наверняка поразили боевые треножки и тепловые лучи. И то, что убили марсиан обычные земные микробы. Новые идеи. То, чего не было во времена Уэллса. Фантастика! Обычные пушки и снаряды вас не впечатлили бы.

— Нет, — согласился Лейнстер.

— Вот видите! Антураж. Сцена, на которой разыгрывается история. То, что ваши персонажи обмениваются звездолетами, — оригинально придумано. А сцена, антураж... Вы выбрали местом действия Крабовидную туманность из-за ее экзотичности. Остаток вспышки сверхновой. Это запоминается. Верно?

— Конечно, — кивнул Лейнстер. — Эффект был бы меньше, если бы встреча произошла в пустоте космоса, о которой нечего сказать. Или у какой-нибудь обычной звезды. Сириус, Вега... Вам не нравится, что я выбрал Крабовидную туманность?

— Боже, нет, конечно! Запоминающееся место. Но звезда!

— А что звезда? — поднял брови Лейнстер. — Я ее не придумал. Читал, что она сжимается и в будущем станет белым карликом. Что-то не так?

— Всё так, дорогой Уильям. В том-то и проблема.

► – Проблема? – удивился Лейнстер. – Но я стараюсь, чтобы мои рассказы соответствовали научным данным.

– Конечно. Однако рассчитываете, что рассказ будут читать через пятьсот лет. И читатели скажут: автор придумал интересную историю, но ошибся. Он мог сделать рассказ еще более запоминающимся. Как «Война миров», но...

Цвикки не закончил фразу, будто предлагая Лейнстеру возразить. Или задать вопрос.

Лейнстер так и не понял, что хотел сказать Цвикки. Звезды и только звезды. И что?

– Рассказ, – продолжал Цвикки, – выиграл бы, если бы не только туманность была необычной, но и звезда в ней.

– Она необычная, я потому ее и выбрал!

– Белые карлики открыл Бессель почти сто лет назад.

– Ну и что? – нетерпеливо спросил Лейнстер. Он всё еще не понимал, к чему клонит Цвикки.

– Для фантастики интереснее звезды еще не открытые. Звезды удивительные, загадочные. Фантастические!

– Что о них можно сказать, если их еще не открыли? – с легким раздражением спросил Лейнстер. – Вы слишком упрощаете, Фриц. И одновременно – усложняете, вот что странно. Упрощаете – потому что на самом деле рассказ я пишу не о звездах, а о людях, летящих к звездам. А по-вашему, главное – странные, необычные звезды. Я вас понимаю, вы – астроном. А усложняете, потому что хотите создать лишние сущности. В фантастике – вы удивитесь – действует всё тот же принцип Оккама: в рассказе достаточно одной фантастической идеи. Если идеи две, то одна из них лишняя. Идея «Первого контакта»...

– Первый контакт, я понимаю, – перебил Цвикки, – но не соглашусь с тем, что в фантастике нужно применять бритву Оккама. Сколько новых идей в повести Гернсбека? Я всё время забываю ее название, там буквы и числа, но каждую идею помню. Могу перечислить...

– Не нужно, – торопливо сказал Лейнстер. – Я их и сам помню.

– Вот видите!

– Да, но... Вы читали великого Хьюго, но пробовали ли его перечитывать?

– Нет, и не собираюсь. Вы хотите сказать, что его герой, Ральф номер такой-то, не интересен? Конечно. Интересны идеи, они запоминаются. Мне кажется, Уильям, что, если бы у Гернсбека был запоминающийся герой, то идеи заиграли бы куда интереснее! Знаете, что я вам скажу, Уильям? Ваш рассказ будут читать через пятьсот лет, а повесть Гернсбека – не будут. Но будут помнить.

– Помнить, но не читать? Парадокс.

– Нет. Гернсбек стал классиком нашей фантастики, его будут изучать и сравнивать идеи с тем, что изобретено в реальности. А «Первый контакт»...

– Будут читать, но не помнить?

Цвикки рассмеялся. От всей души и так заразительно, что рассмеялся и Лейнстер. Когда оба отсмеялись, Цвикки сказал:

– Читать – да, возможно. Запоминать... Не знаю. Извините, Уильям...

– Вы хотели говорить о звездах и только о звездах, – напомнил Лейнстер, смеиваясь.

– Я не хотел вас обидеть, – Цвикки с сочувствием посмотрел на визави.

Лейнстер промолчал.

– Так вот – о звездах, – продолжал Цвикки. – Вы были очень осторожны. Вы даже не написали, что звезда в туманности была белым карликом, она только находилась в стадии сжатия, и потому ее спектр был необычным, без темных линий, как у прочих звезд...

– Да, – Лейнстер был уверен в своих словах. – Так и было написано в статье, которую я читал.

– Точно! Так полагают современные астрофизики.

– Значит, я прав!

– Нет, не правы, Уильям.

– Но...

– Так полагают современные – повторяю: современные – астрофизики. А вы писали научную фантастику. И значит, могли предположить нечто более необычное. Звезда в Крабовидной туманности в вашем рассказе – это современное представление астрономов. А если оно неправильное? Мало что через пятьсот лет будет помнить научные споры вокруг желтой звездочки, а рассказ читать будут, я уверен. И будут говорить: интересная история, но с центральной звездой автор ошибся. Научные ошибки быстро забываются, о них обычно и не вспоминают, когда найдено правильное решение. Или сделано открытие. А литература живет, и говорить будут не об ошибке ученых, а о том, что ошибся фантаст.

– Ошибся? – вскинулся Лейнстер. – В чем? Я пересказал то, что читал в...

– Именно! – Цвикки нетерпеливо наклонился к визави. – Просто пересказали. Но это не будущий белый карлик, нет!

– А что? – растерялся Лейнстер.

– Я вам скажу, – Цвикки поднес к губам чашку кофе и обнаружил, что чашка пуста, осталась лишь кофейная гуща на дне. И пирожных на тарелочке не было.

– Мы так интересно дискутировали, – улыбнулся Лейнстер, – что не заметили, как выпили кофе и съели пирожные. Извините, если я заодно съел и ваше.

– Хм... Не помню, ел ли я.

Оба рассмеялись, и возникшее было напряжение рассеялось.

– Звезды... – задумчиво произнес Цвикки. – Я приехал в Америку в тридцать втором – чтобы наблюдать необычные звезды. Звезды, которые вспыхивают как сверхновые. И задался вопросом: что остается от вспыхнувших звезд? Белые карлики, как считают коллеги? Не получалось – слишком много энергии выделяется при взрыве. Должно остаться более компактное ядро. И я подумал: что, если, сбросив оболочку, звезда сожмется сильнее, чем белый карлик? Составил таблицу – я ее назвал морфологической. На одной оси – типы звезд. На другой – размеры. Вписал все мыслимые варианты, чтобы не упустить ни одной возможности. Ведь обычно мы... я имею в виду не только астрономов, но и научных работников вообще... Приходит в голову объяснение. Исследуем. Не подходит. Берем другое – и оно не годится. Это называется – метод проб и ошибок. Случайные идеи, без системы. Морфологическая таблица – система. Ничего не пропустишь...

– Чисто немецкий подход, – пробормотал Лейнстер.

– Что вы сказали? – Цвикки сделал вид, что не расслышал. – Да, система. Знаете, что у меня получилось? Если двигаться по шкале звездных размеров, то звезда, которая меньше белого карлика, должна иметь радиус примерно десять километров. Звезда размером с Нью-Йорк и с массой, как у Солнца или даже больше. Представляет? Лейнстер покачал головой.

– Именно такая звезда может быть в центре Крабовидной туманности! – воскликнул Цвикки. – Я назвал эти звезды нейтронными, потому что... Ну, именно тогда Чедвик открыл нейтроны, и они хорошо легли в эту схему.

– Звезды из нейтронов? – усомнился Лейнстер.

– Конечно. Но в таблице оставалось место для звезд еще меньших размеров.

– Куда уж меньше? – удивился Лейнстер. – Звезда размером с дом?

– Еще меньше! Звезда с массой Солнца и размером с атом.

– Ну, знаете, Фриц, ваша фантазия...

– Фантазия должна была быть ваша, Уильям! Вы могли придумать уникальную звезду для Краба! Я назвал такие звезды адскими. Поистине! Луч света не может покинуть адскую звезду – потому что у нее скорость убегания больше трехсот тысяч километров в секунду. Звезда-невидимка.

– Вот вы и попались! – радостно воскликнул Лейнстер, поймав собеседника на противоречии. – Адская звезда невидима, а звезда в Крабовидной туманности... ее же наблюдают. Может, вы сами и наблюдали?

– Наблюдал мой коллега, Рудольф Минковский, и мы с ним обсуждали, что бы это могло быть. Скорее всего, действительно не адская звезда, а нейтронная. Но не белый карлик, конечно.

– Черт! Нейтронная звезда... Очень интересно. Если бы я знал...

– Вы могли это придумать сами, – заметил Цвикки. – Но могли и знать. Свойства нейтронных звезд еще до войны описали Оппенгеймер с Волковым.

– Роберт Оппенгеймер? – поразился Лейнстер. – Не знал, – удрученно сказал он. – Мог упомянуть в рассказе! Это привлекло бы больше читателей, увеличило бы тираж...

– И ваш гонорар? – усмехнулся Цвикки.

– Эх... – Лейнстер повертел в руке пустую чашку. – Попросить у Кэт еще кофе? Действительно, жаль, Фриц. Упустил такую идею... Морфологический метод, говорит? Эта штука действительно работает?

– Еще чашечка кофе не помешала бы, – вздохнул Цвикки. – Во время войны я пил его литрами. Работать приходилось очень много. Правда, не в серверной. Я тогда... Впрочем, сейчас уже можно рассказать.

– А раньше было нельзя? – насторожился Лейнстер.

– Я не американский гражданин, – объяснил Цвикки. – Не немец, но и к швейцарцам отношение было... В общем, меня интернировали, и пришлось до конца войны работать в компании, где моделировали разные типы ракетных двигателей. Тогда я и использовал свой морфологический метод. Таблицу, где на одной оси – части двигателей, на другой – технические параметры, какие, в принципе, возможны, и на третьей оси – варианты параметров. Все, какие смогу придумать, даже фантастические. Желательно, кстати, фантастические, каких еще не существует. Знаете, сколько вариантов двигателей я придумал?

– Штук триста? – наугад назвал число Лейнстер, захотев сказать Фрицу что-нибудь приятное. Наверно, несколько десятков, вряд ли больше.

– Ох уж эти фантасты, – пробормотал Цвикки. – С фантазией туговато...

– Неужели больше?

– Сорок одну тысячу девятьсот десять, – скромно сообщил Цвикки.

Лейнстер всплеснул руками.

– Ну... – Цвикки получил удовольствие от реакции писателя. – Конечно, большую часть никто никогда даже проектировать не станет. Но были и вполне работоспособные варианты.

– Сорок тысяч! – Лейнстер не мог прийти в себя. – Вам бы фантастику писать, Фриц!

– Какой из меня писатель, – отмахнулся Цвикки. – Звезды – это мое. Звезды, галактики...

– Вы и галактики исследовали? – осторожно поинтересовался Лейнстер.

– Конечно, – Цвикки отодвинул пустую чашку и посмотрел по сторонам, будто искал взглядом притаившуюся в углу кофемашину. – А нельзя ли попросить еще кофе? Вы, я так понимаю, свой человек в редакции.

▶ — Я тоже как раз хотел...

Встать Лейнстер не успел. Дверь распахнулась, и вошел Кэмпбелл.

— Вижу, вы нашли общий язык, господи. — Редактор подошел к столу и начал перебирать папки. — Доктор Цвикки, Уилл вам успел рассказать историю о своих контактах с Бюро? Нет? Он всем рассказывает, и каждый раз подробностей становится больше. Что поделаешь — фантаст!

— Сэр, — смутился Лейнстер, — мы говорили о звездах...

— И только о звездах, — подхватил Цвикки. — А что за история с Бюро, если не секрет?

— Какой секрет, если о нем знает весь город. — Кэмпбелл нашел нужную папку, достал скрепленные степлером листы и подошел к журнальному столику.

— Сэр... — по лицу Лейнстера было видно, что он не расположен вспоминать историю, упомянутую редактором. — Могу я попросить Кэтрин...

— Понял. — Кэмпбелл крикнул в распахнутую дверь: — Кэт! Пожалуйста, сделайте нам кофе на троих! И ваши прекрасные булочки, если их не съел Пит!

— Сейчас! — отозвалась из-за двери Кэтрин.

Кэмпбелл пододвинул стул, сел, положил рукопись на столик и посмотрел на Цвикки. — Так я об истории с Бюро. Вы читали наш журнал два года назад?

— Боюсь, что нет, — покачал головой Цвикки. — Тогда я работал... гм... в другом месте, и у меня почти не было доступа к внешней информации.

— Вот как? Впрочем, понимаю. В марте сорок четвертого я опубликовал рассказ Картмилла «Крайний срок». Советую прочитать. Если хотите, подарю экземпляр. Картмилл описал — не в деталях, конечно, но близко к реальности — конструкцию атомной бомбы. В Бюро заинтересовались, откуда автор мог узнать то, что составляло военную тайну. Допросили беднягу Картмилла, приходили ко мне, досталось и некоторым другим авторам — Уильяму тоже, представьте, хотя он ни сном, ни духом...

— Не напоминайте, Джон, — буркнул Лейнстер. — Я с Кливом тогда и знаком не был.

— Собственно... Спасибо, Кэт, поставьте поднос, мы сами разберемся. Берите булочку, доктор Цвикки, Кэт печет их сама. Вкусно? Прекрасно! Так я хотел сказать, что фантасты — не все, естественно, — умеют порой предугадывать открытия и изобретения. Вот и Уилл в «Первом контакте»...

— Я ничего не предсказал! — Лейнстер представил, какой сеанс разоблачения сейчас устроит Цвикки, и почувствовал себя неуютно.

— Мы как раз об этом говорили, — похоже, Цвикки действительно собрался сообщить редактору, какую ошибку совершил автор. Но, бросив взгляд на Лейнстера и поняв его растерянность, Цвикки сказал неожиданное:

— Мы говорили о звездах, сэр. О том, какие они разные. Когда вы вошли, я начал рассказывать... э-э-э... Уильяму, что большую часть звезд мы вообще пока наблюдать не можем.

— Естественно, — кивнул Кэмпбелл. — Они слишком далеко...

— Нет, не поэтому, — излишне резко перебил редактора Цвикки. — Есть звезды, которые не видны в принципе. Вот о чем, на мой взгляд, должны бы написать фантасты.

— Адские звезды? — подсказал Лейнстер.

— Нет-нет, — отмахнулся Цвикки. — Думаю, адских звезд во Вселенной не так уж много.

— Адские звезды? — переспросил Кэмпбелл. — Берите еще булочку, доктор... Никогда не слышал об адских звездах.

— О них вам потом расскажет Уильям. Я о другом. В галактиках, в нашей тоже, есть невидимое вещество, и его раза в три больше, чем видимого. Это не газ — он бы светился. И не пыль — она затеняла бы свет обычных звезд. Что это? Мы с Бааде обнаружили, что массы галактик в скоплениях, если оценивать по яркости звезд, недостаточны, чтобы удерживать галактики от разлета. Обязательно должна быть огромная невидимая масса, иначе скопление развалится!

— И что это? — с любопытством спросил Кэмпбелл.

— Понятия не имею! — воскликнул Цвикки. — Какой простор для воображения! Представьте: звездолет летит к Альфе Центавра, и астронавты неожиданно понимают: корабль не подчиняется управлению. Его притягивает нечто невидимое, загадочное, непостижимое... Не звезда, не планета.

— Это одна из клеток вашей морфологической таблицы? — поняв, что Цвикки не собирается критиковать «Первый контакт», Лейнстер приободрился и захотел показать, что знает нечто такое, что еще не известно Кэмпбеллу.

— Представьте, да! — Цвикки поискал взглядом салфетку, не нашел, достал из кармана платок и аккуратно вытер небольшое пятнышко на манжете рубашки. Никакого пятнышка Лейнстер не разглядел и решил, что Цвикки слишком большой аккуратист, как все немцы. Швейцарцы наверняка тоже, раз уж говорят по-немецки.

— Я удивляюсь, — продолжал Цвикки, — почему у фантастов такие однообразные сюжеты, когда космос полон удивительных загадок? Нейтронные и адские звезды, невидимое вещество, взрывы сверхновых... Даже о том, как возникли поразительные звездные скопления шаровидной формы, мы не знаем почти ничего! Может, иные цивилизации собрались в колоссальных звездных городах?

— Отличная идея, — задумчиво произнес Кэмпбелл. — Невидимый разум, своими шупальцами пронизывающий и изменяющий галактику... Как вам такое, Уилл?

Лейнстер не отрывал взгляда от Цвикки и о чем-то думал. О новом сюжете?

Цвикки неожиданно успокоился, расслабился и сказал добродушно:

— А ведь хороший рассказ написал мистер Лейнстер, — он покосился на писателя и добавил, улынувшись: — Мюррей.

— Я тоже так думаю, — согласился Кэмпбелл и, будто слышал, о чем говорили в его отсутствие, добавил: — «Первый контакт» будут читать и через полвека.

— Конечно, — кивнул Цвикки. — Читать и говорить: хороший рассказ, но автор ошибся. В Крабовидной туманности нет белого карлика, там нейтронная звезда.

— Нейтронная звезда? — повторил Кэмпбелл, будто хотел послушать, как звучит странное название. — Нейтроны... Они выделяются в атомных реакторах, не ошибаюсь?

— В атомных реакторах нейтроны используют для расщепления тяжелых атомов, — сообщил Цвикки. — А в звездах — наоборот: из водорода синтезируется гелий. Кэмпбелл стукнул себя ладонью по лбу.

— Черт! — воскликнул он. — Картмилл об этом писал два года назад!

— Разве? — засомневался Лейнстер. — Он писал...

— Картмилл, — перебил редактор, — принес еще один рассказ. Речь шла о бомбе, где атомы водорода присоединяли нейтроны — и возникал атом гелия. И выделялось столько энергии, что можно было испарить океан!

— Действительно? — теперь удивился Цвикки. — Не читал.

— И не могли. Я уже дал рассказ в номер, но случилась история с агентами Бюро, Клив перепугался... Да и мне было не по себе, признаюсь... И рассказ он при мне попросту сжег.

— Неужели сжег? — удивился Лейнстер. — Один-то экземпляр наверняка оставил. Кэмпбелл покачал головой.

— Он так боялся, что к нему придут с обыском...

— Написал бы не о бомбе с нейтронами, — сказал Цвикки, — а о нейтронной звезде... Боюсь, — вздохнул Кэмпбелл, — это было бы не так интересно.

— Безумно интересно! — Цвикки допил вторую чашку кофе и поднялся. — Господа, вы меня поражаете — вы оба. Почему фантасты так любят писать о войнах и инопланетянах? Звезды для вас — антураж, декорация. Но ведь звезды — самое интересное и загадочное во Вселенной. Не было бы звезд — не было бы нас. Если бы звезды не взрывались, не возникли бы тяжелые элементы. Как звезды образуются? Почему они светят? Вот о чем нужно писать! Об исследованиях!

Он развел руками.

— Извините... Это слишком близкая мне тема.

Кэмпбелл поднялся и протянул Цвикки руку, а Лейнстер продолжал сидеть, держа в обеих руках пустую чашку и глядя в пространство невидящим взглядом.

Кэмпбелл тихо произнес:

— Уилл сочиняет сюжет. Наверняка о звездах. Вы раздражили его фантазию, доктор. Лейнстер поставил чашку и тоже поднялся.

— Нет, Джон, я думаю не о звездах. У доктора Цвикки есть метод... А я как раз задумал рассказ о компьютере, который вдруг стал разумным.

— Вдруг? — с иронией произнес Цвикки.

— Стал разумным, — повторил Лейнстер. — И что дальше? Фриц, вот возможность применить ваш морфологический метод. Что дальше, а? Что станет делать компьютер, обретя разум?

— Это очевидно, — хмыкнул Цвикки. — Почему компьютер — один? Пусть их будет множество. Пусть у каждого человека будет свой компьютер! Напишите рассказ о том, что все компьютеры мира объединились в единую систему, как звезды — в галактики. Всемирная компьютерная сеть — она-то и станет разумной, без всяких «вдруг». Об этом кто-нибудь писал?

— Азимов? — поднял брови Кэмпбелл. — Нет, у Айзека такого не помню.

— Интересно... — пробормотал Лейнстер. — Компьютеры, общающиеся по телефону... хм... А что? Это идея.

— Как будет называться ваш рассказ, Уильям? — поинтересовался Цвикки.

— Не придумал пока... Что-нибудь вроде «Компьютер по имени Джо».

Цвикки пожал руки редактору и автору.

— Будете еще в Нью-Йорке, доктор Цвикки, — сказал Кэмпбелл, — заходите, поговорим о звездах. Адские, говорите вы?

— А еще гиганты, сверхгиганты, карлики и субкарлики, переменные и вспыхивающие, — начал перечислять Цвикки, — взрывающиеся и распадающиеся. Звезды, жизнь дающие, и звезды, жизнь отнимающие. Звезды, как планеты, и планеты, как звезды... Звезды и только звезды, — заключил Лейнстер.

Цвикки уже ушел, на мгновение застыв на пороге, а Лейнстер и Кэмпбелл еще долго стояли молча.

— Будто свежим ветром повеяло, — сказал наконец Кэмпбелл.

— Удивительный человек, — согласился Лейнстер.

— Цвати, о каком методе он говорил?

— О! — воскликнул Лейнстер. — Это таблица со множеством клеток, где можно найти всё... Сейчас я вам объясню. По крайней мере то, что понял.

— Кэт! — крикнул Кэмпбелл. — Еще кофе, если можно! Только без ваших прекрасных булочек, я от них толстею...

Примечание

Рассказ Лейнстера "A Logic Named Joe" был опубликован в *Astounding Science Fiction* в 1946 году. В этом рассказе впервые были описаны персональные компьютеры и нечто, подобное Интернету.

Календарь фантастики

14 февраля: Легендарный редактор фантастики

100 лет назад родилась **Нина Матвеевна Беркова** (Н. Матвеев) (1925–2003), русская писательница, составитель сборников «Гея», «Орион», «НФ», редактор фантастики в издательствах «Детская литература», «Локид», «Эксмо», один из организаторов семинаров молодых фантастов в Малеевке, Дубултах, под Ригой.

Интересно, что самостоятельные книги Нины Берковой не имеют никакого отношения к фантастике, это были в основном документальные и биографические повести о белорусских партизанах, танкистах, моряках, подпольщиках. Как писал Ант Скаландис в книге «Братья Стругацкие»: *«Беркова часто ездила выступать перед читателями в воинские части, удивляя солдат и офицеров несоответствием своего внешнего облика содержанию книг — маленькая, кругленькая, пухленькая женщина, вот тебе и Николай Матвеевич Матвеев, как писали иногда в выходных данных!»*



15 февраля: Московский марсианин

125 лет назад родился **Ян Леопольдович Ларри** (1900–1977), русский писатель, автор повестей «Страна счастливых», «Необыкновенные приключения Карика и Вали», «Приключения Кука и Куки», неоконченного романа «Небесный гость».

Из книги Геннадия Прашкевича «Красный сфинкс»: *«К сожалению, коммунизм в „Стране счастливых“ победил так стремительно, что многие люди просто не успели перестроиться, — и памятью, и опытом они всё еще крепко связаны с прошлым. Этим грешит*

даже суровый и мнительный вожь счастливого государства — Молибден, псевдоним, конечно, легко прочитываемый. Например, он не понимает космических устремлений героя и осуждает энтузиастов полетов в космос, ведь такие акции отвлекают людей от дел конкретных, насущных. Но будет, будет время, знает герой, когда человечество встанет плечом к плечу и начнет колонизировать другие планеты. Пока же под давлением Молибдена суровый Совет оставляет нужного стране человека на Земле. „Ладно, вы правы, товарищи, — говорит он. — Я остаюсь. Но передайте Молибдену, этому человеку, оставленному у нас старой эпохой: мы другие. Он плохо знает нас“. Намек на вождя поняли и изъяли книгу из библиотек.

Этого мало, в декабре 1940 года Ларри начал посылать на имя Сталина главы своего нового романа «Небесный гость», в котором жизнь СССР анализировалась марсианином. Хотя автор не указывал в письмах своего имени, его вычислили и приговорили к лишению свободы. Пятнадцать лет лагерей...

16 февраля: Превозмогая бессилие

90 лет назад родился **Геннадий Григорьевич Голобоков** (1935–1978), русский художник и поэт, автор более 50 картин.

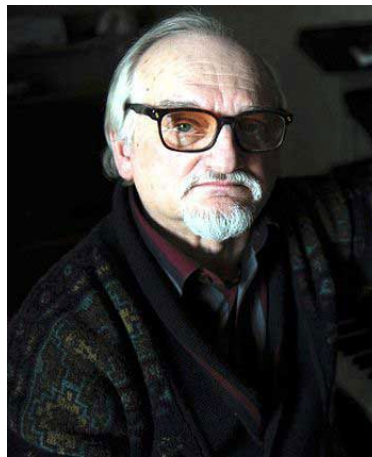
В 16 лет после неудачного прыжка в реку Геннадий травмировал позвоночник и был обречен на жизнь в полной неподвижности. Он не сдался и решил учиться рисовать. Работать приходилось так. Лежа на спине. Пальцы постоянно в полусогнутом состоянии. Кисть Геннадий сначала брал ртом. Потом переплетал ее пальцами. Подрамник стоял на груди. Одной рукой приходилось держать его. Руки уставали быстро. Иногда после единственного мазка художник просил отставить картину. Геннадий едва дотягивался до середины холста. Чтобы он мог нарисовать верхнюю часть, ему ставили полотно «вверх

ногами». Геннадий научился видеть написанное в любой позиции. И еще находил этому шутовское объяснение: *«Космонавт в невесомости умеет работать хоть вниз головой»*. И космонавтов он любил писать не потому, что это модно. Он им был близок как космонавт духа: *«Я из тех, кто и в серой серости может к звездам найти разбег»*. 27 лет прикованный к постели, Геннадий не знал ни дня отдыха.



18 февраля: Как рождаются шедевры

90 лет назад родился **Геннадий Игоревич Гладков** (1935–2023), русский композитор, автор музыки к кинофильмам «Шаг с крыши», «Новогодние приключения Маши и Вити», «Обыкновенное чудо», «Дульсинья Тобосская», «Дом, который построил Свифт», «Формула любви», «Гум-Гам», «Убить дракона», «Две стрелы», «Танец дьявола», «Дон Кихот возвращается», «Бременские музыканты и Со.», к мультфильмам «Малыш и Карлсон», «Бременские музыканты», «Синяя птица», «Фазтон — сын солнца», «Страна слепых» и др.



Геннадий Гладков: *«„Уно момент“ родилось случайно, из-за так называемой „подначки“ Марка Захарова. А дело было так. Сидим мы с ним у рояля, и Марк говорит: „Гена, вот ты уже почти всю музыку к „Формуле любви“ написал, причем очень быстро, но я тебе сейчас дам задание, с которым, думаю, ты так легко не справишься. Я знаю, ты можешь русскую мелодию сочинить „на раз“, еврейскую песню можешь быстро написать, американскую... А вот я тебя сейчас попрошу: сочини мне неаполитанскую песню.“ „Пожалуйста! — говорю я. — Включай магнитофон!“ А он, видимо, чувствовал,*

что в этот момент я нахожусь на хорошем эмоциональном подъеме, как говорится, в ударе, и поэтому решил мне устроить такую провокацию. Он включил магнитофон, и я практически сразу, ну, с очень небольшими поправками, спел ему вот эту мелодию. Правда, спел я ее как импровизационную бредятину: как будто вышел на сцену, где мне необходимо спеть, ну, куда деваться, вот и симпровизировал. Он пришел в бешеный восторг. Причем я ведь итальянский знаю только по музыкальной терминологии и кроме вот этого „уно момент“ я ничего не мог сразу придумать, поэтому все время эти слова и повторял. Марк просто падал со смеху, а я не мог понять, почему он прямо корчился от хохота: „Старик, ну ты меня потешил, я не могу...“ Вдруг он схватил магнитофон и быстро смылся. Оказывается, как мне потом рассказали, он примчался на „Мосфильм“ и, радостно потирая руки, стал всем показывать только что записанную начерно мою импровизацию. И почему-то это „Уно момент“ на всех производило впечатление чего-то невероятно комического... Всё закончилось тем, что мелодия была оркестрована, записана, и песня вошла в фильм».

19 февраля:

Основоположник венгерской фантастики



200 лет назад родился **Мор Йокаи** (Mór Jókai, 1825–1904), венгерский писатель-романтик, автор романов «Океания», «Черные алмазы», «До самого Северного полюса», трехтомного «Романа о грядущем веке».

Монументальный «Роман о грядущем веке» содержит острые наблюдения и почти пророческие видения. В нем предсказана революция в России и установление там тоталитарного государства, невиданный кровавый террор, а также развитие авиации после создания материала для строительства летательных аппаратов, используемых в качестве военной техники. Естественно, в десятилетия коммунистического режима

книга была запрещена в Венгрии, уж слишком наглядной оказалась аллегория ленинизма и сталинизма.

21 февраля: Как делать мультфильмы

120 лет назад родился **Лев Константинович Атаманов** (Левон Атаманян) — Левон Ատամանյան (1905–1981), советский режиссер, постановщик мультфильмов «Клякса в Арктике», «Клякса-парикмахер», «Волшебный ковер», «Желтый аист», «Аленький цветочек», «Золотая антилопа», «Снежная королева», «Похитители красок», «Сказка про чужие краски», «Новеллы в космосе».

Наталья Атаманова: «В 1955 году папа решил снять „Снежную королеву“. Эта картина собрала огромное количество наград и долгое время считалась самым известным в мире советским мультфильмом. Знаменитый японский режиссер Хаяо Миядзаки, автор „Унесенных призраками“ и „Ходячего замка“, признавался, что именно благодаря ей остался в профессии, получив новое вдохновение».

Однажды за нами с сестрой забежали подружки — звали гулять. Папа работал в своей комнате, дверь была приоткрыта. И можете представить потрясение девочек, когда они увидели, чем занимается хорошо им знакомый дядя Лева! Он каркал, мяукал, лаял, рычал, приотпывая и подпрыгивая! И хотя я с важным видом пояснила: „Папа режиссерский сценарий пишет“ — они мигом испарилась во двор... На всякий случай!

Иногда отец и нас с сестрой Анютой привлекал к работе: по его просьбе мы чихали, кашляли, что-то бормотали. А он с секундомером в руках хронометрировал этот „вклад в искусство“».

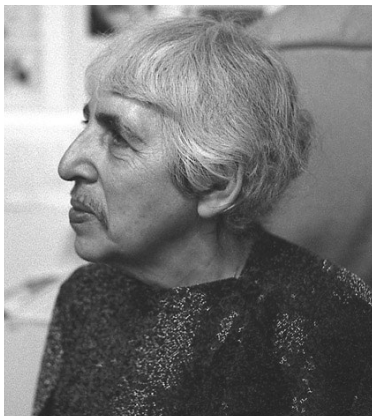


21 февраля:

Умная и ловкая

90 лет назад родилась **Ирина Бенционовна Роднянская** (р. 1935), русский критик и литературовед, автор статей о книгах Михаила Успенского, Виктора Пелевина, Татьяны Толстой, Джоан Роулинг.

В журнале «Новый мир» (1973, № 2) вышла статья Ирины Роднянской «Два лица Станислава Лема» о романе «Глас Госпо-



да», которая восхитила Лема. В письме Майклу Канделю от 8 августа 1973 года он писал: «Кто-то прислал мне февральский номер „Нового мира“, в котором какая-то удивительно УМНАЯ баба написала довольно любопытную рецензию на „Глас Господа“, то есть такую, которая меня поразила. И ведь очень ЛОВКО написала, то есть написала и то, что могла, и то, чего не могла. Хитрая какая-то баба». И чуть позже, 14 августа, Лем писал Ариадне Громовой: «Рецензия в „Новом мире“ показалась мне очень интересной. Ja nie izbałowannpu. У нас таких серьезных откликов вообще не было».

24 февраля: Словесный фехтовальщик

140 лет назад родился **Станислав Игнаций Виткевич** (Виткацы) — Stanisław Ignacy Witkiewicz (Witkacy) (1885–1939), польский драматург, художник, философ, автор романов «Прощание с осенью», «Ненасытность», «Единственный выход», пьес «Дюбал Вахазар, или По утесам абсурда», «Сапожники», «Каракатица, или Ирканийское мировоззрение».

Станислав Виткевич, Бруно Шульц, Витольд Гомбрович — три польских словесных фехтовальщика, которые объявили войну заостренной традиции. Три индивидуалиста, которые прочертили на литературной карте новые удивительные маршруты.

Гомбрович рассказывает о первой встрече с Виткевичем: «Как уже говорилось, к Виткацию привел меня Бруно. Со двора по улице Брацкой мы (я уже в слегка экзальтированном состоянии от рассказов о странностях и безумствах этого щедро одаренного умом человека) поднялись на какой-то там этаж, звоним, открывается дверь и на моему взору предстает карлик-великан, который начинает расти на глазах: это Виткаций, сидя на корточках, открыл нам дверь и медленно стал подниматься. Любитель приколов! Впрочем, меня они не забавляли. С первой минуты Виткаций утомил меня и наскучил: никогда не находившийся в состоянии покоя, всегда на взводе, достояющий себя и других постоянным позерством, жаждой эпатировать и привлекать к себе внимание, он постоянно жестоко и болезненно играл людьми... Все эти пороки числились и за мной, и теперь я видел их как в кривом зеркале — раздутыми до апокалиптических размеров и чудовищными».

24 февраля:

Пролетарский писатель с фантастическим уклоном

130 лет назад родился **Всеволод Вячеславович Иванов** (1895–1963), русский писатель и драматург, автор романов «Иприт» (с Виктором Шкловским), «Ужгинский кремль», «У», сборников «Медная лампа», «Пасмурный лист».

Парадокс советской литературы: один из виднейших представителей социалистического реализма всю жизнь тянулся к фантастическому и мистическому. Большинство произведений «Фантастического цикла», основанных на легендах, мифах, сказках, библейских мотивах, было опубликовано уже после смерти автора. Часто их странность тесно увязана с реалиями. Например, в романе «У» говорится о постройке на Урале в 1920–1930-х годах завода по переработке остальных человек в людей новой морали. В «Медной лампе» волшебная лампа Алладина обнаруживается в Павлодаре 1914 года. По военной Москве 1944 года бредет обреченный скитаться по земле до второго пришествия Христа Агасфер. И так далее.



Владимир Борисов



Про интеллект с маленькой буквы

Александр Мещеряков

Между прочим, дело было в Токио в конце ноября 2024 года — самое время для огненных кленов. Красота, бьющая прямо в глаз. Вместе с русскими друзьями мы гуляли по красивейшему парку Рикугиэн, созданному в начале XVIII века. Тогда Токио назывался Эдо. Народу в парке полно, фотографируют и фотографируются. Восхищаются, но тихо. Визжать от восторга здесь не принято.

Название парка означает «шесть стилей японской поэзии». В старину их насчитывали ровно столько. Не больше и не меньше. Такая японская аккуратность. Устроители сада хотели сделать так, чтобы Рикугиэн напоминал интеллигентному человеку о далекой от Эдо знаменитой бухте Ваканоура. Глядя на тамошние красоты (или же воображая их), поэты сочинили множество стихов. Владелец сада, князь Янагисава Ёсиясу, присвоил 88 уголкам сада названия, вызывающие ассоциации с природой и древней поэзией. Ручейки превратились в полноводные реки, бугорки — в прославленные горы, ложбинки стали ущельями, ну а пруд — почти настоящим морем. Нахождение в таком саду полезно для развития воображения. Таким образом, сад представлял возможности для путешествия «не сходя с места», он был средством для преодоления ограниченности того мира, который в действительности обживали его обитатели. Число 88 обозначает бесконечность — бесконечное круговращение четырех времен года.

Повсюду висят таблички, цитирующие классические стихи. Мои друзья японского языка не знают, приходится пояснять. Сходу перевожу: «В бухте Ваканоура / Тысячи драгоценных водорослей / Будем срезать и срезать, / Чтобы и будущие государи / Могли полюбоваться на них».

Сергей недоволен: «Как-то не слишком складно у тебя вышло». Я краснею — за смысл-то я ручаюсь, но оригинал и вправду звучит покрасивее. Сергей — большой поклонник научно-технического прогресса и даже сам принимает в нем активное участие. Его фирма гордится своими достижениями в области автоматического перевода. Сергей утверждает, что в самом скором времени всех переводчиков за ненадобностью уволят, в школе перестанут преподавать иностранные языки, а вместо них ученики станут изучать что-нибудь более полезное. Например, строительство бомбоубежищ. Или извилины искусственного интеллекта. Недовольный мной, Сергей фотографирует табличку со стихотворением и велит своему навороченному смартфону перевести надпись как следует. Важно зачитывает: «Я нацарапал тысячу бусинок на затылке своих японских ушей, чтобы вы могли видеть их из поколения в поколение». Прочитал и тоже покраснел. А я даже не захохотал — народу полно, а у японцев не принято на людях бурно выражать свои эмоции.

Выпускница японского отделения Лада пришла наниматься на работу в важное министерство. В качестве вступительного испытания ей предложили прочитать текст, написанный на хинди. Она удивилась и отказалась, сказав, что не знает хинди. Экзаменатор состроил презрительную гримасу: «Ты, я смотрю, училась не как надо. Ладно, Индия от Москвы далековато, и буквы у них черт-те какие. Ну, а хоть с монгольского перевести можешь? Монголы русским — люди родные, мы им на Куликовом поле жару задали, с тех пор у нас даже буквы одинаковые». Лада снова отрицательно замотала головой, чем окончательно вывела экзаменатора из себя: «Как же так! Ни с какого языка перевести не можешь, а ведь у тебя в дипломе написано: востоковед-переводчик! Ты что — купила его? На что рассчитывала? У нас тут государственное учреждение, а не шарашкина контора!»

Бедная Лада, бедное министерство... И строгий экзаменатор при них и при всех нас.



Парк Рикугиэн. Фото 京浜にけ / commons.wikimedia.org

Моего дачного соседа величать Александром Сергеевичем. Понятно, что все кличут его за глаза «Пушкиным». Правда, на Пушкина он совсем не похож — стрижен коротко, нос картошкой, искрометных стихов не возглашает. Но всё равно носит свое имя с достоинством. Еще бы! Он вышел на пенсию с должности консула в далекой Венесуэле и знает, как называется ее столица. «Вот у нас в Каракасе...» Каждое утро из-за своего высоченного забора он кричит мне: «Здравствуй, амиго!»

С помощью трудолюбивого Максуда, которого он ласково именует «моим пеонмом», Александр Сергеевич содержит свою землю в идеальном порядке, и она исправно рождает ему смородину (черную, белую и красную), клубнику, крыжовник, вишню, яблоки и много чего еще. Так что он с чувством превосходства поглядывает на мое мощное разнотравье, в котором культурным растениям приходится туго. Еще с большим презрением он наблюдает, как я шкандыбаю в свой крытый рубероидом сортир типа «очко». Да и в магазин я путешествую на своих двоих с рюкзаком за плечами, а не как он — в чернотомовом автомобиле, к капоту которого так и хочется прикрепить государственный флажок. То ли венесуэльский, то ли российский. Понятно, что Александр Сергеевич питается покалорийнее.

Александр Сергеевич охраняет свою собственность как государственную территорию России, гостеприимством не отличается. Это у него такая профессиональная деформация. Понимаю: Каракас — впереди всей планеты по убийствам и похищениям людей. Возле добротного кирпичного дома сидят на цепи два злющих кобеля с глазами, как чайные чашки. Это я еще в детстве у Андерсена прочел про таких собак. Так подействовало, что до сих пор страшно. Думаю, что и двустольное ружье с дальнобойными пулями у Александра Сергеевича тоже имеется.

Но вот однажды, а именно 5 июля, то есть в день независимости Венесуэлы, Александр Сергеевич дернул кубинского рома, расчувствовался и пригласил зайти. Прямо у калитки поднес лафитничек, закусить дал соленым огурцом. Наверное, в Венесуэле так у них принято. Но в дом не провел, стал показывать только что воздвигнутый, отдельно стоящий от дома туалет, больше похожий на здание дома культуры сталинской постройки. Правда, обошлось все-таки без колонн. Я зашел — красота! Кафельная плитка с изображением Симона Боливара на белом коне, такой же белый унитаз, мощное сливное устройство... Александр Сергеевич был настроен исключительно добродушно. «Посри хоть по-человечески, амиго», — сказал он и деликатно закрыл за собой дверь. ♦



«Троицкий вариант»

Учредитель — ООО «Трoвaнт»

Главный редактор — Б. Е. Штерн

Зам. главного редактора — Илья Мирмов, Михаил Гельфанд

Выпускающие редакторы — Алексей Огнёв, Максим Борисов

Редсовет: Юрий Баевский, Максим Борисов, Алексей Иванов,

Андрей Калинин, Алексей Огнёв, Андрей Цатурян

Верстка — Глеб Поздnev. Корректурa — Максим Борисов

Адрес редакции 121170, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Дорогомилово,

и издательства: пр-кт Кулузовский, д.36 стр. 41, помеш. 1П;

e-mail: info@trv-science.ru, интернет-сайт: www.trv-science.ru

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

© «Троицкий вариант»