

Галактический центр. Составное изображение по данным «Хаббла», «Спитцера» и «Чандры»

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОРГАНИКИ В МЕЖЗВЕЗДНЫХ ОБЛАКАХ

Дмитрий Вибе, астроном и популяризатор науки, докт. физ.-мат. наук, зав. отделом физики и эволюции звезд Института астрономии РАН, отвечает на вопросы **Алексея Кудря**.

— Недавно в межзвездной среде впервые были обнаружены молекулы изопропанола-1. Они найдены при помощи системы радиотелескопов ALMA в горячем ядре гигантского молекулярного облака Стрелец B2 вблизи центра Млечного Пути¹. Расскажите, пожалуйста, как происходит образование органических соединений в газопылевых облаках? Есть ли понимание механизмов и факторов, влияющих на образование и эволюцию сложных молекул в космосе?

— Молекулярное облако Стрелец B2 — объект довольно известный. Именно там обнаружена значительная часть всего списка химических соединений, о наличии которых в межзвездной среде мы знаем на данный момент. Мне это облако представляется образчиком поисков под фонарем. Если вам хочется найти какую-нибудь необычную молекулу, то, скорее всего, следует начать именно с этого молекулярного облака, потому что из всех известных объектов оно обладает, наверно, максимально богатой химией. Но, конечно, сложные молекулы встречаются практически во всех молекулярных облаках, в том числе и существенно ближе к нам, и это ставит вопрос о том, как могут формироваться молекулы, в том числе органические, при очень низких температурах и очень низких плотностях.

Этот вопрос впервые встал в конце 1930-х — начале 1940-х годов, когда в межзвездной среде были впервые обнаружены молекулы. Тут нужно уточнить: говоря об органике, астрономы, химики и биологи имеют в виду сильно разные соединения. По астрохимическим меркам пяти-шестиатомная органическая молекула — уже сложная. Конечно, это даже близко не ДНК и не РНК. В космосе мы имеем дело с достаточно простой органикой, но, тем не менее, она там есть. Первые молекулы, которые там обнаружили, были органическими: радикалы CH, CN, C₂H. До этого особо никто не ожидал найти в межзвездной среде подобные молекулы, потому что органическая химия казалась чем-то земным, чем-то сугубо планетным. И тут оказалось, что нужно объяснять происхождение этих молекул при температуре несколько кельвинов и при концентрациях 10²–10⁵ частиц в кубическом сантиметре — это очень мало.

Второй виток этой истории стартовал в 1960-е годы, когда наблюдения молекул начались при помощи радиотелескопов. Первые наблюдения проводились в оптическом диапазоне, а в 1963 году первая молекула была обнаружена в радиодиапазоне. Уже в конце 1960-х — начале 1970-х были найдены такие молекулы, как формальдегид, метанол, формамид. Стало ясно, что не только двух- и трехатомные соединения могут встречаться в межзвездной среде, но и существенно более сложные молекулы. Проблема оказалась более серьезной, чем предполагалось. В результате возникла наука астрохимия, в задачу которой входит понимание того, как могут образовываться эти молекулы в таких необычных условиях.

Правда, здесь тоже нужна одна оговорка. Довольно часто мы называем эти условия «экстремальными». Но на самом деле для космоса это нормальные условия. Наоборот, земные условия (давление — одна атмосфера, температура 15 °C) — это экстремальные условия, которые во Вселенной встречаются редко, а низкие плотности и низкие температуры — это как раз условия совершенно обыкновенные.

Так вот, оказалось, что в этих условиях, при возможности только двухчастичных реакций, возникают (за очень продолжительное время, конечно) молекулы, сложность которых мы пока ограничить сверху не можем. Постоянно открывают всё более и более сложные молекулы. Уже обнаружены молекулы, которые состоят из 12–13 атомов². Существуют указания на наличие некоторых полимерных соединений. Самые большие молекулы, которые достоверно обнаружены в межзвездной среде³, — фуллерены C₆₀ и C₇₀. Наверное, их, строго говоря, к органическим соединениям нельзя отнести, но все-таки это их близкие родственники.

По современным представлениям, по крайней мере начало химических процессов в молекулярных облаках должно быть связано с реакциями между нейтральными и ионизованными молекулами. Это особая группа реакций — ион-молекулярные, или ион-нейтральные. Они отличаются от прочих реакций тем, что при низких температурах идут с большими скоростями, т. е. их скорости увеличиваются

с понижением температуры. Поэтому в холодных молекулярных облаках они играют главенствующую роль. Практически все эти реакции начинаются в газовой фазе, т. е. образование простых молекул (например, оксида углерода и молекулярного азота) происходит в газе, но помимо газа в молекулярных облаках присутствуют также пылевые частицы. Из-за низкой температуры молекулы к таким пылинкам примерзают, на них нарастают ледяные мантии. Эти ледяные мантии тоже химически не пассивны, там тоже происходят различные химические процессы. Сейчас предполагается, что более сложные молекулы, наподобие того же метанола, формируются уже на поверхности пылевых частиц в ледяных мантиях. Затем, когда рядышком загорается звезда, начинается процесс ее эволюции, процесс формирования планетной системы; ледяные мантии прогреваются, начинают испаряться, вся эта сложная органика с пыли идет обратно в газ, там эти молекулы тоже начинают реагировать друг с другом, и вот так дело доходит, возможно, до простейших аминокислот.

Существует такая «ритуальная», что ли, молекула — глицин. Это простейшая аминокислота. Никакого особого открытия не будет, когда эта молекула будет обнаружена в межзвездной среде, потому что понятно, что она вполне может образовываться. Ее технически сложно обнаружить. Тем не менее, считается, что это будет знаковое событие, поэтому ее уже много лет ищут, несколько раз ее открывали, но эти открытия всякий раз сопровождались «закрываниями». Так что у нас нет уверенных свидетельств, что аминокислоты формируются в межзвездных облаках, но мы понимаем, что это проблема обнаружения.

Итак, вся эта органика рождается в молекулярных облаках, рождается в газопылевых реакциях, рождается на поверхностях пылевых частиц. Потом органика попадает в протопланетные диски и, может быть, даже в формирующиеся планеты. Иначе говоря, родословную свою органика, по крайней мере, простая, ведет с досолнечного, дозвездного этапа.



Дмитрий Вибе



Алексей Кудря

В номере

Новые снимки «Джеймса Уэбба»

Обзор **Максима Борисова** — стр. 3



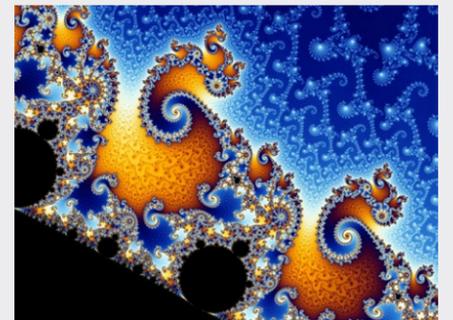
Паркинсонизм: война без перемирий

Наталья Ивлиева — о причинах заболевания и его терапии — стр. 4–5



Спираль познания

Сергей Лыткин размышляет о преподавании математики — стр. 6–7



Памяти Фрэнка Дрейка

Максим Борисов — о знаменитом астрономе и его уравнении — стр. 7

Танцующие электроны

Очерк **Виталия Мацарского** о нобелиате Роберте Милликене и его аспиранте Харви Флетчере — стр. 8

Под знаком жука-светляка

Пётр Петров — о XVI съезде Русского энтомологического общества — стр. 9

Протоколы гёттингенских мудрецов

Евгений Беркович — о математике Феликсе Клейне и его коллегах — стр. 10–13

Разговорчивые роботы XVIII века



Александр Речкин — о механической клавишнице и других чудесах техники в эпоху Просвещения — стр. 14–15

«Русские будут смеяться!»

Трагикомические заметки япониста **Александра Мещерякова** — стр. 16

Актуальные новости и обзоры текущих событий — в наших аккаунтах

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

¹ Belloche A., Garrod R. T., Zingsheim O., Müller H. S. P. and Menten K. M. Interstellar detection and chemical modeling of iso-propanol and its normal isomer — doi.org/10.1051/0004-6361/202243575

² trv-science.ru/2018/01/rekordno-bolshaya-molekula-v-mezhzvezdnoj-srede

³ trv-science.ru/2019/11/zvezdnaya-pyl-v-zemnoj-laboratorii

Окончание см. на стр. 2

— Вы упомянули формамид. Армен Мулкиджанян в интервью *ТрВ-Наука*⁴ рассказывал, что с точки зрения зарождения жизни вода — вещество довольно опасное, так как является сильным окислителем. Альтернатива — формамид. Он может быть «вулканическим или атмосферным, потому что облака формамида даже в Галактике плавают». Может ли это означать, что планеты земной группы после своего формирования имели всё готовое, чтобы на них начался процесс образования жизни?

— Ситуация здесь существенно более сложная. Вы сказали «облака формамида». Похожую формулировку я видел в одной газетной вырезке по поводу обнаружения молекулы C_2H_5OH , существенно более важной для современной земной жизни. Эта молекула была обнаружена в космосе, и газетный заголовок звучал так: «Ученые нашли в космосе облако спирта». Но молекулярные облака состоят из молекулярного водорода. Облаков спирта, облаков формамида и других веществ в космосе нет. Есть облака молекулярного водорода, к ним примешано немножечко пыли и — в очень незначительной пропорции — всё остальное.

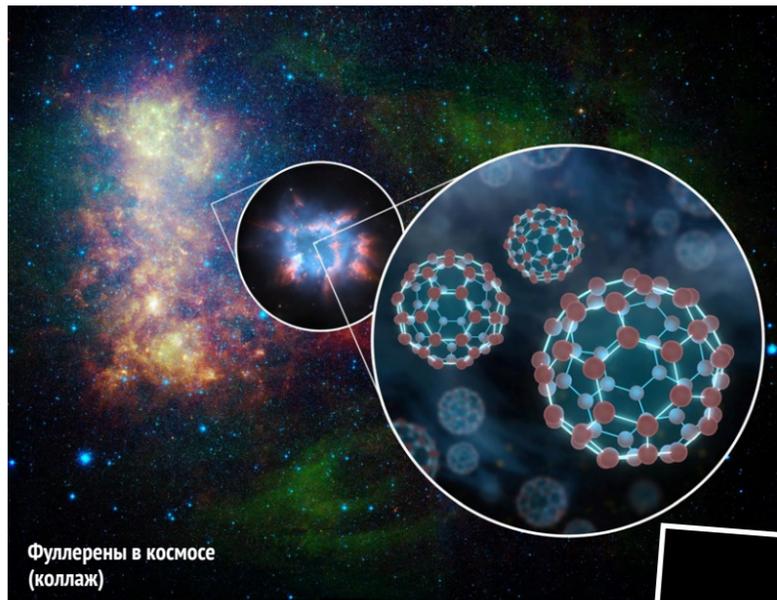
Далее... Вы говорите «всё готовое для зарождения жизни». Эта фраза нуждается в уточнении. Что именно должно быть готово? Парацельс говорил, что любое вещество — и яд, и лекарство, в зависимости от количества. Ведь без воды мы жить не можем. Хорошо, вода во Вселенной есть, воды во Вселенной много и, в общем-то, сейчас единственное убедительное предположение о появлении воды на Земле — ее космическое происхождение. Вода как необходимый компонент возникновения жизни на Землю попала из космоса. Что еще нужно? В межзвездной среде — да и в протопланетных дисках — присутствуют довольно простые органические соединения. Формамид, конечно, тоже мог попасть на Землю вместе с какими-то космическими телами. Он может образовываться и в газовой фазе. Совсем недавно появилась публикация⁵ о том, что и на поверхности пылинки он тоже прекрасно образуется. Но дальше он как-то должен попасть на планету. Такой же путь должен быть у прочих молекул, в том числе органических. И эта траектория — от молекулярного облака до планеты, — в общем-то, может быть довольно сложной, на каких-то ее этапах молекулы могут полностью разрушаться и потом синтезироваться в протопланетном диске заново.

Да, что-то из вещества молекулярных облаков, безусловно, попадает на формирующиеся планеты. Этот процесс до сих пор продолжается. На Землю падают метеориты, очень богатые органикой. Но эта органика тоже не очень сложная, и насколько именно она важна для формирования жизни, я не берусь судить. Это должны говорить биологи. Что-то на Землю попадало и, естественно, попадало и на Марс, и на Венеру, но насколько «под ключ» формировался этот химический состав, я думаю, можно будет сказать только после того, как мы поймем, что именно нужно для возникновения жизни.

— Вы сказали, что возникновение РНК и ДНК в газопылевых облаках невозможно. Получается, они могут возникнуть только на планетах? А азотистые основания?

⁴ Колыбель жизни: геотермальные системы? // *ТрВ-Наука* № 360 от 23.08.2022 — trv-science.ru/2022/08/kolybel-zhizni-geothermalnye-sistemy/

⁵ Chuang K.-J., Jäger C., Krasnokutski S.A., Fulvio D. Henning Th. Formation of the simplest amide in molecular clouds: formamide (NH₂CHO) and its derivatives in H₂O-rich and CO-rich interstellar ice analogs upon VUV irradiation — arxiv.org/abs/2206.10470



Фуллерены в космосе (коллаж)

— Да, я думаю, что образование нуклеиновых кислот в молекулярных облаках невозможно. Азотистые основания там пока не обнаружены, но на этом пути мы прошли уже довольно далеко. Во-первых, в облаках уже обнаружена молекула HCN, кольцевые ароматические молекулы (по крайней мере, состоящие из двух колец). Что-то подобное природа умеет делать. Мы пока не нашли конкретные азотистые основания, но это, скорее всего, связано с тем, что сама процедура их идентификации очень сложная. Мы ориентируемся исключительно на спектры. У молекулярных спектров есть такая особенность: чем сложнее молекула, тем у нее больше линий и тем эти линии слабее. Когда есть какая-то простая молекула наподобие оксида углерода, у нее хороший набор сильных линий, которые далеко отстоят друг от друга и элементарно выделяются при наблюдениях. Но когда мы начинаем говорить даже не про РНК и ДНК, а про метанол или другие пяти-шестиатомные молекулы, у них огромное количество слабых линий, которые накладываются друг на друга и, конечно же, накладываются на линии других молекул. В результате в попытках прояснить органический состав молекулярных облаков мы имеем дело с жутким частотолом линий, многие из которых пока просто не идентифицированы. У нас есть спектральные наблюдения, спектральные обзоры, очень хорошие спектры, и в них десятки процентов линий принадлежат вообще не пойми чему. Очень может статься, что мы эти азотистые основания уже зарегистрировали, но пока не научились из конкретного спектра вытаскивать их линии. Еще раз повторю: это чисто техническая проблема, потому что другие похожие молекулы мы обнаруживаем. Никаких принципиальных барьеров на пути к образованию мономеров нет.

Далее всё становится сложнее, потому что мы знаем о наличии более сложных молекул. С 1970-х годов известны эмиссионные полосы в инфракрасном диапазоне, которые в 1980-е годы приписали молекулам полициклических ароматических углеводородов. Это более регулярные молекулы, в которых из шестигольников бензола выкладываются плоские структуры. Сейчас признаков наличия этих молекул наблюдается очень много и в нашей галактике, и за ее пределами. Понятно, что их много. Они в себе содержат существенную долю всего углерода во Вселенной. Но когда заходит речь об их конкретной структуре, опять начинаются проблемы. Мы знаем, что там есть какая-то ароматическая составляющая, потому что именно ароматическая составляющая дает те инфракрасные полосы, которые мы наблюдаем, но мы не можем сказать, это действительно регулярные подлинно полициклические ароматические углеводороды или какие-то конгломераты, состоящие из ароматических фрагментов, или какой-то микс ароматических и алифатических соединений. Конечно, там могут попадаться какие-то другие атомы в этих молекулах, не только углерод и водород, но и азот, и кислород, и железо... Разобраться в этой сложности нам сейчас достаточно проблематично, потому что, во-первых, это требует очень хороших спектров в инфракрасном диапазоне. Все сейчас смотрят с надеждой на телескоп «Джеймс Уэбб». Но, скорее всего, никаких окончательных ответов и он не даст, потому что мы только начинаем постигать всю органическую сложность.

Возвращаясь к вашему вопросу: какие-то мономеры, скорее всего, существуют и образуются в молекулярных облаках, из них могут формироваться какие-то более сложные макромолекулы. В этих соединениях стирается грань между молекулами и пылинками. Там заполнен весь диапазон размеров. Но это совершенно не дает нам права говорить о том, что могут формироваться молекулы наподобие РНК и ДНК. Скорее всего, если говорить о сложных молекулах, там образуются рандомные нерегулярные структуры.

— Как быть со всеми видами возможного ионизирующего излучения? По идее, оно должно разрушать эти сложные молекулы?

— Тут опять мы вспоминаем Парацельса. Получается ситуация, может быть, несколько неожиданная. Одно из ключевых возражений, которое выдвигалось против возможности межзвездной химии в 1930-е годы, — это как раз ионизирующее излучение. Ультрафиолет, космические лучи... О каких молекулах тут можно вообще говорить? Но новый этап развития астрохимии, который начался после обнаружения в радиодиапазоне всё более и более сложных молекул, связал эту химическую сложность именно с наличием ионизирующих излучений. Они не просто не препятствуют формированию молекул, они оказываются ключом к их формированию. Я говорил о том, что основной вид реакций, которые питают межзвездную химию, — это реакции ионнейтральные, реакции между ионизированной и нейтральной молекулами. Что ионизирует молекулу? Откуда вообще берутся ионы? Оказывается, с этой задачей вполне справляются космические лучи. Частицы, атомные ядра высоких энергий (как минимум, мегэлектронвольты), ионизируют вещество, и этой ионизации оказывается достаточно для того, чтобы стимулировать ион-молекулярную химию. Начинается всё с двух-трехатомных со-

единений, но потом они становятся материалом для более сложных молекул. Если бы космических лучей не было по каким-то причинам, возможно, природа изобрела бы что-то еще. Тем не менее, космические лучи есть, и они являются стартовым пистолетом для того, чтобы химию начать.

Дальше тоже всё не так однозначно. С одной стороны, конечно, частицы высоких энергий разрушают молекулы. С другой стороны, сейчас активно разрабатывается, например, такая возможность... Вот у нас есть ледяная мантия, она в холоде эволюционировала, нарастала, в ней сформировались какие-то молекулы (из тех, которые на слуху, — метанол, диметилэфир). Потом загорается рядышком звезда и начинает эту пыль освещать

— Пожалуй, есть еще одна тема, которую я не осветил. Тот сценарий, о котором я бегло говорил до сих пор, известен как сценарий bottom-up. Мы начинаем практически с атомарной смеси (с некоторыми нюансами, в которые я не буду углубляться), облучаем ее космическими лучами — и у нас начинают «расцветать сто цветов», образуются сначала простые молекулы, потом всё более и более сложные, и в конечном итоге мы даже не понимаем, до чего этот процесс может дойти. Но существует еще один сценарий, который, как легко догадаться, называется top-down. Согласно этому сценарию, органика может появляться в молекулярных облаках в результате разрушения более крупных частиц. А откуда берутся эти крупные частицы? Они летят из звезд. Когда

были известны только три радикала — CH, CH⁺ и CN, — вполне разумной казалась мысль о том, что это результат разрушения пылинок, которые порождаются звездами. Потом оказалось, что молекул гораздо больше, но возможность разрушения пылинок, продуцируемых звездами, в общем, никто не отменял. Со звезд летит разнообразная смесь пылинок, в том числе пылинки, которые изначально назывались графитовыми, но теперь их несколько более расплывчато называют углестыми, потому что мы знаем: в них содержится углерод, но в какой конкретно форме — далеко



Изображение протопланетного диска вокруг HL Тельца, полученное с помощью ALMA (ESO)



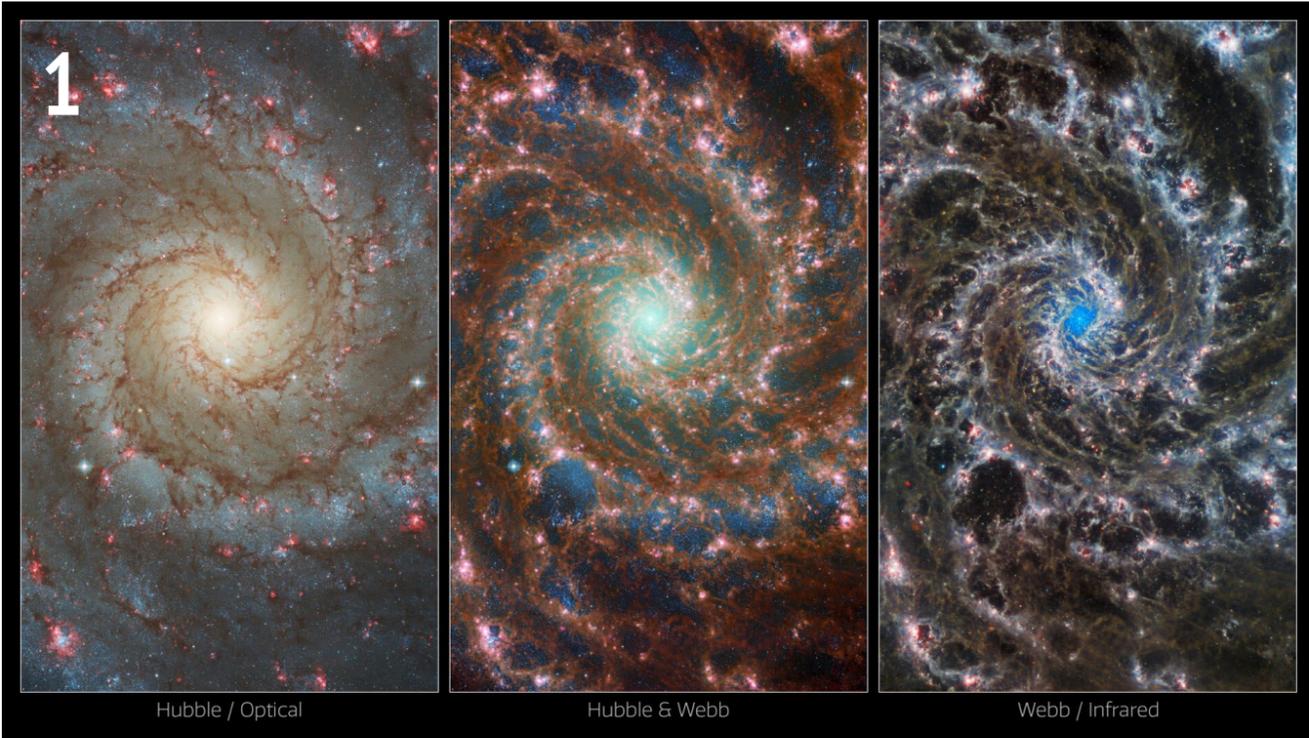
Протопланетный диск в Туманности Ориона. Снимок «Хаббла» (NASA)

ультрафиолетом. Казалось бы, ультрафиолет должен мантию разрушать. Но если с ультрафиолетом не переборщить, он начинает эти сложные молекулы разваливать, превращать их в набор радикалов, а эти радикалы начинают между собой снова активно реагировать и превращаться в более сложные органические соединения. Инертные молекулы ультрафиолетом разрушаются, и это провоцирует следующие химические превращения. Тот же самый эффект способны производить не только фотоны, но и другие частицы высоких энергий: космические лучи, звездный ветер. Во всех этих случаях, если это не слишком мощное излучение, оно играет скорее конструктивную роль, чем деструктивную. Сейчас активно развиваются эксперименты, в которых показывают, что какие-то более сложные, чем метанол, химические соединения имеют неплохие шансы образовываться именно в результате облучения космическими льдами частицами высоких энергий. Интересно, что это можно проверить в земном эксперименте, и эксперименты это подтверждают. Мы сейчас увлеклись такими соединениями: метилформат, гликольальдегид, уксусная кислота...

— А теперь — свободный микрофон. О чем я забыл вас спросить? О чем вы хотели бы сказать нашим зрителям и читателям?

не всегда можно сказать. Углерод тем и славен, что множество разных форм может принимать. Эта органика в пылинках вылетает из звезд, попадает в межзвездную среду, сталкивается с различными деструктивными факторами, в том числе с ультрафиолетом, космическими лучами, ударными волнами, и от этих органических пылинок начинают отшелушиваться, откалываться маленькие фрагменты — маленькие с точки зрения пылинки, но с точки зрения газовой фазы вполне заметные органические молекулы. К сожалению, здесь мы сталкиваемся с очень существенным недостатком экспериментальных и теоретических данных. Мы в нашей группе пытаемся эти процессы рассматривать. Признаков разрушения углестых пылинок мы видим в космосе множество. Хотелось бы моделировать этот процесс, чтобы вписаться в наблюдения, но эти процессы и в лаборатории воспроизвести очень сложно, и численное моделирование тоже дается с большим трудом, поэтому этот сценарий далеко не так детально проработан, как сценарий bottom-up, но в последнее время он начинает привлекать к себе внимание. Так что сценарий образования сложных молекул в космосе как минимум не один.

— Большое спасибо за интересный рассказ! Очень познавательно. ♦



ESA/Webb, NASA & CSA, J. Lee, PHANGS-JWST Team, ESA/Hubble & NASA, R. Chandar Acknowledgement: J. Schmidt

Чем удивляет «Джеймс Уэбб»

1. Новые детали Призрачной галактики

Свежие фото галактики M74 демонстрируют возросшие возможности космических обсерваторий, работающих совместно в разных диапазонах. Специалисты, объединив данные телескопов «Хаббл» и «Джеймс Уэбб»¹ в соседних областях электромагнитного спектра, получают более всестороннее представление об этом впечатляющем объекте, позволяющее раскрывать его в новых деталях.

Туманность M74 была открыта Пьером Мешеном (Pierre Méchain) в 1780 году, после чего он сообщил о своем открытии Шарлю Мессье, который и занес эту галактику в свой каталог под номером 74. Неофициальное название M74, находящейся в 32 млн световых лет от Земли в созвездии Рыб, — Призрачная галактика (Phantom Galaxy). Ее слабая яркость делает «Фантома» самым проблематичным объектом Мессье для астрономов-любителей, однако большой угловой размер и расположение «лицом» к нам позволяют профессиональным астрономам как следует изучить структуру ее спиральных рукавов и спиральные волны плотности. В M74 содержится около 100 млрд звезд. Этот объект входит в особый класс спиральных галактик, известных как «спиральные галактики великого дизайна», это означает, что спиральные рукава таких галактик видны отчетливо и четко очерчены, что отличает их от комковатых и рваных структур, зачастую наблюдаемых в других, «не вполне» спиральных галактиках.

Здесь более старые красные звезды концентрируются ближе к центру галактики, а более молодые и голубые звезды сосредотачиваются в ее спиральных рукавах и в областях наиболее активного звездообразования в красноватых пузырях областей H II (области ионизированного водорода). Снимки, полученные «Хабблом» в ультрафиолетовом и видимом свете, прекрасно дополняются инфракрасными изображениями, полученными «Джеймсом Уэббом», и данными наземных радиотелескопов, таких, как ALMA. При сравнении изображений от «Уэбба» видны их разительные отличия, позволяющие иначе взглянуть на массы газа и пыли в рукавах галактики и на плотное скопление звезд в ее ядре. Комбинированные же изображения позволяют создать еще более удивительную картину и получить «новый дизайн» этой галактики.

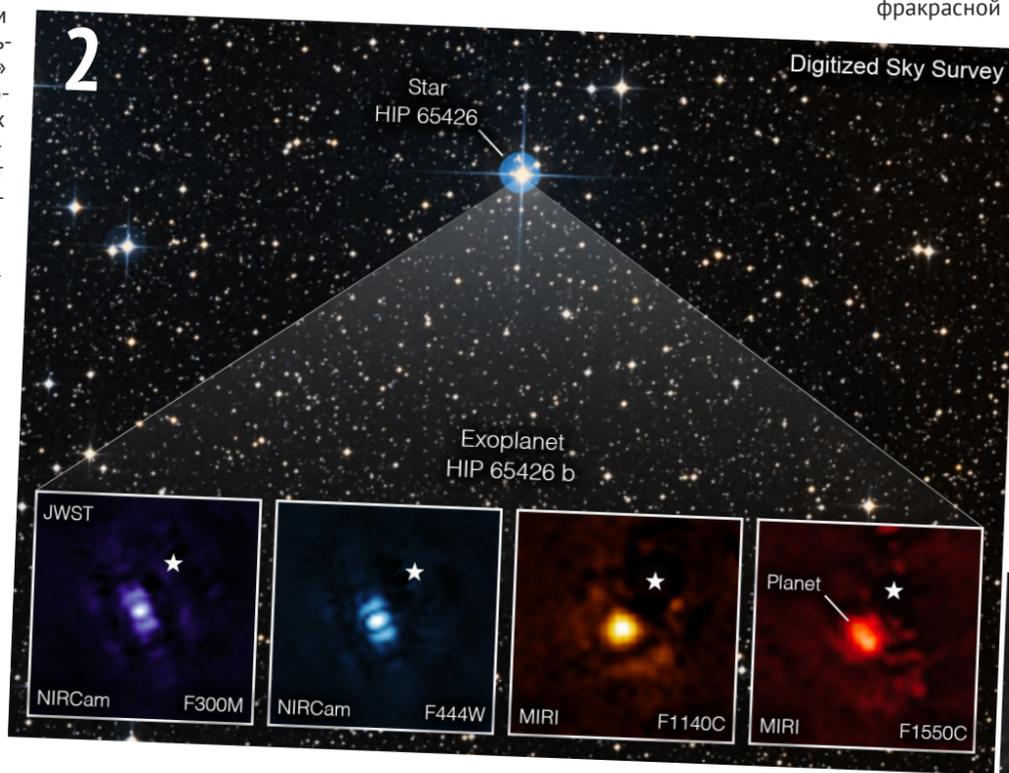
«Острое зрение „Уэбба“ позволило выявить тончайшие нити из пыли и газа в грандиозных спиральных рукавах, которые отходят от центра к краям этого изображения», — написано в пресс-релизе² NASA и ESA. — Прозрачность газа в области ядра позволяет почти беспрепятственно изучать звездные скопления в центре галактики». «Уэбб» разглядывал M74 с помощью своего инструмента MIRI, предназначенного для наблюдений в среднем инфракрасном диапазоне.

Светящиеся белесые, красноватые, розовые и светло-голубые струи газа обращаются возле ярко-синего центра, и все это — на темном фоне глубокого космоса. На более ранних фото «Хаббла» были запечатлены спиралевидные голубые и розовые рукава галактики, но сам центр терялся в светящейся желтоватой дымке. Снимок, сделанный «Уэббом», поможет «узнать больше о самых ранних фазах образования звезд в окружающей Вселенной» и со временем получить больше информации о 19 ближайших к Млечному Пути галактиках, где присутствуют обла-

сти активного звездообразования. Это позволит не только более четко выявить эти области, но и точно измерить массу и возраст звездных скоплений и получить представление о природе мелких пылинок, дрейфующих в межзвездном пространстве.

2. Первое фото экзопланеты

Космический телескоп NASA «Джеймс Уэбб» получил свое первое прямое изображение планеты, расположенной за пределами Солнечной системы. Фото³ экзопланеты, обозначаемой как HIP 65426 b, было сделано с использованием четырех разных светофильтров. Это самый четкий снимок экзопланеты на сегодняшний день. Маленькая белая звездочка на каждом кадре отмечает положение родительской звезды HIP 65426, которая была скрыта с помощью коронографов и обработки снимков.



NASA/ESA/CSA, A. Carter (USC), the ERS 1386 team, and A. Pagan (STScI)

«Это весьма знаменательное событие не только для „Уэбба“, но и для всей астрономии в целом, — считает Саша Хинкли (Sasha Hinkley)⁴ из Экстерского университета в Великобритании. — Особенно впечатляюще выглядит прекрасная работа коронографов „Уэбба“, наборов масок, способных блокировать свет родительской звезды».

Хинкли руководил наблюдениями⁵ HIP 65426 b в составе международной группы, включавшей членов Европейского и Канадского космических агентств. Согласно данным NASA, эта экзопланета, впервые обнаруженная в 2017 году с помощью Очень Большого Телескопа Европейской южной обсерватории в Чили, расположена в 355 световых годах от Земли в созвездии Центавра, она примерно в 6–12 раз превосходит по своей массе Юпитер, а возраст ее для планеты чрезвычайно мал — всего 15–20 млн лет (Земле — 4,5 млрд лет). Экзопланета представляет собой газовый гигант, лишенный твердой поверхности, и это означает, что она непригодна для известных нам форм жизни. HIP 65426 b, впрочем, может обладать крупными скалистыми спутниками, но и на них жизни пришлось бы

чрезвычайно туго — гигант находится в сто раз дальше от своей звезды, чем Земля от Солнца (Юпитер и Европа со своим подледным океаном находятся примерно в 5 а. е. от светила). Собственно, именно благодаря большому удалению HIP 65426 b от родительской звезды «Уэбб» и смог запечатлеть эту планету. Изображения экзопланет до сих пор достаточно редки (исчисляются несколькими десятками), обычно удается сфотографировать лишь самые крупные планеты, которые по своей массе многократно превосходят массу Юпитера, причем расположенные они при этом достаточно далеко от своих солнц. Зачастую такие планеты мало чем отличаются от небольших недозвезд — коричневых карликов, нижний предел массы которых составляет, по разным оценкам, 13–25 юпитеров⁶.

3. Таинственная звездная рябь

«Джеймс Уэбб» запечатлел также звезду, окруженную странными концентрическими оболочками, которые постепенно сходят на нет, причем местами эта рябь имеет ярко выраженную прямоугольную форму.

Изображение было получено еще в июле и опубликовано в «Твиттере»⁷ астрофотографом — специалисткой по обработке космических изображений Джуди Шмидт (Judy Schmidt⁸), — затем вызвало целый поток интересных обсуждений.

На фото изображена звезда, известная как WR140, окруженная правильными волнистыми кругами, которые по мере расширения постепенно пропадают. Круги, однако, не идеально круглые, а имеют несколько квадратный вид, что кого-то из обсуждавших заставило высказывать предположения о возможном искусственном их происхождении.

Марк Маккориан (Mark McCaughrean⁹), входящий в научную группу «Джеймса Уэбба», а также научный советник Европейского космического агентства, попытался дать этому явлению свое объяснение в той же ветке «Твиттера»¹⁰: «Шестиконечная синяя структура — это просто артефакт, вызванный оптической дифракцией от яркой звезды WR140 на этом изображении, — написал он. — Однако красноватые фигуры и их „квадратность“ — вещи вполне реальные, они на самом деле присутствуют в космосе возле этой звезды». Он отметил, что WR140 — это звезда типа Вольфа — Райе, для которой характерны очень высокие температуры и светимость, и она выбросила большую часть своего водорода в космос. Подобные объекты, как правило, окружены газо-пылевыми оболочками, выстраивающимися порой в странные фигуры. Об этом случае уже написана научная статья, которая в настоящее время находится на рассмотрении перед публикацией.

«Да, эти вложенные „квадратные“ кольца реальные, — утверждает Райан Лау (Ryan Lau), астроном из американской Национальной исследовательской лаборатории оптической и инфракрасной астрономии (NOIRLab) и главный исследователь проекта, который получил данные наблюдений. — Наша статья по этому поводу уже отправлена, поэтому, пожалуйста, следите за новостями».

WR140 расположена примерно в 5600 световых годах от Земли в созвездии Лебеда, она представляет собой так называемую переменную звезду, которая периодически то тускнеет, то становится ярче. Пока неизвестно, связана ли переменность звезды с этой таинственной рябью.

Максим Борисов

⁶ См. также arxiv.org/abs/2208.14990

⁷ twitter.com/SpaceGeck/status/1564137949993656320

⁸ planetary.org/profiles/judy-schmidt

⁹ liysf.org.uk/liysf/principal-lectures/professor-mark-mccaughrean

¹⁰ twitter.com/markmccaughrean/status/1564144465828347904

¹ См. интервью с В. Сурдиным: «Джеймс Уэбб» реализует лучшие методы наземной астрономии // ТрВ-Наука № 358 от 02.07.2022 — trv-science.ru/2022/07/james-webb-realizuet-luchshie-metody-nazemnoj-astronomii/

² esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb/Webb_inspects_the_heart_of_the_Phantom_Galaxy

³ esaweb.org/images/HIP-65426b/

⁴ physics-astronomy.exeter.ac.uk/staff/sh573

⁵ blogs.nasa.gov/webb/2022/09/01/nasas-webb-takes-its-first-ever-direct-image-of-distant-world/

Что такое болезнь Паркинсона, или — шире — паркинсонизм? Обратимся к Оливеру Саксу, давшему обстоятельное и прочувствованное описание симптомов заболевания в начале своей знаменитой книги «Пробуждения» о жизни и борьбе с болезнью пациентов клиники, в которой Сакс работал. (По мотивам книги был снят не менее знаменитый одноименный фильм, в котором Роберт Де Ниро и Робин Уильямс сыгнали, возможно, одни из лучших своих ролей.)

Болезнь Паркинсона несколько столетий называли дрожательным параличом. <...> Надо сразу оговориться, что дрожание, или тремор, никогда не бывает самостоятельным проявлением болезни и вообще представляет собой самое легкое из расстройств, с которыми приходится сталкиваться больным паркинсонизмом. <...>

Вторым по частоте симптомом паркинсонизма, кроме тремора, является скованность или ригидность. У этой ригидности есть одна примечательная особенность — это пластичная ригидность (характеризующаяся довольно равномерным сопротивлением мышц пассивным движениям). — Н. И., и ее иногда сравнивают с пластичностью согнутой свинцовой трубы. <...> Главным и уникальным признаком паркинсонизма, выявляемым у всех без исключения больных, — это расстройство движений. <...>

Первым, описанным изначально, характерным для паркинсонизма свойством больного являются суетливость (семенящая походка) и пропуски (толчки). Суетливость проявляется в ускорении (и одновременном укорочении) шагов, движений, произнесения слов и даже мыслей — при этом создается впечатление нетерпеливости, импульсивности и торопливости, словно больной остро ощущает недостаток времени или куда-то опаздывает. У некоторых больных действительно одновременно возникает ощущение дефицита времени и нетерпения, хотя в других случаях больные спешат против своей воли. Характерными чертами движений, обусловленных патологической суетливостью, являются быстрота, резкость и краткость. <...> Я намеренно подчеркиваю эти аспекты — живость, насильственность и неизбежность движения, — поскольку они представляют собой менее знакомую широкой публике «изнанку» паркинсонизма, кипящего паркинсонизма, паркинсонизма, способного к всплескам и взрывным реакциям, очень существенным и важным, если иметь в виду многочисленные «побочные эффекты», проявляющиеся у пациентов, принимающих L-дофа.

Явление, противоположное этим эффектам, — своеобразное замедление и затрудненность движений — выдвигается обычно на первый план и обозначается обобщающим и весьма неинформативным термином «акинезия». Существует множество форм акинезии, но форма, которая является точной антитезой толчка, или пропуску, проявляется в активном торможении, или сопротивлении, препятствующем движению, речи и даже мышлению, и может привести к их полной остановке. Пораженные таким образом пациенты обнаруживают, что, как только они «желают», или намереваются, или пытаются начать движение, тотчас возникает некое «противоположное желание», или «сопротивление», в противовес желанию исходному. Больные осознают, что они загнаны в железный строй, даже обездвижены особой формой физиологического конфликта — сила против силы, воля против встречной воли, приказ против контрприказа. Относительно таких загнанных в угол пациентов Шарко пишет: «В этой войне не бывает перемирий». Шарко видит за тремором, ригидностью и акинезией этих больных финальный безнадежный исход таких состояний внутренней борьбы, как напряжение и усталость, на которые больные паркинсонизмом пациенты жалуются как на трату своих сил в этих бессмысленных внутренних сражениях.

Нередко в литературе еще называют в качестве двигательного симптома поздний дисбаланс, выделяя таким образом четыре ключевых признака заболевания у человека: тремор покоя, ригидность, замедленность движений и собственно поздний дисбаланс. (Обычно паркинсонизмом называют всю группу расстройств двигательной функции, обусловленных повреждением дофаминергической системы, а болезнью Паркинсона — частный случай паркинсонизма, развивающегося у пожилых людей в отсутствие явных пусковых факторов.)

Но паркинсонизм не следует считать заболеванием, характеризующимся исключительно поражением двигательной системы. В примечании к своей книге Сакс пишет:

Два основных извращенных типа воли, описанные Джеймсом, — «обструктивная» воля и «взрывная» воля. Если верх одерживает первая, то нормальные действия становятся затрудненными или вовсе невозможными. Если же доминирует вторая, то человек не в состоянии подавить свои аномальные действия. Хотя Джеймс использует эти термины в приложении к невротическим извращениям воли и желаний, они, термины, вполне приложимы и к тем нарушениям, которые мы обозначаем как паркинсоническое извращение воли: паркинсонизм, подобно неврозу, является волевым нарушением.

Ох уж эта «воля», сколько копий было сломано в дискуссиях о правомерности этого понятия в науке, в философии! «Предмет, который неприлично даже обсуждать, гипотетическое откровение реальности в „я“ под видом силы или воли» (Ф.Г. Брэдли). Но именно это понятие как нельзя точно выражает наше ощущение своей сопричастности миру, в котором мы живем.

Помимо двигательных, следует упомянуть и так называемые немоторные симптомы болезни Паркинсона, которым в последние годы всё больше

Паркинсонизм: война без перемирий¹

Наталья Ивлиева, нейрофизиолог, канд. биол. наук

¹ Другие статьи цикла см. trv-science.ru/tag/natalya-ivlieva/

внимания уделяют в научных публикациях: это проблемы в когнитивной сфере, расстройства сна и настроения, нарушения обоняния, апатия, широкий спектр вегетативных расстройств¹.

Причины болезни

На сегодняшний день не вызывает сомнений, что причиной большинства двигательных нарушений при болезни Паркинсона является гибель большей части дофаминовых нейронов среднего мозга, особенно в компактной части черного вещества (*substantia nigra pars compacta*, SNpc). Чем вызвано это поражение и почему дофаминовые нейроны черного вещества являются в большей степени уязвимыми, до сих пор не известно, но эта проблема интенсивно исследуется. В первую очередь обсуждается типичный для нейродегенеративных заболеваний сценарий, включающий взаимодействие факторов генетической предрасположенности и влияния внешней среды. Обнаружено несколько десятков генов, так или иначе связанных с риском развития заболевания, некоторые эпигенетические изменения (модификации генетического материала, приводящие к изменению не структуры, а работы генов), а также подробно изучаются влияния различных токсических веществ, факторы окислительного стресса, механизмы нейровоспаления, влияние общих нарушений метаболизма и/или недостатка каких-либо веществ, в том числе кислорода, и некоторые другие факторы.

Будет некоторым преувеличением сказать, что механизм влияния дефицита дофамина на моторные проявления болезни известен, но существует представление, которые можно назвать общепринятыми.

Откуда возникли эти представления? Ведь многоуровневые исследования заболевания на человеке, которые могут пролить свет на механизм заболевания, в силу понятных причин невозможны. Здесь большую службу сослужили и продолжают служить экспериментальные модели заболевания на животных. Есть такое вещество — 6-OHDA, нейротоксин. Его начали использовать уже на заре изучения функций дофамина. Это вещество приводит к гибели дофаминовых нейронов, с его применением создавались первые модели заболевания, и оно продолжает активно использоваться в современных исследованиях. 6-OHDA вводит в область компактной части черного вещества среднего мозга и таким образом провоцирует гибель избирательно дофаминовых нейронов в этой области в течение нескольких часов. С помощью таких моделей можно изучать эффекты устранения дофаминовой передачи, но надо хорошо понимать, что моделями собственно заболевания они не являются, в первую очередь потому, что при естественном развитии болезни гибель дофаминовых нейронов происходит постепенно. Не менее важно и то, что еще до начала массовой гибели клеток в их работе возникают существенные изменения, преобразующие работу всей системы. Это различие может оказаться принципиальным, так как приспособление организма к патологическим изменениям может проходить в этих случаях по разным сценариям и иметь очень разные последствия. В этом отношении более приближенной к естественной динамике разрушения дофаминовых клеток является модель на основе нейротоксина МРТР, который, после химической модификации в нервной системе, приводит к постепенной гибели дофаминовых нейронов. Существуют и другие подходы к моделированию, сейчас особенно активно разрабатываются многочисленные генетические модели, особенно ценные для исследования механизмов развития заболевания в отсутствие явных внешних воздействий. Но нейротоксические модели с использованием МРТР и 6-OHDA по-прежнему остаются самыми распространенными.

¹ Armstrong M.J., Okun M.S. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review // *JAMA*. 2020 Feb 11; 323(6): 548–560. DOI: 10.1001/jama.2019.22360

Для того, чтобы познакомиться с представлениями о механизмах влияния дефицита дофамина на моторные проявления болезни, нам нужно обратиться к схеме основных связей базальных ганглиев — глубинных структур мозга, вовлеченных в организацию движения. Считается, что в норме движение сопровождается выделением дофамина в стриатуме, где присутствуют два основных типа принципиальных нейронов: те, на поверхности которых находятся D1-рецепторы (их часто называют нейронами прямого пути — речь идет о пути через базальные ганглии), и другие — с D2-рецепторами (нейроны непрямого пути). Так вот, под влиянием дофамина возбуждают первых существенно возрастает, они начинают сильнее тормозить нейроны ретикулярной части черного вещества (*substantia nigra*, SN), а те в свою очередь ослабляют торможение ствольных двигательных ядер и двигательных ядер таламуса, позволяя таким образом начаться движению. И наоборот, возбудимость вторых под влиянием дофамина снижа-



Наталья Ивлиева

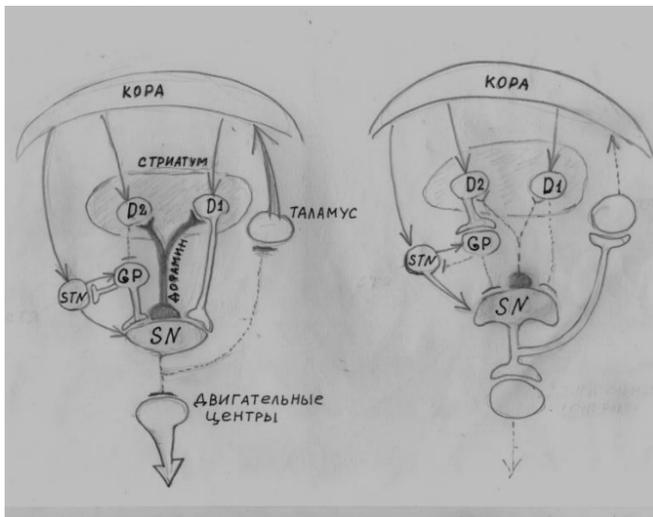


Рис. 1. Предполагаемая активность базальных ганглиев при инициации движения в норме (слева) и при паркинсонизме (справа). Стрелками обозначены возбуждающие влияния, Т-образные окончания обозначают тормозные входы. D1 и D2 — схематическое изображение нейронов прямого и непрямого пути в стриатуме. Показан также гиперпрямой путь. Все пути имеют начало в коре больших полушарий, а заканчиваются в ретикулярной части черного вещества GP — globus pallidus (бледный шар), SN — substantia nigra (черная субстанция, или черное вещество), STN — subthalamic nucleus (субталамическое ядро). Обозначение связей пунктиром подразумевает ослабление этих связей. Утолщенными обозначены усиленные связи

ется, они меньше тормозят бледный шар (*globus pallidus*, GP), который, будучи расторможенным, также начинает тормозить ретикулярную часть черного вещества. Эта структура мозга является главным выходным звеном базальных ганглиев и, согласно общепринятому мнению, постоянно препятствует реализации движений. А для того, чтобы движение все-таки совершилось, ретикулярную часть надо временно затормозить. И под влиянием дофамина это и происходит, причем сразу двумя путями (рис. 1).

Теперь посмотрим, что произойдет, если дофамин перед началом движения не выделяется — например, потому что его просто не хватает, как при паркинсонизме². В отсутствие дофаминовой модуляции возбудимость нейронов прямого пути существенно ниже возбудимости нейронов непрямого пути, поэтому при активации входов из коры большое преимущество (значительно больший шанс возбудиться) получают D2-экспрессирующие нейроны, и таким образом заметно усиливается активация нейронов непрямого пути. В результате этого затормаживается активность бледного шара (GP), что, в свою очередь, приводит к растормаживанию ретикулярной части черного вещества (SN), т. е. ее нейроны освобождаются из-под тормозного влияния со стороны бледного шара. Одновременно с этим нейроны прямого пути, возбудимость которых в норме под

² Wichmann T., Dostrovsky J.O. Pathological basal ganglia activity in movement disorders // *Neuroscience*. 2011 Dec 15; 198:232–44

действием дофамина значительно возрастает, в отсутствие дофамина — при паркинсонизме — остаются маловозбудимыми, вследствие чего по сравнению с нормальным состоянием активность прямого пути снижается, и он в свою очередь не тормозит ретикулярную часть черного вещества (SN). В итоге может получиться, что в момент предполагаемого движения активность ретикулярной части черного вещества даже возрастает (помните примечание Сакса: «Если верх одерживает <„обструктивная“ воля, то нормальные действия становятся затрудненными или вовсе невозможными?»!).

Так как эта гипотеза предполагает сохранную, по крайней мере, в начале болезни, активность входов из коры, она также согласуется с наблюдением Сакса о том, что паркинсонизм — волево нарушение. Можно предположить, что больной, пытаясь совершить движение (что, вероятно, сопровождается активацией двигательных областей коры), испытывает ощущение противодействия в силу того, что двигательная команда не просто «застревает» в базальных ганглиях, а скорее напоминает активный «запрет» движения в виде активации ретикулярной части черного вещества.

Недавно эта гипотеза получила весомое подтверждение в оптогенетическом исследовании. Группа ученых под руководством Анатолия Крейтцера³ использовала генетически модифицированных мышей, у которых мембранный белок канальный родопсин ChR2 присутствовал в стриатуме либо только в нейронах прямого пути, либо только в нейронах непрямого пути. Они показали, что двусторонняя стимуляция нейронов непрямого пути вызвала замирание животного, замедление движений и общее снижение двигательной активности, в то время как стимуляция прямого пути заставляла зверя бегать больше и быстрее. Но самое важное в этом исследовании для нас сейчас то, что у мышей, дофаминовые нейроны которых подвергались губительному действию 6-OHDA, стимуляция прямого пути приводила к ослаблению двигательных нарушений. Пройдите еще раз взглядом по схеме связей базальных ганглиев и убедитесь, что этот результат подтверждает гипотезу.

Но эта картина все-таки слишком упрощенная. И не только потому, что патология, сформировавшаяся в результате длительного процесса дегенерации и сопутствующих ему гораздо более сложных процессов адаптации и компенсации, объясняется на основании схемы, эти сопутствующие процессы напрочь не учитывающей. Здесь мы даже не дерзнем затрагивать такие проблемы и лишь обозначаем их существование. Картина чрезмерно упрощена, в частности, потому, что в ней не представлен еще один ключевой участник процесса — гиперпрямой путь. Напомним, что его центральной структурой является субталамическое ядро, и, вероятно, этот путь так же, как не прямой путь, играет особенно важную роль для остановки движения. Предполагается, что эти два пути предотвращения движения работают в несколько различающихся условиях. (Не вдаваясь сейчас в подробности, предложу представить себе очень разные ситуации, когда нужно затормозить движение. Например, одно действие нужно прекратить просто чтобы выполнить другое (перестать печатать текст, чтобы почесать нос), или необходимо отложить преднамеренное действие до строго определенного момента (чтобы не испортить сюрприз), или срочно прекратить действие, если неожиданно оно оказалось слишком опасным (а котенок-то царапается), или не тянуться за зефиром сразу двумя руками (это некрасиво), или, наконец, перестать искать рукой выключатель, который уже пять лет после ремонта находится с другой стороны двери!)

Так вот, давно известно, что активность нейронов субталамического ядра сильно изменяется при паркинсонизме (становится менее регулярной и характеризуется как залповая — вместо такой временной последовательности нервных импульсов: « I I I I I I I I I I I I », — становится, например, такой: « III IIII IIII »). Нейрохирургические вмешательства, направленные на эту структуру (вживление электродов для

³ Kravitz A.V., Freeze B.S., Parker P.R., Kay K., Thwin M.T., Deisseroth K., and Kreitzer A.C. Regulation of parkinsonian motor behaviours by optogenetic control of basal ganglia circuitry // *Nature*. 2010. 466, 622–626.

глубокой стимуляции или удалении), бываю очень эффективны в облегчении симптомов болезни. На основании знакомой нам схемы на предыдущем рисунке можно было бы сделать довольно простой вывод: так как в отсутствие дофамина активность нейронов бледного шара (GP) затормаживается, они, в свою очередь, оказывают меньшее тормозное влияние на субталамическое ядро, т. е. субталамическое ядро растормаживается и препятствует движению. Но всё дело в том, что патологическая активность в нейронах субталамического ядра возникает при их гиперполяризации, то есть в состоянии скорее заторможенном (и значит, прямо противоположном расторможенному!). Консенсуса в отношении того, что же происходит с субталамическим ядром при паркинсонизме, пока нет, но мне хочется упомянуть здесь одну интересную работу.

Авторы этой работы стимулировали (с помощью оптогенетики, об этом методе мы уже рассказали) у мышей входы в субталамическое ядро из двигательной коры и при этом исследовали, что происходит с другими входами в ядро — из бледного шара, — которые, казалось бы, оставались в покое⁴. В результате обнаружилось, что стимуляция вот этих возбудительных входов из моторной коры приводит к усилению тормозных входов из бледного шара. И этот процесс происходит только при участии определенных рецепторов (NMDA-рецепторов, см. рис. 2).

Как же NMDA-рецепторы одного синапса приводят к изменению эффективности другого? Как рецепторы одного возбуждающего входа участвуют в усилении другого тормозного входа?

И на эти вопросы были получены изящные ответы: входящие в клетку через NMDA-рецепторы ионы кальция активируют внутриклеточный фермент, который в свою очередь опосредует встраивание тормозных рецепторов (ГАМК-рецепторов) в мембрану. Все эти процессы происходят в норме, а что же может происходить при паркинсонизме? Исследователи ввели экспериментальным животным токсин 6-OHDA и обнаружили, что выявленное в норме усиление тормозных связей у мышей с паркинсонизмом достигает «потолка». И в данном случае это не совсем фигура речи, а название ситуации, когда процесс достиг своего предела и дальнейшего изменения уже невозможно.

Эта работа привлекает внимание еще и тем, что на первый взгляд парадоксальные результаты объясняются неожиданными эффектами — взаимодействием хорошо известных механизмов, такого рода взаимодействия повсеместны, а их роль часто недооценивается.

Серебряная подкладка

Как-то один человек, страдающий болезнью Паркинсона, спросил своего лечащего врача: есть ли какие-то положительные стороны у этого недуга. Невролог немедленно ответил «нет», но, подумав, понял, что только люди, живущие с болезнью Паркинсона, могут ответить на этот провокационный вопрос. С этой целью было начато исследование, направленное на выявление «серебряной подкладки» у диагноза⁵. Английская поговорка «every cloud has a silver lining» («У каждой тучи найдется серебряная подкладка»), заимствованная из известного произведения поэта Джона Мильтона, означает, что в каждом несчастье, с которым мы сталкиваемся, можно найти что-то хорошее (нет худа без добра). Принесит ли что-то хорошее болезнь Паркинсона? С таким вопросом обратились авторы исследования к тем, кто лично столкнулся с расстройством. В ответ они услышали удивительные вещи:

«Я познала подлинную ценность жизни во всей ее красоте и сложности».

«Я научилась терпению и тому, как смириться с потерей иллюзии, что я могу всё контролировать. Но самый важный урок, который я усвоила, — это благодать благодарности за саму жизнь и за всё, что мне дано».

«Я начал рассказывать про свой диагноз семье, друзьям и совершенно незнакомым людям в интервью на радио и телевидении, а также <...> в своем подкасте „Когда жизнь преподносит вам болезнь Паркинсона“. Я что-то изменил к лучшему в этом мире <...> за три года с болезнью Паркинсона, а не за предыдущие 35 лет работы на радио. Раньше у меня была работа, теперь у меня есть цель».

«Муж сказал ей, что есть некоторые болезни, через которые нужно следовать с любовью, и он просто так и делает, с ней и для нее».

«Не то, чтобы преимущество, но возможность повзрослеть».

⁴ Chu H.Y., Atherton J.F., Wokosin D., Surmeier D.J., Bevan M.D. Heterosynaptic regulation of external globus pallidus inputs to the subthalamic nucleus by the motor cortex // *Neuron*. 2015. 85(2):364-76

⁵ Alonso-Canovas A., Voeten J., Thomas O., Gifford L., Stamford J.A., Bloem B.R. The silver linings of Parkinson's disease // *NPJ Parkinsons Dis*. 2022 Mar 3;8(1):21. DOI: 10.1038/s41531-022-00283-1

Очевидно, всё сказанное может быть отнесено к любой болезни, но понятна ли нам «любая», даже самая простая болезнь? Можем ли мы что-то убедительно сказать о роли болезни в нашей жизни? Это, похоже, разговор для взрослых людей.

Терапия

Лечение паркинсонизма сейчас, как и полвека назад, — только симптоматическое, и L-дофа, совсем не похожий на панацею, по-прежнему остается золотым терапевтическим стандартом. На настоящий момент можно выделить несколько типов лечебных воздействий: это, во-первых, фармакотерапия, включающая в себя в первую очередь применение L-дофа и разнообразных агонистов дофаминовых рецепторов, что в совокупности относят к дофамин-замещающей терапии, это нейрохирургические воздействия, включающие в себя удаления некоторых структур базальных ганглиев, а также вживление электродов для лечебной внутримозговой стимуляции. К этому списку хочется добавить подход к лечению, который выглядит на первый взгляд как вспомогательный или паллиативный, но на наших глазах обретающий основания претендовать на большее, — это вовлечение паци-

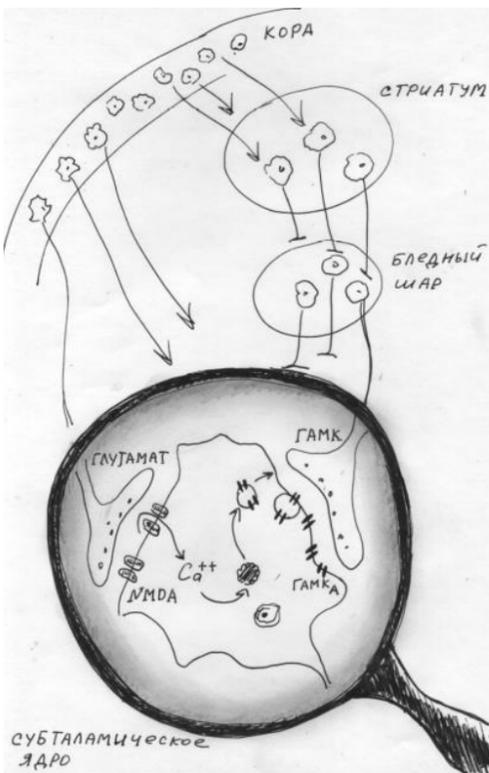


Рис. 2. Стимуляция у мышей возбудительных входов в субталамическое ядро из моторной коры приводит к усилению тормозных входов из бледного шара

ентов в физическую активность. Специальные комплексы упражнений в терапии используют давно, но сейчас начинает выясняться, что довольно интенсивные физические нагрузки облегчают симптомы болезни, воздействуя и непосредственно на процессы в мозге⁶. Вероятно, этот подход не решит всех проблем, но вместо тяжелых побочных эффектов он приносит общее оздоровление пациентов, «оказывает положительное влияние на моторику, качество жизни, когнитивные функции и эмоции пациентов с болезнью Паркинсона и даже животных»⁷. А кроме того, он обращает нас к той недооцененной роли, которую играет движение в нашей жизни.

Все эти терапевтические воздействия сейчас широко применяются для облегчения протекания заболевания. Также активно разрабатываются очень методически изощренные подходы: нейротрансплантация и генная терапия. Но симптоматическое лечение паркинсонизма можно сравнить со стрельбой по движущейся мишени: болезнь прогрессирует и ее меняющиеся (подчас очень резко) проявления требуют пересмотра подхода к лечению. Драматично меняется и ответ на лечение. Так, Оливер Сакс в «Пробуждениях» пишет:

Когда мы даем больному L-дофа, то сначала видим избавление от болезни — ПРОБУЖДЕНИЕ. Потом

⁶ Armstrong M.J., Okun M.S. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA*. 2020 Feb 11;323(6):548-560. DOI: 10.1001/jama.2019.22360; Sacheli M.A. et al. Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease // *Mov Disord*. 2019 Dec;34(12):1891-1900. DOI: 10.1002/mds.27865

⁷ Feng Y.S., Yang S.D., Tan Z.X., Wang M.M., Xing Y., Dong F., Zhang F. The benefits and mechanisms of exercise training for Parkinson's disease // *Life Sci*. 2020 Mar 15;245:117345. DOI: 10.1016/j.lfs.2020.117345

следует рецидив, усиление недомогания и появление новых жалоб — БЕДСТВО. И, наконец, возможно, больной... находит «равновесие» со своей болезнью — это мы можем назвать ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ.

И несмотря на то, что эти слова были написаны давно в результате наблюдений над одними из самых первых эффектов применения L-дофа, причем препарат применялся тогда преимущественно у самых тяжелых пациентов и в арсенале врачей отсутствовал огромный набор современных фармакологических препаратов для коррекции побочных влияний, несмотря на всё это, проблема побочных эффектов фармакотерапии стоит по-прежнему очень остро. В дополнение к быстро выявившимся двигательным, вегетативным, психическим осложнениям сейчас описаны сложные двигательные стереотипии (punding), расстройства контроля побуждений (или импульсов), например страсть к покупкам всё новых вещей, когнитивные нарушения.

К числу наиболее распространенных нарушений при использовании дофамин-заместительной терапии относится игромания, в первую очередь увлечение азартными играми. В группу риска здесь входят люди более молодые, импульсивные, часто склонные к поиску острых ощущений и помимо прочего имевшие опыт (личный или семейный) злоупотребления алкоголем. Связь между увеличением назначенной дозы агонистов дофамина и проявлением тяги к азартным играм в литературе четко прослежена, поэтому игромания может с полным правом считаться побочным действием лекарств. Как возникает такой неожиданный эффект? Авторы, использовавшие несколько различающиеся методические подходы, тем не менее, сходятся в основных выводах: на фоне действия дофаминовых препаратов пациенты гораздо хуже учатся на своих ошибках. Да, некоторые задачи они осваивают даже быстрее, но учатся преимущественно в ситуации успеха, а не поражения. Помните ошибку предсказания вознаграждения? Так вот, предполагается, что на фоне дофамин-замещающей терапии именно отрицательные ошибки (когда вознаграждение оказывается меньше ожидаемого) теряются — этот естественный короткий спад дофаминовой активности «заливается» агонистами⁸.

Но есть еще одно неожиданное «побочное действие» дофамин-замещающей терапии — тяга к творчеству. Эжени Ломми с сотрудниками изучали пациентов с болезнью Паркинсона, вовлеченных в активную творческую деятельность⁹. Это были люди, находящиеся на дофамин-замещающей терапии, причем доза агонистов дофамина в среднем в их группе была выше, чем в контрольной группе больных, не

⁸ Piray P., Zeighami Y., Bahrami F., Eissa A.M., Hewed D.H., Moustafa A.A. Impulse control disorders in Parkinson's disease are associated with dysfunction in stimulus valuation but not action valuation // *J Neurosci*. 2014. 34: 7814-7824

⁹ Lhommée E., Batir A., Quesada J.L., Ardouin C., Fraix V., Seigneuret E., Chabardès S., Benabid A.L., Pollak P., Krack P. Dopamine and the biology of creativity: lessons from Parkinson's disease // *Front Neurol*. 2014. 5:55

проявляющих творческой активности. Обе группы пациентов готовились к операции по вживлению электродов для стимуляции субталамического ядра, что должно было существенно облегчить их симптомы и позволить снизить дозу лекарств. Авторы исследования приводят рассказ одной из пациенток:

Я всегда рисовала и писала. Будучи подростком, я рисовала на стенах моего чердака. Но в 2002 году я полностью ушла в рисование. <...> Я превратила свой дом в студию, со столами и полотнами повсюду. Я была так счастлива! В 2004 году моя болезнь усугубилась: я перестала работать и стала принимать новое лекарство. С этого момента я начала рисовать с утра до вечера и часто всю ночь до утра (рис. 3). Я была одержима живописью. Покупала огромное количество материалов и одновременно использовала бесчисленное количество кистей. Я использовала также ножи, вилки, губки. <...> Я выдавливала краски на полотна прямо из тюбиков — они были повсюду.

Но я всё еще была в состоянии это контролировать. Потом желание рисовать стало неконтролируемым. Я начала рисовать на стенах, на мебели, даже на стиральной машине.

Я бы разрисовала любую поверхность, с которой столкнулась. У меня также была «стена для самовыражения», и я не могла перестать рисовать и перекрашивать эту стену каждую ночь в состоянии, подобном трансу. Мое неконтролируемое творчество превратилось во что-то разрушительное. Мой партнер больше не мог этого вынести. Близкие мне люди поняли, что я пересекла какую-то линию в сторону патологии, и в 2006 году, при их содействии, я была госпитализирована. Сейчас моим врачам удалось подобрать мне лекарства, и мое творчество стало более спокойным и структурированным. Это снова стало удовольствием, которое не расстраивает никого.

Язык современной научной статьи не предполагает эмоциональных оценок, и авторы исследования просто констатируют, что после успешного проведения операции и наступления улучшения общая доза дофамин-замещающих препаратов была существенно снижена в обеих группах, и оказалось, что тяга к творческой деятельности сохранилась только у одного человека из «творческой» группы.

Далее они говорят о том, что пациенты, которые с головой погружаются в творчество, как правило, убеждены, что их страсть является выражением *их собственной личности* и не зависит от препаратов, которые они принимают для лечения паркинсонизма. Они дорожат своим творчеством, поскольку оно является источником сильного личностного обогащения, «пробуждения», оно ценится близкими людьми и обществом. Поэтому перед проведением операции крайне важно предупредить больных об очень вероятной утрате тяги к творчеству. Ведь выбор этот не из легких.

И здесь очень интересны слова Иоанна Павла II из его «Послания людям искусства», на которые обратила внимание Ольга Александровна Седакова в эссе «Благословение творчеству и парнасский атеизм»¹⁰. Слова эти — о человеке-художнике, который работает «с удивительным „веществом“ собственной человечности». «Вещество человечности» — неплохое имя для дофамина. ♦

¹⁰ olgasedakova.com/Moralia/276

Рис. 3. Творчество пациентки с болезнью Паркинсона, участвовавшей в исследованиях Эжени Ломми и ее коллег



The reasonable man adapts himself to the world: the unreasonable one persists in trying to adapt the world to himself. Therefore all progress depends on the unreasonable man.

George Bernard Shaw¹

Статья Александра Шеня «О не-постижимой (не)эффективности преподавания математики», год назад опубликованная в TrV-Наука², затронула ряд важных проблем в современном математическом образовании. После ее прочтения, однако, оставалось некоторое неудовлетворение: не вполне ясно, кто же виноват в текущем положении дел, и уж совсем непонятно, что делать. Так почему же «математика идет так плохо», и поддается ли это лечению?

Из очевидного: неприятие школьной и вузовской математики есть прямое следствие кричащей бесполезности и архаичности контента. Глядя на варианты ЕГЭ (причем не только по математике), хорошо понимаешь смысл фразы «забудьте всё, чему вас учили в школе». Не связывающие свое будущее с математикой школьники забудут ее на следующий день после сдачи ЕГЭ. И правильно сделают: *такая* математика во взрослой жизни им не пригодится примерно никогда. Парадокс в том, что многое из того, что спрашивается на ЕГЭ по математике, не пригодится и тем, кто пойдет в IT, естественные науки или даже в математику!³ Неудивительно, что школьники регулярно задают вопрос «зачем мне учить математику?» и саботируют этот процесс, не получая вразумительного ответа.

Не лучше обстоит дело с высшей математикой в вузах. Сопровождение студента со стороны преподавателя уменьшается по сравнению с тем, что было в школе, материал становится сложнее, а его практическая польза еще менее ясна. Устаревшие программы не обновляются должным образом, что приводит к хроническому отставанию от потребностей рынка труда. В итоге выпускники математических специальностей зачастую вынуждены много чему доучиваться или даже переучиваться, чтобы устроиться на работу (в которой математики может оказаться очень мало или даже не быть совсем). Спрашивается, зачем тогда надо было тратить столько времени на всякий «хлам» вроде вычисления пределов или неопределенных интегралов?⁴ Тем более, что для этих целей давно уже создан Wolfram⁵.

Тут мне могут возразить, например, в таком духе:

- «математику уже затем учить надо, что она ум в порядок приводит»⁶;
- нейронные связи, выработанные и натренированные годами изучения математики, в будущем позволят человеку с легкостью освоить что угодно другое;

¹ «Благоразумный человек приспосабливается к миру, неблагоразумный — упорно пытается приспособить мир к себе. Поэтому прогресс зависит от неблагоразумных людей» (Бернард Шоу).

² trv-science.ru/2021/06/o-nepostizhimoj-neeffectivnosti-prepodavaniya-matematiki

³ Я закончил школу до появления ЕГЭ, но содержание математики старших классов тогда не сильно отличалось от теперешнего. И хотя я и стал немного математиком, не могу не признать, что практически весь этот зоопарк уравнений и неравенств, хитрых стереометрических задач и задач с параметром, которые я с успехом решивал в 10–11 классах, не имеет применений за пределами школьной математики. Конечно, это помогло мне поступить на мехмат МГУ, а впоследствии проверять олимпиадные работы и заниматься репетиторством школьников. Однако по сути это всего лишь воспроизводство того же самого контента, которым меня питали в школе. Задачи ради задач.

⁴ Мне неоднократно приходилось слышать весьма неслетные мнения выпускников мехмата МГУ о бессмысленно прожитых там годах. Мол, лучше бы потратили время на изучение чего-нибудь действительно полезного.

⁵ wolframalpha.com

⁶ Эти слова приписывают М.В. Ломоносову.

К постижению (не)эффективности преподавания математики

Сергей Лыткин, канд. физ.-мат. наук



Сергей Лыткин (trv-science.ru)

- экзамены тренируют стрессоустойчивость человека и формируют навык продуктивной работы в условиях жестких дедлайнов;
- штудирование безумно сложно написанных учебников и прорешивание массы задач не очень понятного назначения готовит к аналогичным трудностям на реальной работе («тяжело в учении — легко в бою»).

Всё это может работать только для очень узкого класса так называемых *когнитивных атлетов*, отличающихся быстротой усвоения материала и большой работоспособностью. На таком уровне дела в целом обстоят неплохо: есть и сильные школы с прекрасными учителями, проводятся олимпиады и специальные мастер-классы от лучших ученых страны, индустрия и бизнес организуют собственные образовательные мероприятия и программы с целью привлечь к себе в будущем лучшие кадры. Только вот какой процент от общего числа составляют эти когнитивные атлеты? Процентом 5–10, вряд ли больше. И то, если брать в расчет не только самый топ, но и просто сколько-нибудь приличный уровень. А для остальных мы получаем «образование», метко описанное Ричардом Фейнманом⁷:

Обучение, даже университетское, приводит студентов к состоянию «самораспространяющейся псевдообразованности», при котором никто ничего толком не понимает, а только может успешно сдавать экзамены.

Такое «образование» по сути является вредительством, поскольку затрачено количество времени, денег и человеко-часов всеми участниками процесса совершенно непропорционально полученному на выходе результату. До определенного возраста человеку кажется, что впереди бесконечность, и поэтому у него практически отсутствуют сожаления о времени, потраченном на всякую ерунду. Этим психологическим фактором и злоупотребляют составители различных программ по математике. По сути школьная (да и вузовская) математика в нынешнем виде — это навязанная услуга со стороны государства, оказываемая в принудительном порядке весьма неэффективным способом и поэтому практически не достигающая целей, которые должно ставить перед собой качественное образование.

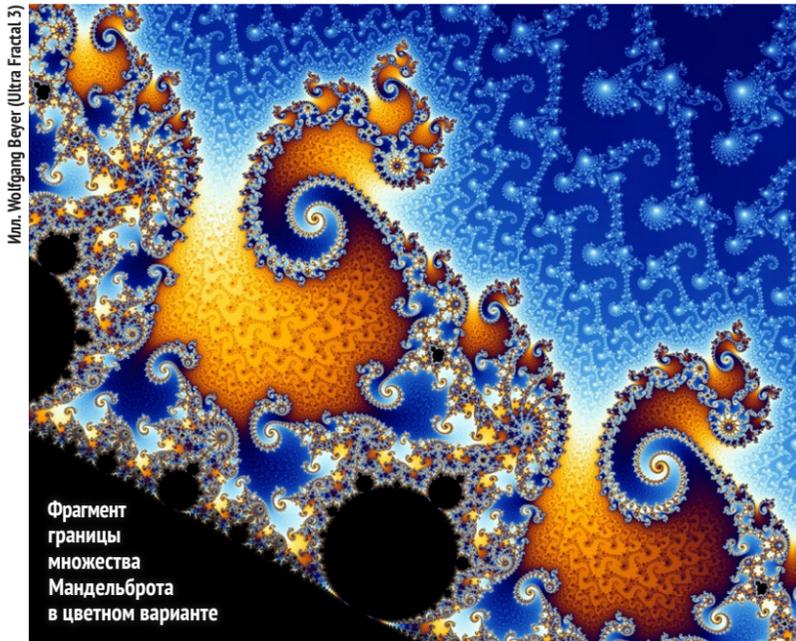
В современном быстро меняющемся мире основную ценность представляют не знания сами по себе (для этого есть Google, а на случай блокировки — Яндекс) и не вычислительные навыки (для этого есть компьютеры). На рынке труда больше всего ценятся специалисты, способные быстро и эффективно решать поставленные задачи. Виртуозное умение решать квадратные уравнения или знание наизусть таблицы простых чисел до миллиона тут совершенно бесполезно. Критически важно же обладать ясным пониманием сущностных основ различных математических концепций и способностью распознать, какие из них целесообразнее всего применять при решении реальных практических задач. Вот этому как раз таки особо и не учат.

⁷ Эта цитата из книги В.И. Арнольда «Математическое понимание природы» (mcsme.ru/free-books/arnold/VIA-mpp.pdf) перефразирует слова Фейнмана из книги «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!» (lib.ru/ANEKDOTY/FEINMAN/feinman.txt_with-big-pictures.html). Необходимо заметить, что сказаны они были о бразильской системе образования, где Фейнман преподавал в послевоенные годы. Вряд ли можно отрицать, впрочем, что данное утверждение в той или иной степени верно относительно любой образовательной системы.

Также нельзя исключать, что сингулярность⁸ уже близко, и недалек тот день, когда знания будут по требованию непосредственно перетекать в мозг. Пока же можно констатировать, что объемы и потоки информации сегодня настолько возросли, что можно смело похоронить идею единоразового получения всех необходимых знаний и умений в школе и вузе. Чтобы оставаться успешными и востребованными в будущем, нынешним школьникам и студентам придется периодически усваивать всё новые и новые порции информации, в том числе и порции математики. Нет никаких рациональных причин пичкать среднего школьника десять лет подряд ненужной и непонятной ему математикой, кроме бюрократической необходимости хорошо написать контрольную или набрать некоторое число баллов на ЕГЭ/ОГЭ. Гораздо продуктивнее ограничиться самым базовым набором математических понятий, и обязательно добиться того, чтобы ученик реально их осознал и освоил. Тогда, если в будущем возникнет необходимость рас-

с целью отбора наиболее сильных *когнитивных атлетов*, способных взбираться по спирали познания с примерно одинаковой и довольно высокой скоростью.

В начальной школе витки спирали познания довольно короткие и легкие для освоения, ведь с маленькими детьми по-другому и нельзя. С проникновением в глубь математики соответствующие различным понятиям спирали расширяются и частично переплетаются между собой. Достаточно взглянуть на программу школьной математики, чтобы понять ошибочность утверждения «школьный курс математики, в общем-то, довольно прост». Так может казаться с высоты птичьего полета профессора или когнитивного атлета. Десятки математических понятий образуют хитрым образом сцепленные спирали с десятками витков, причем часть этих спиралей еще и торчит наружу в сторону смежных дисциплин. Всё вместе это означает сотни и тысячи элементарных единиц материала.



Мног. Wolfgang Beyer (Ultra Fractal 3)

Фрагмент границы множества Мандельброта в цветном варианте

ширить и углубить познания в математике, у него не должно возникнуть непреодолимых препятствий к этому.

Тут мы вплотную подошли к вопросу о природе математического познания. Объективная сложность изучения математики заключается в том, что она имеет дело исключительно с абстракциями, представления о которых вырабатываются субъектом познания в результате рефлексии после взаимодействия с реальным миром. Есть много разных метафор, характеризующих процесс математического познания. Одна из самых метких трактует изучение математики как движение по *спирали познания*, поскольку к одному и тому же понятию ученик возвращается неоднократно, каждый раз находясь на более высоком уровне по сравнению с предыдущим обращением⁹. Переход на следующий уровень возможен только после решения некоторого числа задач, необходимое количество и скорость выполнения которых сугубо индивидуальны. Именно по этой причине лучшие математические школы вынуждены устраивать жесткий конкурс

Неотработанные витки спирали познания ставят под угрозу дальнейшего продвижения ученика. К старшим классам, когда материал усложняется, а лакуны и обрывы у многочисленных спиралей познания достигают критической массы, большинство школьников и их родителей смиряются с неизбежным: надо срочно нанять репетитора, чтобы в спешном порядке залатать дыры и кое-как сдать ЕГЭ. Речи о понимании и познании математики уже не идет.

Тех, кто пережил¹⁰ школьный курс математики, может ожидать еще более серьезное испытание в институте. Методическая проработка пособий по высшей математике традиционно слабее, чем школьных; бытует также мнение, что студенты уже не дети и сами разберутся и всё поймут, раз выбрали математическую специальность. А некоторые чрезмерно увлеченные преподаватели злоупотребляют своим положением и заставляют студентов решать сложные узконаправленные задачи, игнорируя отработку базового материала. Какая уж тут спираль, больше похоже на экспоненту.

Суммируя всё выше сказанное, можно констатировать, что в матема-

⁸ Ray Kurzweil. The Singularity is Near (en.wikipedia.org/wiki/The_Singularity_Is_Near).

⁹ Возможно, эта метафора была вдохновлена одним из законов диалектики Гегеля.

¹⁰ Кого еще не «кокнули», если выражаться языком А.М. Райгородского.

тическом образовании прежде всего не хватает тщательной *методической проработки* различных аспектов обучения. Не претендуя на исчерпывающую полноту, перечислим некоторые из них.

- **Инвентаризация.** Все элементы математических программ требуют тщательной ревизии, которая должна внятно и аргументированно ответить на вопросы, чему и как учить. Незачем обучать тому, что вряд ли когда-то пригодится. А если элемент признан достойным внимания, надо предусмотреть различные подходы и методики для его изучения. Также вполне может оказаться, что чего-то важного не хватает.
- **Адаптивность.** Когнитивные возможности у всех разные. Там, где когнитивный атлет быстро проскочит, решив пару задач, ученик средних способностей может застрять надолго. Каждое изучаемое понятие должно быть «разжевано» без существенных потерь в содержании до такого состояния, в котором ученик сможет его переварить. А чтобы когнитивные атлеты тем временем не скучали, для них следует предусмотреть задания более высокого уровня.
- **Адекватный контроль.** Оценки, зачеты и экзамены представляют собой довольно посредственные и разреженные прокси-метрики для выявления реальных знаний учащегося. Требуется выработать набор инструментов и критериев, по которым можно непрерывно и с приемлемым уровнем точности судить о текущем прогрессе ученика. Это позволит быстрее и эффективнее достигать образовательного результата, оперативно внося необходимые коррективы при необходимости.
- **Интеграция математики в другие области.** Физике нужна одна математика, программисту — другая, экономисту — третья. И каждая имеет свои специфические отличия от «чистой математики». Между тем учебники набиты абстрактными задачами ради задач, а прикладные задачи зачастую выглядят искусственно и откровенно притянутыми за уши. Если математика действительно настолько непостижимо эффективна¹¹ в естественных науках, так покажите товар лицом! Обеспечение возможности бесшовного перехода в смежные дисциплины повысит мотивацию и послужит дополнительной иллюстрацией практической полезности математики.
- **История математики.** Этот компонент практически игнорируется в математическом образовании, которое в значительной степени сводится к предоставлению обучаемому уже готовых истин. Между тем ко многим из них математики шли веками и даже тысячелетиями. Прослеживание (подчас весьма извилистого) пути развития того или иного понятия интересно не только с познавательной точки зрения; оно помогает лучше осознать, почему математика устроена именно так, а не иначе, а также служит источником для методических находок. Ведь прогресс обычно движется от простого к сложному, следовательно, ранее открытые математические истины, как правило, проще и доступнее для понимания, нежели последующие. А вот преподавание, скажем, математического анализа, построенное в противоестественном обратном направлении. Сначала студентов обучают действительным числам и теории пределов (эти понятия устаканились лишь к середине XIX века), а затем переходят к производным и интегралам¹², которые вошли в математику почти на 200 лет раньше благодаря трудам Ньютона и Лейбница. Стоит ли удивляться, что матан традиционно считается самым бойким предметом высшей математики?
- **Метакогнитивные навыки.** Студентов не учат, как надо учиться. Например, в книге «Думай как математик» Барбара Оукли¹³, опираясь на исследования

¹¹ Как утверждается в классической статье E. Wigner. The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, *Comm. Pure and Appl. Math.* 131, 1 (1960). Русский перевод см ogs-seminar.narod.ru/materials/effectiveness_of_mathematics.pdf.

¹² В свое время я был сильно удивлен, обнаружив, что тема первой лекции в MIT по предмету Single Variable Calculus — производная! Как же они ее вычисляют без строгого понятия предела? Немного поразмыслив, однако, я пришел к выводу, что ничего страшного в этом нет. Вполне можно сначала позаниматься интегралами и производными без полной математической строгости, а потом вернуться к ним еще раз на следующем уровне после изучения понятия предела. Спираль познания в действии.

¹³ Oakley B. A Mind For Numbers (barbaraokley.com/books/a-mind-for-numbers/). По мотивам этой книги запущен один из самых популярных курсов на Coursera (coursera.org/learn/learning-how-to-learn).

Автор «уравнения Дрейка» умер в возрасте 92 лет

Американский астроном Фрэнк Дрейк, один из пионеров современных научных поисков разумной жизни во Вселенной, в течение многих лет возглавлявший Институт SETI в Калифорнии и написавший знаменитое уравнение Дрейка, скончался 2 сентября 2022 года в возрасте 92 лет.

Уравнение Дрейка¹ часто считают второй по популярности формулой, уступающей лишь знаменитому уравнению Эйнштейна, описывающему преобразование массы в энергию ($E = mc^2$). Новая формула должна была дать количественную оценку доступных для обнаружения инопланетных цивилизаций в нашей галактике Млечный Путь, ее Дрейк вывел в 1961 году, через год после того, как стал инициатором создания проекта «Озма» (Ozma²), в котором 26-метровый радиотелескоп Национальной радиоастрономической обсерватории в Грин-Бэнк (Западная Виргиния) использовался для поиска сигналов от «братьев по разуму». Саму эту программу назвали в честь принцессы из вымышленной страны Оз, описанной в книгах Фрэнка Баума, она стала важнейшей вехой на пути научного развития и популяризации темы SETI — Search for Extraterrestrial Intelligence — поисков внеземного разума.

Звездами, выбранными Дрейком для первого поиска сигналов, стали Тау Кита в созвездии Кита и Эпсилон Эридана в созвездии Эридана, каждая из которых находится примерно в 11 световых годах от Земли. Обе звезды имеют примерно такую же яркость, как и Солнце, и предполагалось (но в то время не было еще известно), что у них есть планеты. В то время как Тау Кита немного старше Солнца, Эпсилон Эридана значительно его моложе. Приемник, как и теперь в большинстве случаев, настраивался на «универсальную» и понятную всем в космосе частоту 21-сантиметровой эмиссионной линии межзвездного водорода.

Заявленных целей ни тогда, в 1960-е, ни много лет спустя энтузиастам SETI достигнуть не удалось, и «парадокс Ферми» — т. е. видимое отсутствие следов высокоразвитых инопланетян и их технологий (при том, что какие-то из таких цивилизаций, несомненно, должны были обогнать в развитии Землю и проявлять себя в виде «космических чудес») — так и остался загадкой, однако тот проект всё же принес с собой некоторые новые технологии и «новое мышление» в ранее совершенно бессистемные поиски ВЦ.

И как раз одной из попыток внести некоторое научноеобразие в то, что прежде было лишь предметом научной и ненаучной фантастики, стало несколько спекулятивное уравнение Дрейка — попытка разложить на множители, почти каждый из которых содержал опять же неизвестные значения, то число цивилизаций, которое и предстояло найти.

В классическом виде формула выглядит следующим образом:

$$N = R^* f_p n_e f_i f_c L$$

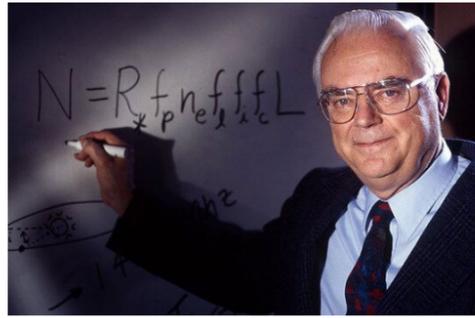
¹ seti.org/drake-equation-index

² seti.org/project-ozma

где
 N = количество цивилизаций в нашей галактике, с которыми возможна связь (т. е. которые находятся в нашем текущем световом конусе прошлого);
 R^* = средняя скорость звездообразования в Галактике (скорость образования звезд, подходящих для развития разумной жизни — количество образующихся в год);
 f_p = доля тех звезд, у которых есть планеты;
 n_e = среднее количество планет, потенциально способных поддерживать жизнь, — подходящее на одну звезду с планетами;
 f_i = доля планет, которые могут поддерживать жизнь, где действительно развивается жизнь в какой-то момент;
 f_c = доля планет с жизнью, на которых действительно развивается разумная жизнь (цивилизация);
 L = доля цивилизаций, разработавших технологию, производящую обнаруживаемые признаки их существования;
 L = время, в течение которого такие цивилизации излучают в космос обнаруживаемые сигналы.

Как заметил сам Дрейк, его простую формулу можно сравнить с тем, как мы можем оценить количество студентов в университете. Всё, что нам нужно сделать, — это подсчитать количество новых студентов (первокурсников), поступающих каждый год, и умножить это число на среднее количество лет, которое студенты проведут в учреждении (четыре года). Вуляя, у нас есть хорошая оценка общего числа студентов бакалавриата.

Формула известна в нескольких модификациях, которые не меняют ее сути — выведение неизвестного нам числа цивилизаций из сомножества других неизвестных пока параметров — создававшее, по мнению современников, скорее иллюзию научного поиска, однако уже в наше время обретающее под собой некоторую твердую почву в виде данных астрономов по звездам, экзопланетам, а также некоторых выводов биологов. Самый проблемный моментом, впрочем, остается даже не возникновение жизни на подходящих для этого планетах (есть уже данные, что планет таких достаточно много, а на Земле жизнь возникла, по всей видимости, уже на самых ранних стадиях ее существования), и не этап возникновения разумной жизни и тем более не возникновение технически развитой цивилизации (всё это произошло практически мгновенно по космическим меркам). Самый долгий срок — несколько миллиардов лет — заняло на Земле появление насыщенного кислородом атмосферы и развитие достаточно сложной жизни из первоначально весьма примитивной. Всё прочее не заняло и миллиарда лет, тогда как Земля к тому времени уже успела исчерпать большую половину отведенного ей



Фрэнк Дрейк со своим знаменитым уравнением, оценивающим количество потенциально обнаруживаемых инопланетных цивилизаций в галактике Млечный Путь (с сайта Института SETI)

Фрэнк Дрейк родился 28 мая 1930 года в Чикаго, и спустя два с лишним десятилетия он получил степень бакалавра инженерной физики в Корнеллском университете — учился на факультете электроники, затем степень магистра и докторскую степень по астрономии в Гарварде. Между этими периодами учебы он некоторое время служил офицером-электронщиком на тяжелом крейсере USS Albany. Астрономией Дрейк заинтересовался под влиянием лекций бывшего безэмигранта, представителя известной российской династии астрономов Отто Струве. Именно Струве, служивший артиллеристом у Деникина и натурализовавшийся в Америке после эвакуации из Крыма, став одним из крупнейших астрофизиков XX века, директором Йеркской обсерватории, президентом Американского астрономического общества и президентом Международного астрономического союза, поддержал строительство специально предназначенного для поисков ВЦ радиотелескопа, организованное Дрейком в конце 1950-х годов.

Затем с 1964 по 1984 год Дрейк работал профессором астрономии в Корнелле, позже занимал аналогичную должность в Калифорнийском университете в Санта-Крус с 1984 по 1996 год. После этого остался почетным профессором Калифорнийского университета и руководил Центром изучения жизни во Вселенной Карла Сагана при Институте SETI, возглавляя при этом попечительский совет института. Помимо получения многих других регалий и занятий, он был членом Национальных академий наук, инженерии и медицины США, а также возглавлял Совет по физике и астрономии американского Национального исследовательского совета с 1989 по 1992 год, затем оставался активным членом научного сообщества практически до конца своей жизни.

Кроме знаменитого уравнения (и проекта «Озма»), известный вклад Дрейка в популяризацию идей SETI включает разработку (совместно с Карлом Саганом и Линдой Зальцман Саган) пластинок для инопланетян, отправляемых с «Пионерами» в 1972 и 1973 годах, — т. е. первых физических объектов, посланных в космос с тем, чтобы с ними могли ознакомиться любые достаточно технологически развитые внеземные формы жизни, к которым это всё попадет. В 1974 году Дрейк составил также с Саганом «Послание Аресибо» — первое межзвездное сообщение, преднамеренно переданное с Земли 16 ноября 1974 года с радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико) в направлении шарового звездного скопления М13, находящегося на расстоянии 25 тыс. световых лет от нас в созвездии Геркулеса. (Дрейк работал заместителем директора Корнеллского центра радиофизики и космических исследований и директором Обсерватории Аресибо с 1966 по 1968 год.) Позже Дрейк вместе с Саганом и Энн Дрюан участвовал в создании золотых пластинок «Вояджер», установленных на космических аппаратах «Вояджер-1» и «Вояджер-2».

с нашим Солнцем жизненного цикла. В общем, уравнение Дрейка по сути лишь «заметает под ковер» нерешенные проблемы либо вынуждает дополнительно плодить новые параметры. Тем не менее ничего более содержательного в этой области с тех пор не изобрели.

«Его стратегия всё еще с энтузиазмом применяется спустя шесть десятилетий после его новаторского эксперимента в области SETI. Это действительно примечательное обстоятельство и почти беспрецедентное в исследованиях», — написал в статье³, посвященной юбилею Дрейка в 2020 году, его коллега по Институту SETI, известный радиоастроном Сет Шостак.

Отдавая дань первопроходцу, Шостак подчеркнул, насколько трудно Дрейку было прокладывать свой путь: пришлось бороться не только с научной бюрократией, но и со скептически настроенными коллегами, высмеивавшими какой-либо интерес к SETI. «В то время ни один действительно серьезный ученый не стал бы работать над этой темой», — признавался Дрейк. — Это была запретная тема в астрономии. Больше никто не искал, потому что все боялись. Я был слишком глуп, чтобы бояться».

Отчасти благодаря Дрейку и тем, кого он вдохновил, — нескольким поколениям астрономов, в число которых входил и Шостак, — тема SETI перестала восприниматься как совершенно ненаучная. Новые открытия в новейших областях астрономии и биологии также помогли вывести SETI с периферии в мейнстрим, и главным драйвером этих изменений служат, несомненно, продолжающиеся находки всё новых экзопланет. Благодаря наблюдениям космического телескопа NASA «Кеплер» и других инструментов ученые теперь знают, что миры, подобные Земле, распространены по всей Вселенной⁴. Недавнее исследование, например, предполагает, что более половины всех солнцеподобных звезд в Млечном Пути могут содержать скалистые планеты в «обитаемой зоне» — том диапазоне орбитальных расстояний, в которых жидкая вода может плескаться в открытых водоемах.

Учитывая всё это бесчисленное количество потенциально обитаемых миров и огромный возраст Вселенной — около 13,8 млрд лет, — вполне естественно предположить, что хотя бы часть внеземных цивилизаций могла подняться на пока не достижимый для нас уровень развития. И хотя поиски таких цивилизаций не принято сейчас оплачивать из государственного кармана, всё же они активно проводятся усилиями энтузиастов и на средства частных спонсоров, и во всем этом также немалая заслуга Дрейка и его коллег.

³ seti.org/father-seti

⁴ space.com/seti-pioneer-frank-drake-obituary

Максим Борисов

ОБРАЗОВАНИЕ

► о том, как работает наш мозг, дает ряд ценных советов и приводит несколько полезных практик для повышения эффективности изучения математики и других наук. Много ли внимания уделяется этому важному моменту в школах и вузах?

• **Обучение взрослых.** Это направление особо не прорабатывалось в прошлом за ненадобностью. Современный тренд на автоматизацию ручного и рутинного труда приводит к тому, что люди вынуждены всё чаще обращаться к более интеллектуальным сферам деятельности. К примеру, в последние годы особую популярность набрало такое направление, как машинное обучение и data science, а в Интернете появилось множество коммерческих предложений типа «Обучаем с нуля профессии дата-саниста». Желающих перебраться в новомодную область тоже немало, но многих отпугивает имеющаяся там математика¹⁴, которой они не знают. Это в свою очередь привело к появлению

некоторого количества курсов а-ля «Изучи математику для ML/DS»¹⁵. Главное тут — не переобучиться¹⁶.

• **Математика и компьютеры.** Среди ортодоксальных математиков встречается весьма пренебрежительное отношение к компьютерам. Дескать, настоящему математику нужны только проверенные веками средства: ручка, бумага и голова. А решение математических задач, полученное с помощью навороченных калькуляторов, является неполноценным.

Вряд ли стоит много говорить о близорукости и ущербности подобного взгляда. Уже упоминавшееся машинное обучение представляет собой яркий пример синтеза передовых компьютерных технологий и весьма сложной математики. Общее число программистов в мире удваивается каждые пять лет¹⁷. IT-сфера давно стала главной областью приложения математики, и, по-видимому, эта тенденция будет только нарастать, а посему должна обязательно учитываться при разработке методических программ по математике. Конечно, не дело вычислять производную от функции x^2 с помощью компьютера, но и отработка формулы Тейлора путем ручного разложения функций до десятого порядка — чрезмерный фанатизм, эту задачу лучше предоставить компьютеру.

По этому перечню ясно, что методической (и не только) работы тут непо-

¹⁵ ML = Machine Learning, DS = Data Science.

¹⁶ «Переобучение» — специальный термин из машинного обучения, обозначающий типичную ситуацию, когда модель очень плохо работает.

¹⁷ Такую оценку дает Роберт Мартин (blog.cleancoder.com/uncle-bob/2014/06/20/MyLawn.html).

чатый край, причем ее ни в коем случае нельзя поручать «методистам»¹⁸ в привычном смысле этого слова. Я ни в коей мере не призываю ни к перекраиванию всех школьных и вузовских программ, ни к написанию новых учебников по математике, памятуя о предостережении Н.И. Лобачевского: «Новая книга начал математики не должна напрасно умножать число существующих, потому что их и без того уже много»¹⁹. Полагаю, что все утвержденные программы и пособия разрабатывались действительно лучшими методистами, и если они (программы и пособия) такие, какие они есть, то это лишь потому, что «других писателей у нас для вас нет»²⁰. И вряд ли они волшебным образом одновременно возникнут откуда-либо. К тому же всякая надежда на быстрые изменения в крайне инерционной системе образования выглядит утопично. Государству нынче явно не до образования, оно занято более важными делами, поэтому спасение утопающих — дело рук самих утопающих.

Об одном пути «спасения» имеет смысл сказать отдельно. Бытует ультраконсервативная точка зрения, согласно которой всё зло — от реформ

последних тридцати лет, и поэтому надо срочно вернуться в «золотой век» советского образования, год эдак в 1937-й²¹. Дескать, лучшие учебники — это те, по которым учились наши дедушки и бабушки, а все дальнейшие реформы образования вели только к его неуклонной деградации. А уж всякие современные электронные прикормы надо срочно запретить как средство дебилизации населения. Утверждается, что к имущественному расслоению добавилось интеллектуальное (умные умнеют, глупые глупеют), и всевозможные онлайн-платформы и самоучители предоставляют дешевое и некачественное образование «для бедных». Хорошо научить может только живой учитель, поэтому надо срочно наладить их выпуск, подняв престиж профессии.

Еще недавно можно было бы снисходительно посмеяться над очередным стариковским брюзжанием в стиле «раньше было и солнце ярче, и трава зеленее». Казалось очевидным, что нельзя войти дважды в одну и ту же реку, и новые динамично меняющиеся времена ставят перед образованием совсем иные задачи, которые не решить средствами столетней давности. Но теперь подобный ретроградский охранительский стиль мышления

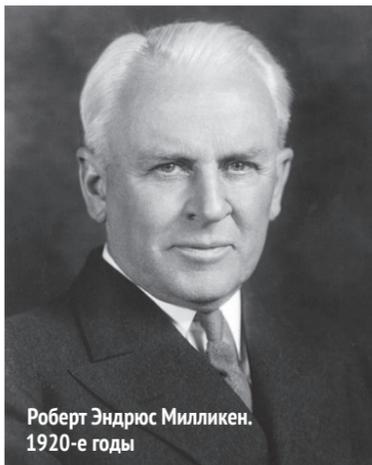
²¹ См., например, Костенко И.П. Не ошибка, а целенаправленное многолетнее разрушение // Математическое образование, 4 (100), 2021, с. 58–62 — matob.ru/files/nomer100-01.pdf

идеально попадает в тренд. Верной дорогой идете, товарищи!

Да, искусственный интеллект в области образования еще не созрел; есть много платформ, сочетающих обучающий и развлекательный математический контент²², однако в основном они занимаются тем, что развлекают, но не учат. Но современные технологии развиваются стремительно. Лучшие шахматные программы до конца 1970-х годов не могли составить сколько-нибудь серьезной конкуренции гроссмейстеру, однако, в конце XX века компьютер победил чемпиона мира по шахматам. Еще более сложная игра го, считавшаяся неприступной на десятилетия вперед, пала под натиском нейронных сетей²³. В последние годы у искусственного интеллекта появилось множество достижений и в других областях, поэтому есть все основания полагать, что в недалеком будущем цифровой учитель превзойдет белкового. Если не лучших из лучших, но наиболее массовый средний уровень — почти наверняка. Все технологии для этого уже есть, надо лишь соединить их вместе. ♦

²² Для этого даже придумано новое слово: edutainment, от EDUCation и enterTAINMENT.

²³ В 2016 году программа AlphaGo (deepmind.com/research/highlighted-research/alphago) победила чемпиона мира по Го Ли Седоля.



Роберт Эндрюс Милликен.
1920-е годы

Двести граммов золота за танец капель масла

Виталий Мацарский

На первой же лабораторке первого курса физфака нашего достославного Харьковского университета мне досталось измерить заряд электрона методом Милликена. Промаялся я долго, результаты выходили несуразные, а потом меня выгнала спешившая домой лаборантка. Экзаменатор только вздохнул, но зачет, сжалившись, поставил, потому как результаты других лабораторок выглядели куда приличнее. Столь плачевный результат первого в жизни реального физического эксперимента, видимо, застрял как мелкая заноза где-то на задворках моей памяти и вдруг выплыл спустя полвека с лишним. Захотелось мне разобраться, а как же это получилось сделать у Милликена.

Тогда-то профессор Милликен и сказал мне: вот это и будет темой твоей диссертации – поиск вещества, которое не испарялось бы так быстро. <...> Конечно, в обсуждениях такого рода трудно точно установить, кто что предложил, но мне кажется, что идея применить масло принадлежала мне. В своих воспоминаниях Милликен пишет, что мысль о масле пришла ему в голову еще до этих наших обсуждений. Конечно, я не могу утверждать, так ли было дело, но я точно знаю, что происходило потом.

Флетчер решил опробовать свою идею использовать масло на собранном им наспех прототипе. Соорудил он его за пару дней буквально на коленах, как любил говорить Резерфорд, «из сургуча и веревки». Результат превзошел все ожидания:

Я увидел зрелище поразительной красоты. Всё поле зрения окуляра довольно большого увеличения было заполнено сияющими звездочками, переливавшимися всеми цветами радуги. Капли побольше скоро падали вниз, а те, что поменьше, исполняли фантастический танец. Я первый раз в жизни видел броуновское движение собственными глазами.

меня осенило. Каким же я был дураком, пытаюсь сладить с капельками воды, когда человечество потратило последние три сотни лет на поиски идеального масла для часовых механизмов, т. е. на поиски практически невысыхающей смазки¹.

Установку построили быстро, и вскоре Милликен со своим аспирантом стали готовить к печати пять работ как по определению заряда электрона, так и по броуновскому движению. Весть об их достижениях распространилась быстро и широко, так что они удостоились внимания не только ученых, но и газетчиков. Желаящих своими глазами «увидеть электроны» было множество. Флетчер вспоминал, что одним из них был Чарлз Штейнмец, кудесник электричества из General Electric:

Он не верил в существование электронов. Все электрические явления он объяснял натяжениями эфира. Он просидел перед окуляром почти полдня, а потом поднялся, пожал мне руку и сказал: «Никогда бы в это не поверил. Никогда». И ушел.



Виталий Мацарский

Однако пора вернуться к Милликену и Флетчеру, тем более, что у них состоялся деликатный, но эпохальный для аспиранта разговор. Флетчер вспоминает:

Моя дочь родилась в мае 1910 года, примерно тогда же мы заканчивали первую статью. Примерно через месяц, когда я остался один нянчить младенца, а жена ушла по делам, раздался звонок в дверь. Я открыл и удивился посещению нашей скромной обители самим профессором. Оказалось, он зашел, чтобы обсудить, кто будет значиться автором нашей первой статьи. Мы готовили еще четыре, и я полагал, что во всех пяти мы будем соавторами.

Но профессор сообщил мне, что по правилам Чикагского университета соискатель степени, подающий в качестве диссертации свою статью, должен быть ее единственным автором. Поэтому он предложил мне стать единственным автором задуманной пятой статьи о проверке теории броуновского движения. Было ясно, что единственным автором первой статьи² об определении заряда электрона он хочет быть сам. Мне это не очень понравилось, но выхода у меня не было, и я согласился стать единственным автором пятой статьи³.

Работа об измерении заряда электрона сразу сделала Милликена мировой знаменитостью. Флетчер с отличием (*summa cum laude*) защитил диссертацию, но, видимо, понял, что нужно менять поле деятельности. Он вернулся домой, в Юту, где продолжил исследовать броуновское движение. Связи с Милликеном он не потерял, и тот продолжал оказывать Флетчеру всяческую поддержку: к примеру, рекомендовал его в компанию Western Electric, но Флетчер отказывался туда переходить. Компания донимала его на протяжении пяти лет, однако он упорно отвечал отказом, пока Милликен его не переубедил:

В настоящее время главные научные проблемы в США решаются в промышленных исследовательских лабораториях. <...> Условия для работы там часто лучше, чем в наших ведущих университетах.

Флетчер снова прислушался к совету своего бывшего наставника. Нам повезло, что Флетчер перешел работать в промышленность: он занялся проблемами звукозаписи, сотрудничал с ведущими музыкантами, в том числе с выдающимся дирижером Леополь-

дом Стоковски, и в результате сумел заложить основы современной стереофонической техники звукозаписи⁴.

А Милликен недолго почивал на лаврах. Он постоянно совершенствовал свой метод измерения заряда электрона и в 1917 году опубликовал, например, статью, уточняющую величину заряда электрона, а также прочих фундаментальных констант⁵. В этой работе он, в частности, рассчитал значение постоянной Ридберга и с плохоскрытым изумлением обнаружил, что расчет по Бору дает поразительное совпадение с экспериментом.

Нобелевская премия по физике была присуждена Милликену в 1923 году «за работы в области фотоэлектрического эффекта и за измерения заряда электрона». Нобелевская лекция, прочитанная в мае 1924 года, была озаглавлена «Электрон и квант света с экспериментальной точки зрения». К взглядам Эйнштейна на природу света, которые он называл «концепцией Томсона – Планка – Эйнштейна», Милликен относился явно скептически: хотя признавал, что объяснение фотоэффекта экспериментально подтверждается с поразительной точностью, однако отметил:

Представление о локализованных квантах света, на основе которого Эйнштейн вывел свою формулу, следует пока считать весьма далеким от общепринятого.

В нобелевской лекции Милликена нет ни слова о Флетчере, хотя до того (например, в книге «Электрон»⁶) он упоминал своего бывшего аспиранта довольно часто. Похоже, Флетчер не был в обиде на своего ментора. Вот что он писал в своих воспоминаниях, которые, кстати, не разрешил публиковать целиком, заявив, что они предназначаются лишь его детям:

Меня часто спрашивали, не обижен ли я на Милликена за то, что он не сделал меня соавтором работы, которая в конце концов принесла Нобелевскую премию. Я всегда отвечал отрицательно, хотя, конечно, был расстроен, ведь я внес в ту статью немалый вклад. Но главным для меня всегда была наша дружба. Когда незадолго до смерти Милликен писал свои мемуары, он мог просто забыть некоторые детали нашей совместной работы.

Однако не все были настроены так благодушно. Позже, когда Милликен занялся организацией исследовательской программы Массачусетского технологического института, кто-то написал там на стене большими буквами: «Спасает Иисус, а слава достается Милликену». Вряд ли это справедливо. Все-таки Милликен был основным исследователем и вполне мог считать, что метод определения заряда электрона принадлежит ему, а Флетчер лишь присоединился к уже ведущимся исследованиям, в которые внес посильный вклад.

Меня же интересует вот что. Наступят ли такие времена, когда первокурсникам физфака предложат в качестве лабораторной работы, например, оценку массы хиггсовского бозона? ♦

⁷ Советуем посмотреть духоподъемное видео «История Харви Флетчера»: youtu.be/watch?v=4lW-3HLHY0 – Ред.

⁸ A Re-Determination of the Value of the Electron and of Related Constants // *PNAS*, Vol. 4, No. 3 (1917).

⁹ The Electron, U. Chicago Press, Chicago (1917).

Заниматься электроном Роберт Милликен, профессор Чикагского университета, начал вскоре после открытия этой частицы. (Увлекательную историю этого открытия можно прочитать в прекрасной статье Алексея Левина¹.) В 1908 году 40-летний ученый вместе с аспирантом Луисом Беджменом взялся за проверку результатов опытов английского физика Гарольда Уилсона, который измерял скорость падения заряженных капель воды в электрическом поле. Уже тогда было ясно, что так можно измерить величину элементарного электрического заряда. Результаты Милликена не удовлетворили из-за невысокой точности измерений.

В том же году в Город ветров из захолустной Юты приехал 24-летний амбициозный выпускник тамошнего университета, намереваясь поступить в аспирантуру. Администрация Чикагского университета с неделю рассматривала его прошение и, явно не впечатленная дипломом просителя, предложила сначала закончить полный курс обучения в Чикаго, а уж потом нацеливаться на аспирантуру. Человеку с дипломом университета, пусть и неведомо какого, предлагалось поступить на первый курс, как выпускнику школы.

Естественно, сидеть на студенческой скамье еще четыре года молодому человеку по имени Харви Флетчер совершенно не улыбалось, и он бросился за советом к Милликену, с которым как-то успел познакомиться за ту неделю, что ждал решения администрации. Милликен, отличавшийся отзывчивостью и добрым отношением к людям (что отмечали многие его знавшие) посоветовал попросить об особом студенческом статусе, который давал бы право Флетчеру по окончании первого года обучения сдать часть экзаменов за старшие курсы и тем продемонстрировать свою подготовку.

Совет Милликена сработал прекрасно – Флетчер смог продемонстрировать достаточно высокий уровень подготовки, и ему разрешили подать документы в аспирантуру, так что уже осенью 1909 года он стал аспирантом своего благодетеля. Помимо дельного совета Милликен помог Флетчеру подыскать непьющую, но неплохо оплачиваемую работу, чтобы тому с молодой женой было на что существовать.

Казалось бы, проблемы молодого Флетчера не имели к электрону никакого отношения, однако это не так. Раздумывая над темой будущей диссертации он, естественно, решил детально разобраться, чем же занимается его шеф. Флетчер часто беседовал с Милликеном и Беджменом и довольно быстро понял, над чем они бились.

Выяснилось, что невысокая точность опытов с заряженными капельками объяснялась очень просто: капли испарялись быстрее, чем удавалось их «закрепить» электрическим полем. На исходе жизни Флетчер припомнил², что как-то речь зашла о других веществах, капли которых можно было бы подвесить в поле, в частности, о ртути. Кто-то упомянул и масло. Флетчер пишет:



Молодожены Харви и Лорена Флетчер осенью 1908 года. Фото из архивов Университета Юты

Теперь ему нужно было проверить, есть ли на них электрический заряд. Флетчер включил поле от двух батарей, дававших напряжение в тысячу вольт, и с радостью увидел, что одни капельки поползли вверх, а другие – вниз: одни были заряжены положительно, а другие – отрицательно. Вовремя переключая полярность, можно было удерживать капельки в поле зрения достаточно долго, чтобы произвести необходимые измерения. Флетчер бросился демонстрировать свои успехи боссу, но не нашел его и стал проводить измерения сам. К следующему дню, когда объявился Милликен, аспирант уже смог грубо оценить заряд электрона.

Профессор был восхищен. Он не мог оторваться от окуляра, завороченно наблюдая за сияющими капельками. Опыты с водой были отставлены. Было решено срочно строить настоящую установку для работы с маслом. Беджмен остался не у дел. Диссертацию он всё же защитил на ту же тему – определение заряда электрона. Потом вернулся в родную Айову и работал преподавателем колледжа. Мироздание отмерило ему долгий срок: он прожил до 93 лет³.

Альтернативная версия событий изложена в автобиографии Милликена:

Возвращаясь поездом в сентябре 1909 года с проходившей в Канаде конференции, я рассеянно глядел на проплывающие за окном долины Манитобы, как вдруг

Чарлз Штейнмец заслуживает нескольких слов. Родился он в прусском Бреслау (ныне Вроцлав) в 1865 году. Поступил в тамошний университет, но из-за своих социалистических убеждений был вынужден эмигрировать сначала в Швейцарию, а потом в США. Попав на работу в General Electric, проявил недюжинные математические способности – в частности, продемонстрировал преимущества переменного тока перед постоянным, в особенности при передаче электричества на большие расстояния. Тем самым он победил великого Томаса Эдисона, ратовавшего за применение постоянного тока. Уравнениями для переменного тока, которые вывел Штейнмец, инженеры-электрики пользуются до сих пор. Удивляет, конечно, что электротехник не верил в электроны, но такая была ситуация в начале XX века.

Отличался Штейнмец как внешностью, так и поведением. Он был карликом-горбуном (как и отец, и дед), а потому не стал жениться, чтобы не передать свои генетические дефекты детям. Зато он безвозмездно поселил у себя дома женатого коллегу, а когда у того пошли дети, усыновил его, чтобы официально обзавестись потомством. А в 1922 году, желая помочь молодой Стране Советов, Штейнмец написал Ленину письмо, где предложил свое участие в разработке и осуществлении плана электрификации страны, но получил от вождя пролетариата отказ.

⁴ Millikan R.A. The Autobiography of Robert A. Millikan, Prentice-Hall, New York (1950).

¹ elementy.ru/novosti_nauki/433961/Ot_korpuskuly_do_elektrona_kto_kogda_i_kak_otkryl_pervuyu_elementarnuyu_chastitsu

² Отрывки из воспоминаний Флетчера напечатаны в журнале *Physics Today* за июнь 1982 года.

³ scua.library.uni.edu/university-archives/biographies/louis-begeman

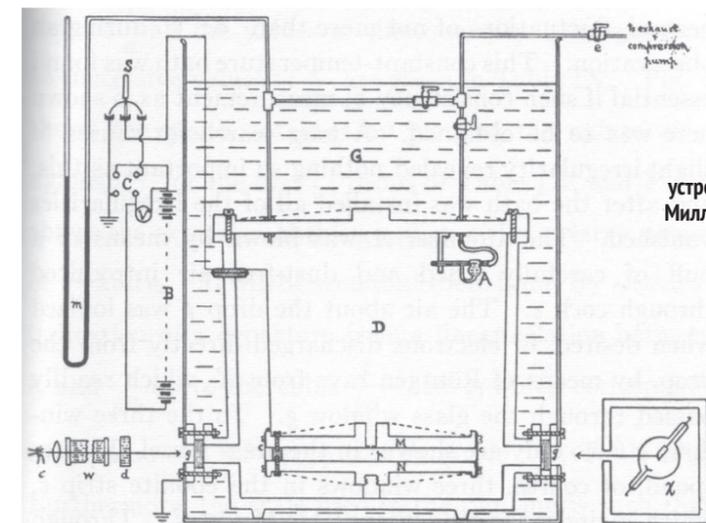


Схема устройства Милликена



Общая фотография участников в первый день съезда

Под знаком жука-светляка

В Москве прошел XVI съезд Русского энтомологического общества

Пётр Петров, канд. биол. наук, секретарь оргкомитета XVI съезда РЭО



званные ими трудности с дальними путешествиями не позволили приехать многим из тех, кто первоначально собирался и потенциально мог бы посетить съезд.

К счастью, эпидемиологическая обстановка в Москве в период проведения съезда и сопутствующая ей действовавшая в этот период система ограничений позволили нам провести съезд в самом что ни на есть классическом формате: очно, офлайн. Мы не стали организовывать дистанционное участие, исходя из того, что за последние два с лишним года большинство энтомологов (и не только энтомологов) устали от выступлений в одиночестве перед мониторами компьютеров и соскучились по нормальному человеческому общению, которого на этом съезде наконец-то было много.

В опубликованном к началу съезда сборнике тезисов представленных на

В первый день съезда, в понедельник 22 августа (включавший регистрацию участников, вводную часть и пленарные доклады), а также во второй половине дня в четверг 25 августа (когда состоялось заключительное заседание съезда) работа проходила в открывшейся после продолжительного ремонта Большой биологической аудитории МГУ. Отъезд большинства участников пришелся на пятницу 26 августа. С первой половины дня вторника по первую половину дня четверга включительно прошли заседания 15 секций съезда, тематика которых связана с разными областями наук о насекомых и других наземных членистоногих: «Насекомые с неполным превращением», «Жесткокрылые насекомые», «Чешуекрылые насекомые», «Перепончатокрылые насекомые», «Двукрылые насекомые», «Морфология насекомых», «Экология и охрана насекомых», «Физиология и биохимия насекомых», «Молекулярная гене-



Лепидоптеролог (специалист по бабочкам) В. А. Лухтанов отвечает на вопросы после своего пленарного доклада



Палеоэнтомолог (специалист по ископаемым насекомым) А.П. Расницын выступает с пленарным докладом



Участники съезда на его открытии в Большой биологической аудитории МГУ

На биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова с 22 по 26 августа 2022 года прошел XVI съезд Русского энтомологического общества (РЭО) — одного из старейших научных обществ в России.

Энтомология — наука о насекомых, но сейчас насекомыми принято называть только шестиногих (и то не всех: например, ногохвосток в последнее время к насекомым обычно не относят), а в середине позапрошлого века, когда было основано наше общество, насекомыми чаще всего называли всех членистоногих — или, как их в ту пору именовали, суставчатых животных. С энтомологами в узком смысле этого слова с давних пор объединены в единое сообщество исследователи других групп наземных членистоногих: арахнологи (специалисты по паукообразным), коллембологи (специалисты по ногохвосткам), мириаподологи (специалисты по многоножкам) и некоторые другие. Всех их можно назвать энтомологами в широком смысле.

Русское энтомологическое общество, в разные годы называвшееся также Всероссийским, Всесоюзным и просто Российским, в 1995 году вернуло себе исходное название. Кто-то может усмотреть в этом названии националистические коннотации, но едва ли они входили в намерения учредителей РЭО, среди которых многие не были русскими по национальности. Можно считать, что исходное — оно же нынешнее — название общества оправдано тем, что РЭО состоит из энтомологов (в широком смысле), так или иначе связанных с той частью международного энтомологического сообщества, которую объединяет знание русского языка — и взаимо-

действие с русскоязычными коллегами. Вместе с тем рабочими языками съезда были и русский, и английский: мы по-прежнему стремимся к заявленной основателями общества цели споспешествовать связям отечественных энтомологов с учеными за границей.

Насекомые — самая большая группа живых организмов по числу известных науке видов, которых описано уже более миллиона, причем не меньше их число еще ожидает описания. Других наземных членистоногих тоже немало: всех их вместе взятых описано уже более ста тысяч видов.

Наше общество существует уже 160 с лишним лет. Император Александр II рассмотрел и утвердил устав общества 4 декабря (16 декабря по новому стилю) 1859 года, после чего 25 февраля (8 марта) 1860 года в Петропавловской крепости, в квартире ее коменданта (сын которого был деятельным энтомологом-любителем) прошло собрание учредителей общества, избравшее президентом РЭО выдающегося естествоиспытателя Карла Эрнста (Карла Максимиловича) фон Бэра. В том же 1860 году покровительницей общества стала вдова дяди Александра II великая княгиня Елена Павловна, много сделавшая для процветания наук и искусств в России.

Исторически Русское энтомологическое общество всегда было и остается связано с Зоологическим институтом Российской академии наук, расположенным в Санкт-Петербурге (во времена основания общества он назывался Зоологическим музеем



Императорской академии наук). Однако в РЭО состоят энтомологи со всей России и из ряда зарубежных стран, как ближних, так и дальних. Учредителями общества были всего 30 человек, но в настоящее время оно объединяет более 700 исследователей. Съезды общества, организуемые с 1950 года и в последнее время устраиваемые раз в пять лет, проходили в разных городах России и бывшего Советского Союза (Ленинграде/Санкт-Петербурге, Тбилиси, Ташкенте, Воронеже, Вильнюсе, Киеве, Краснодаре и Новосибирске), но, как ни странно, в Москве съезд РЭО состоялся впервые.

Организацией съезда занимались сотрудники, аспиранты и студенты кафедры энтомологии биологического факультета МГУ, возглавляемой чл.-корр. РАН Алексеем Алексеевичем Полиловым.

На съезд собрались почти 300 энтомологов со всей России и из нескольких зарубежных стран. К сожалению, чудовищные события этого года и вы-

нем докладов отражены результаты трудов сотен отечественных и зарубежных энтомологов, как состоящих, так и не состоящих в РЭО. Общее число авторов всех тезисов — около 650, а число организаций, в которых работают эти авторы, больше 200.

Ведущие российские специалисты выступили на съезде с пленарными докладами: президент РЭО Андрей Витимович Селиховкин (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова) — о вспышках массового размножения вредителей леса, чл.-корр. РАН Алексей Владимирович Тиунов (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН) — о роли насекомых как связующего звена подземных и наземных пищевых сетей, Александр Павлович Расницын (Палеонтологический институт им. А.А. Борисьяка РАН) — о сохранившихся в бирманском янтаре остатках исключительно богатой и своеобразной островной фауны насекомых мелового периода, Владимир Александрович Лухтанов (Зоологический институт РАН) — о межвидовой гибридизации и гибридогенном видообразовании у насекомых.

тика и цитогенетика насекомых», «Этология насекомых», «Медицинская и ветеринарная энтомология», «Сельскохозяйственная энтомология», «Лесная энтомология» (эта секция была совмещена с XII чтениями, посвященными памяти выдающегося лесного энтомолога Олега Александровича Катаева), «Палеоэнтомология» и «Паукообразные».

Пока не решено, где пройдет следующий съезд РЭО (обсуждаются три варианта: Сочи, Казань и Санкт-Петербург), но где бы он ни прошел, мы надеемся собраться на него еще более широким кругом, включающим больше отечественных и зарубежных коллег. Мы также надеемся, что Русское энтомологическое общество продолжит способствовать распространению знания энтомологии в России.

Исследования насекомых и других наземных членистоногих еще очень далеки от завершения, а перспективы, которые открывают новые методы, убеждают нас, что даже в наш продвинутый век мы находимся лишь в начале большого пути познания этих удивительных существ.

Фото Владимира Карцева

Феликс Клейн и его команда

Евгений Беркович



Евгений Беркович

Трудно назвать какой-либо иной научный центр, который сыграл столь же значимую роль в становлении современной физики и математики, как Гёттинген. Именно здесь в первой трети XX века зарождались новые дисциплины, здесь создавалась квантовая механика, сюда стремились ученые со всего мира, чтобы обменяться идеями с коллегами. В том, что Гёттингенский университет стал признанным мировым центром физико-математических исследований, есть огромная заслуга человека, о котором пойдет речь в этих заметках.

Протоколы гёттингенских мудрецов

В главной аудитории Математического института Гёттингенского университета висит замечательный портрет основателя этого знаменитого научного и учебного заведения — математика и организатора науки Феликса Клейна (1849–1925). Портрет, написанный еще во времена Веймарской республики, пережил смену нескольких эпох¹.

В ноябре 1933 года Клейна обвинили в самых страшных с точки зрения Третьего Рейха грехах. Через восемь лет после смерти великого ученого ему приписали организацию заговора с целью поставить немецкую науку на службу евреям. Обвинителем выступил профессор Дармштадского политехнического института Хуго Динглер (1881–1954), написавший двадцатипятистраничный меморандум «О господстве евреев в области математики и физики». Этот толстенный документ вместе с сопроводительным письмом нобелевского лауреата Филлипа Ленарда, отца так называемой немецкой физики, адресован в баварское министерство культуры, откуда его быстро переправили для проверки и принятия мер в прусское министерство внутренних дел.

Динглер знал Клейна лично, так как слушал его лекции в Эрлангене, Гёттингене и Мюнхене. После нескольких неудачных попыток защитить вторую диссертацию Динглеру удалось всё же в 1932 году получить звание ординариуса по философии в Дармштадте. Через год он попытался вступить в Национал-социалистическую партию, но не был принят, так как был замечен в различных махинациях, однако верность идеологии нацистов он сохранил до конца.

Портрет Клейна вряд ли остался бы висеть в университетской аудитории, если бы хоть одно подозрение в адрес покойного главы гёттингенской математической школы подтвердилось, ибо обвинялся он в очень серьезных преступлениях. Автор доноса утверждал, что и сам Клейн «по крайней мере с одной родительской стороны имеет еврейские корни». Захват точных наук начался, как считает Динглер, сразу после законодательного уравнивания евреев в правах с остальным населением Германии, т. е. после 1869 года. Лидером и организатором захвата, по Динглеру, являлся не кто иной, как Феликс Клейн. Автор меморандума подробно описывает, как Клейн «совращал» немецких математиков, навязывая им свой диктаторский стиль управления.

Зловещую цель передать математику и физику в руки евреев Клейн стал реализовывать постепенно, разрушив существовавшее до него равномерное распределение лучших профессоров по университетам и создав мощный научный центр в Гёттингене, куда он стал собирать весь цвет науки. Когда его замыслы нашли поддержку в Прусском министерстве культуры, Клейн создал себе еще один инструмент воздействия на умы ученых: он начал издавать «Энциклопедию математических наук». Динглер предполагает, что этот механизм действовал так: труды тех математиков, кто работал вне «империи Клейна», не печатались в «Энциклопедии» и теряли вес и авторитет в научном мире.

Все ведущие журналы стали зависеть от Клейна, и назначения математиков и физиков на университетские должности стали полностью им контролироваться. Но и это, пишет Динглер, не могло удовлетворить растущих амбиций этого чудовища: ему стало мало одной

Германии, и он захотел расширить свое влияние на весь мир. Поэтому Клейн стал приглашать в Гёттинген молодых ученых и студентов из разных стран, предлагая им лучшие места. Молодой немец не имел никаких шансов продвинуться в жесткой империи Клейна: самую интересную работу захватили евреи и иностранцы. Атмосфера в Гёттингене царилась исключительно антигерманская: там процветали интернационализм, пацифизм. Любое высказывание в националистическом духе стоило молодому немцу его научной карьеры.

Динглер утверждал, что влияние Гёттингена было столь глубоким, что создало новый стиль среди немецких математиков, чье поведение, позы, жесты, манера говорить изменились так, чтобы имитировать еврейские прототипы. Якобы только те евреи, кто смог перенять этот стиль, могли рассчитывать на успешную карьеру в точных науках.

Империя Клейна своими щупальцами опутала всю систему высшего образования Германии, и практически каждый немецкий университет имел в своем профессорском составе хотя бы одного «еврея из Гёттингена».

Как бы ни была смешна эта карикатура на гёттингенскую математику и роль в ней Клейна, в некоторых аспектах пасквиль Динглера отражал действительные черты научной жизни тех лет. В самом деле, представители отдаленных университетов типа Бреслау или Фрайбурга завидовали тому, что всё новое и революционное в физике и математике рождается в Гёттингене. И тот факт, что Берлин с начала XX века уступил Гёттингену первенство в точных науках, не поклев Динглера, а сущая правда.

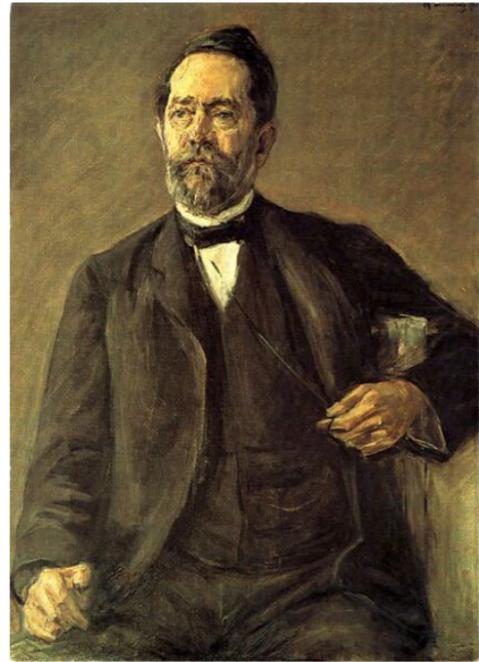
В течение следующих пятнадцати лет профессорская «команда Клейна» пополнилась математиками первой величины: Давидом Гильбертом, Германом Минковским, Карлом Рунге, Эдмундом Ландау, а также астрономом Карлом Шварцшильдом, специалистом по гидро- и аэродинамике Людвигом Прандтлем, физиками Петером Дебаем и Эмилем Вихертом.

Эти научные звезды привлекли в Гёттинген в период с 1890 по 1914 год не менее восемнадцати приват-доцентов по математике и математической физике. Их имена читаются сейчас как справочник «Кто есть кто в немецкой науке эпохи кайзеровской Германии и Веймарской республики»: Герман Вейль, Арнольд Зоммерфельд, Константин Каратеодори, Густав Герглотц, Эрих Хеке, Макс Борн, Рихард Курант, Теодор фон Карман, Отто Блюменталь, Эрнст Цермело, Пауль Кёбе, Роберт Фрике, Отто Тёплиц...

Клейн, действительно, пользовался доверием министерского куратора высшего образования и науки Фридриха Альтоффа, так что подозрение Динглера о всемогуществе гёттингенского лидера в назначении на ту или иную должность в различных университетах не лишены основания. Благодаря установленным им контактам с представителями крупной промышленности Клейн добился притока частного капитала в университетскую науку, что позволило создать несколько новых научно-исследовательских институтов в рамках Гёттингенской академии прикладной физики и математики.

И те пассажи меморандума Динглера, в которых говорится об интернациональном характере гёттингенской математики, тоже справедливы. Не зря же Гёттинген называли «Меккой для математиков». Очевидно, что Клейн не участвовал в характерной для нацистов паранойе разделения «царицы наук» на «арийскую» и «еврейскую», как бы ни старались апологеты «немецкой математики» сделать из него своего лидера.

Портрет Феликса Клейна кисти Макса Либермана, 1912 год



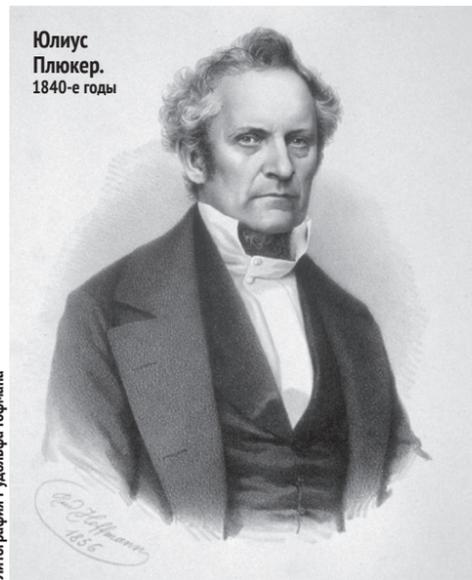
Так кто же этот всемогущий организатор науки и глава математической школы Гёттингена, вызывающий такой ужас у бдительных нацистов? Ответить на этот вопрос лучше всего, рассмотрев его жизненный путь с самого начала.

Начало: от гимназиста до ассистента

Научная карьера Феликса Клейна поначалу развивалась так стремительно, как ни одна другая в немецкой истории. Он стал ординарным профессором, т. е. достиг вершины научной иерархии, когда ему исполнилось всего двадцать три года. В этом возрасте многие студенты еще слушают лекции или только выбирают руководителя своей первой докторской работы.

Будущий глава математической школы Гёттингена родился 25 апреля 1849 года в Дюссельдорфе, старинном торговом городе на могучем Рейне. В автобиографии, составленной им весной 1923 года, за два года до кончины, Клейн писал, что ночь его рождения была наполнена громом канонады — это прусские войска подавляли последние очаги восстания рейнских народных масс. Революция 1848 года неумолимо шла к своему концу. И отец, и мать Феликса не чувствовали себя в Дюссельдорфе в полной безопасности — они оба происходили из других земель Германии и ощущали себя чужаками.

Отец принадлежал к старой прусской фамилии. От нее он унаследовал твердую волю и настойчивость, трудолюбие и прилежание, здравый смысл и бережливость, а также безусловную надежность и верность долгу. Суровая протестантская мораль отличала его от немногих легкомысленных и более жизнерадостных рейнских жителей. Не очень крепкое здоровье отца не позволило ему продолжить кузнечное дело его семьи, и он к моменту рождения Феликса стал госслужащим.



Литография Рудольфа Гофмана

Мать Клейна была родом из Ахена и представляла собой полную противоположность отцу. Ее многогранная художественная натура и яркий характер определяли духовную жизнь дома. Правда, ее повышенная чувствительность нередко переходила в раздражительность и приводила к нервным срывам. Унаследовав от матери неустойчивую нервную систему, от подобных приступов страдал всю жизнь и ее сын. Во второй половине жизни из-за этих проблем со здоровьем он даже перестал заниматься собственной математикой, сконцентрировав все силы на организации научной жизни в Гёттингене. Но начало его карьеры оказалось многообещающим и очень результативным.

В начальную школу Феликс пошел в шесть лет. Сказались уроки матери, рано научившей сына читать, писать и считать. Через два с половиной

года мальчик перешел в гимназию, где основной упор делался на гуманитарные предметы. Как отмечал Клейн в «Автобиографии», в гимназии учили работать и еще раз работать, гораздо меньше внимания обращали на смысл сделанного. Например, он до конца жизни помнил, как безошибочно перевел на греческий язык довольно большой отрывок из поэмы Шиллера «Ивиковы журавли», хотя вряд ли тогда понимал глубокое содержание стихов и их поэтическую ценность. Восемь лет учебы в гимназии остались в памяти Клейна не очень счастливыми. Знания по своим любимым предметам, физике и математике, которым он решил посвятить жизнь, Феликс получал не в классе, а в результате самостоятельных занятий и с помощью старших товарищей.

Осенью 1865 года, в возрасте шестнадцати с половиной лет, Клейн поступил в Боннский университет, чтобы вплотную заняться математикой и естественными науками. Среди его преподавателей выделялся знаменитый математик Липшиц, но его значение как ученого Феликс смог оценить только позже. На слишком элементарных лекциях Липшица Клейн откровенно скучал. Лекции других преподавателей он и вовсе пропускал.

Весной 1866 года Феликс стал ассистентом профессора Юлиуса Плюкера (1801–1868), что оказалось очень полезным для его будущей научной карьеры. В обязанности ассистента входила помощь в подготовке и проведении лекций по экспериментальной физике. Юноша помогал профессору и в его научной работе, отыскивая нужные книги и разбираясь в новых научных статьях по соответствующим разделам физики, которая в духе времени становилась всё более насыщенной математикой. Так приходили к Клейну первые навыки работы с научными текстами, хотя до систематического и глубокого изучения всех университетских разделов математики у него еще не доходили руки. Феликс решил, что после того, как углубит знания по математике и естественной физике, он будет специализироваться в области физики. Но, как обычно, в реализацию этих планов вмешалась жизнь, и предвидеть, как развернутся события в будущем, вряд ли кто-нибудь тогда мог.

Первые шаги в науке: от ассистента до профессора

В мае 1868 года профессор Плюкер неожиданно умер. Клейн остался без руководителя и без темы диссертации. Тогда он сам поставил себе задачу по геометрии, продолжающую тему исследований своего покойного руководителя, и защитил в декабре того же года докторскую диссертацию в Бонне.

Хотя эта работа относилась к геометрии, Клейн всё еще считал, что будущая его профессия — физика. И для подхода к ней ему еще необходимо было получить недостающие знания по точным наукам. Математического образования ему явно не хватало, он, например, к тому времени не прослушал ни одной лекции по интегральному исчислению.

Для дальнейшего образования Клейн выбрал себе нового руководителя — математика Альфреда Клебша (1833–1872). Клебш известен многими результатами в математической физике и алгебраической геометрии, но одно его произведение знают все математики: Клебш вместе с Карлом Нойманом (1832–1925) создал и редактировал первые номера весьма уважаемого научного журнала «Математические

¹ berkovich-zametki.com/2008/Starina/Nomer6/Berkovich1.php

► анналы». Как раз в то время, когда Клейн вошел в число учеников Клебша, того назначили профессором Гёттингенского университета. Ученик без колебаний последовал за своим новым учителем.

В Гёттингене Клейн впервые почувствовал, что такое настоящая научная жизнь, познакомился с некоторыми столь же увлеченными коллегами, ставшими его друзьями на долгие годы. Среди них особенно близким для Феликса человеком оказался Макс Нётер, о котором у нас еще пойдет речь впереди.

Весьма полезными находил Клейн контакты с немногочисленными иностранными учеными, которые работали в Гёттингене. Он сравнивает их в «Автобиографии» с «возбуждающими ферментами» и подчеркивает, что «от националистических лозунгов и призывов, которыми сейчас (в 1923 году. — Е.Б.) полна пресса, тогда не было и следа». Это примечание великого ученого напрочь перечеркивает все усилия нацистов представить его как одного из их сторонников и даже основателя «арийской математики».

Несмотря на все достоинства Гёттингена, где Клейн чувствовал себя дома, он не упустил возможности больше узнать мир и осенью 1869 года отправился в Берлин, хотя Клебш и пытался отговорить Феликса от такой поездки. И Клебш, и предыдущий руководитель Клейна профессор Плюкер испытывали нескрываемую антипатию к берлинской математической традиции, ставящей строгость и чистоту науки превыше всего, презрительно относящейся к приложениям математики и свято соблюдающей чиновничью иерархию в человеческих отношениях. Но Клейн упорствовал: он жаждал выйти из положения ученика и расширить свой научный кругозор. Личным контактам Клейн всю жизнь придавал очень большое значение и основную информацию получал из бесед с коллегами, а не из лекций или семинаров.

В Берлине Клейн увидел совсем не тот математический мир, с которым познакомился в Гёттингене. Главной математической школы Берлина являлся Карл Вейерштрасс, считавший недопустимым смешение прикладной и чистой математики. И отношения между мэтрами и учениками в столице Феликс нашел не такими сердечными и непосредственными, как в Гёттингене. Клейн с удовольствием посещал семинар, руководимый Вейерштрассом, но личные отношения между двумя учеными не сложились. Да и отношение других берлинских математиков к Феликсу Клейну не отличалось дружелюбием, что особенно ярко проявилось через много лет при выборе преемников Вейерштрасса и Кронекера. Берлинцы почувствовали в молодом госте из Гёттингена чужака, не разделяющего их принципов и придерживающегося другой системы ценностей.

Зато Феликс нашел в Берлине настоящего единомышленника и друга — норвежского геометра Софуса Ли. В напряженных и результативных обсуждениях с Ли проблем геометрии проводил Клейн свое основное время в Берлине.

Клейн и Ли летом 1870 года вместе отправились в Париж, чтобы познакомиться на месте с ведущими французскими математиками. А следующий семестр друзья запланировали провести в Англии. Клейн всегда интересовался работами зарубежных коллег, но это не находило никакого понимания в консервативных кругах немецкой профессуры и бюрократии. Вот один показательный пример.

Следуя настойчивому требованию отца, Клейн решил перед поездкой во Францию и Англию заручиться рекомендательным письмом из министерства культуры, курирующего также науку и высшее образование. Официальный ответ поражающей своей

безапелляционностью и глупой напыщенностью: «*Нам не нужна математика ни французская, ни английская.*»

В Париже, как и в Берлине, друзья проводили основное время в совместной работе над геометрическими проблемами, лекций почти не слушали, зато близко сошлись с наиболее заметными парижскими математиками, например Жаном Гастон Дарбу (1842–1917) и Камиллем Жорданом (1838–1922).

Пребывание во французской столице обещало интересные результаты, но уже через два с половиной месяца идиллия закончилась: в июле 1870 года между Францией и Пруссией началась война. Клейна как подданного враждебного государства собирались арестовать, но он сумел, проявив немалую находчивость и расторопность, вовремя пересечь франко-немецкую границу и вернуться в Германию.



Альфред Клебш

Софусу Ли повезло меньше: при попытке выехать на родину в Норвегию его остановили пограничники, нашли при нем письма Клейна, написанные на немецком и полные загадочных математических значков, и решили, что перед ними немецкий шпион. Ли поместили в тюрьму, где он промучился четыре недели, пока его по ходатайству Дарбу не освободили. Следуя своему жизненному принципу участвовать во всех крупных событиях, Клейн записался добровольцем в боннский вспомогательный корпус и отправился с ним к местам сражений. Вся военная служба Феликса, по его словам, оказалась цепью сплошных разочарований. Не имея практических навыков военной службы, он оказался не готов вынести все тяготы трехнедельного сидения в окопах близ Седана и заболел тифом. В тяжелом состоянии его отправили домой, к родителям, где он долго болел, но всё же выздоровел и вернулся к научной работе.

Новый 1871 год Клейн встречал в Гёттингене, где уже в январе защитил свою вторую докторскую работу и получил звание приват-доцента. В этот момент ему еще не исполнилось и двадцати двух лет. На этот период приходится встреча с гёттингенским профессором Морицем Штерном, дружба с которым продолжалась долгие годы. Именно его место займет через пятнадцать лет Феликс Клейн, когда Штерн закончит период своей активной профессорской деятельности и перейдет в разряд эмеритусов.

Молодой приват-доцент всё еще не отказался от своей мечты стать физиком. Поэтому в летний семестр 1871 года он стал слушать курс лекций по физике, не оставляя при этом интенсивную работу по геометрии с профессором Клебшем и его учениками. Так прошел еще один учебный год, но осенью 1872 года неожиданный поворот событий заставил Клейна навсегда отказаться от своих юношеских планов. По рекомендации профессора Клебша, бывшего в то время ректором Гёттингенского университета, Клейн получил приглашение занять должность ординарного профессора математики в городе Эрлангене.

От такого предложения Клейн не смог отказаться. Стать ординариусом в двадцать три года мало кому удавалось. И хотя с мечтой о физике приходилось расставаться, положение ординарного профессора сулило множество преимуществ. Клейн собирался воспользоваться этой возможностью, чтобы в спокойной обстановке, не заботясь более о карьерном росте, ибо дальше и расти некуда, восполнить пробелы образования и посвятить себя успешной научной работе. Действительность в очередной раз оказалась совсем не такой, как виделась в мечтах.

Эрлангенская программа

Вместо спокойной и безмятежной профессорской жизни Клейна в Эрлангене ждала напряженная и ответственная работа по наведению порядка в университете, где математическое образование и математические исследования находились в крайне запущенном состоянии. Справиться с навалившимися трудностями и проблемами мог только молодой человек, что и объясняет такой неожиданный выбор нового ординариуса. Университетская математическая библиотека оказалась разворованной, коллекция моделей, которым Клейн придавал большое значение с педагогической точки зрения, практически не существовала. На первую лекцию нового профессора, которая состоялась 5 ноября 1872 года, пришли всего два студента, одного из которых Клейн еще пару раз видел, а второй после первой лекции вообще исчез навсегда. Из-за отсутствия слушателей само продолжение курса оставалось под большим вопросом.

От свалившихся на него проблем Клейн оказался на грани нервного срыва, когда в ход событий снова вмешалась судьба.

Через два дня после первой лекции Клейна в Эрлангене пришло печальное сообщение из Гёттингена: от дифтерита неожиданно умер профессор Клебш, на поддержку которого Клейн очень рассчитывал. Молодой эрлангенский профессор взял на себя ответственность за развитие творческого наследия и реализацию невоплощенных замыслов своего учителя. Сложившаяся к тому времени школа Клебша, его студенты, аспиранты, ассистенты увидели в Клейне своего нового руководителя и потянулись из Гёттингена в Эрланген, чтобы продолжать там учебу и научную работу. Многие ученики Клейна оказались старше его по возрасту. Так неожиданно решилась проблема посещаемости — на лекциях Клейна появились постоянные слушатели, хотя их общее число редко превышало десяток. Тематика научных занятий Феликса тоже определилась на несколько лет вперед.

Клейн перенял еще одно детище Клебша: стал редактором созданного учителем журнала «Математические анналы». Так молодому профессору удалось установить деловые отношения со многими немецкими и иностранными математиками. Особенно тесные, часто дружеские связи сложились с учеными, входившими в «кружок Клебша»: Паулем Горданом (1837–1912), Максом Нётером (1844–1921), Александром фон Бриллем (1842–1935), Якобом Люрротом (1844–1910), Аурелем Фоссом (1845–1931). Во многом благодаря поддержке этих людей Клейн смог в дальнейшем построить свою так называемую империю — сеть математиков и физиков, объединенных общим пониманием роли и значения точных наук в развитии науки и техники.

В Эрлангенском университете существовала традиция: каждый новый профессор или доцент выступал перед большой аудиторией с программной речью, в которой знакомил коллег-преподавателей и студентов с целями своей педагогической деятельности. Эта обязанность хоть и казалась новичкам немного обременительной, имела многие преимущества. Этими преимуществами сполна воспользовался Феликс Клейн, подготовив очень содержательную и в то же время яркую и эмоциональную речь, вошедшую в историю под названием «Эрлангенская программа».

Выступление Клейна состоялось в октябре 1872 года. В нем упор делался на необходимости показать студентам и коллегам-математикам единство науки, в частности геометрии. В то время геометрия разделилась на несколько самостоятельных направлений, связь между которыми была неочевидна. Молодой профессор предложил общий алгебраический подход к различным геометрическим теориям и показал, как эту классификацию можно развивать. Идея Клейна применить в геометрии алгебраическую теорию групп оказалась такой продуктивной и ценной, что сразу сделала ее автора знаменитым. Пожалуй, со времен Декарта с его «аналитической геометрией» не было столь мощного импульса для развития геометрических конструкций средствами современной алгебры. Доклад был издан отдельной брошюрой и переведен на многие языки, в том числе на русский.

Кроме того Клейн поделился со слушателями и принципами преподавания математики. По его мнению, математические лекции должны включать не только естественнонаучные, но и гуманитарные сведения, чтобы у слушателей создавалась общая, многокрасочная картина мира. Чистая наука не должна противопоставляться прикладному знанию, математика не должна уклоняться от новых задач, которые перед ней ставят физика и техника.

В методике преподавания математики Клейн полагал одинаково важными и логику, и интуицию. У студентов нужно воспитывать математическое воображение, помогающее им творчески освоить преподаваемый материал. Для привлечения в математику свежих сил следует регулярно устраивать лекции для начинающих, чтобы заинтересовать их перспективами новой для них науки. Одновременно для наиболее продвинутых слушателей надо устраивать специальные лекции и семинары, чтобы скорее подвести их к самостоятельным исследованиям.

Макс Нётер.
1870-е годы

Клейн подчеркивал, что при библиотеке нужно организовать читальный зал, где и студенты, и сотрудники факультета могли бы получать самые свежие книги и журналы по математике, а специальный кабинет должен обеспечить лекции необходимыми моделями и наглядными пособиями. Этими принципами Клейн руководствовался всю свою жизнь, им следовали, как правило, его многочисленные ученики и продолжатели его дела.

Постепенно научная жизнь в Эрлангенском университете налаживалась, она всё более напоминала ту, которую Клейн оставил в его любимом Гёттингене. Правда, масштабы Эрлангена несопоставимы с большими научными центрами. Поэтому, когда весной 1875 года Клейну предложили место профессора в Техническом университете Мюнхена, он охотно согласился.

Математика и жизнь: Технический университет Мюнхена

В Мюнхене Клейн смог осуществить давнюю мечту: увидеть применение своих математических результатов на практике. Кроме того, ему удалось реализовать там один из важных педагогических принципов Эрлангенской программы — комплексное обучение инженеров: институт должен давать не только технические знания, но также обеспечивать инженеров сведениями из точных и естественнонаучных дисциплин. Правда, Клейн сам не очень разбирался в инженерном деле, но ему помог ликвидировать многие пробелы в техническом образовании Александр Бриль (1842–1935), знавший по «кружку Клебша», прибывший из Дармштадта в Мюнхен одновременно с Клейном.

Пять лет Клейн и Бриль вместе организовывали лекции для начинающих студентов, представляя им обе стороны их будущей профессии: инженерную и математическую. Кроме того, оба профессора проводили и специальные углубленные занятия для продвинутых студентов, где докладывались последние достижения науки и техники.

Скоро в Техническом университете Мюнхена закипела научная жизнь. Сам Феликс много сил и времени отдавал математическим исследованиям, ему удалось получить блестящие результаты как в своей любимой геометрии, так и в теории чисел, алгебре, теории функций.

Клейн организовал в Мюнхене так называемый Математический кружок, где встречались математики и представители крупной промышленности и бизнеса. Кружок представлял для своего времени новую форму научного общения. Здесь постановщики задач, возникающих в реальной жизни, встречались с теоретиками, которые эти задачи могли бы решить. В процессе обсуждения обе стороны приходили к более глубокому пониманию проблемы.

Мюнхенский Математический кружок активно работал и после отъезда Клейна и просуществовал до 1936 года, когда нацисты потребовали перестать пускать на заседания кружка его руководителей и самых активных участников — евреев Прингсхайма, Либмана и Хартогса. Но мюнхенские математики проявили солидарность с преследуемыми коллегами. Они единогласно решили, что без изгнанных ученых заседания продолжать невозможно, и кружок перестал существовать. После войны он возродился с новым именем Математический коллоквиум.

Важным итогом первых занятий Математического кружка стали тесные дружеские отношения, которые сложились у Феликса Клейна с некоторыми представителями большой индустрии. В их числе стоит отметить, например, Карла фон Линде (1842–1934), который в дальнейшем материально поддерживал многие теоретические разработки в Гёттингенском университете.

Задачи, которые предлагали на Математическом кружке представители промышленности, показали, что в развитии прикладной математики наличествуют серьезные пробелы. На их устранение Клейн настраивал своих учеников.

Окончание см. на стр. 12

Окончание. Начало см. на стр. 10–11

Особенно много нерешенных еще задач прикладной математики увидел Клейн во время Международного геодезического конгресса, который проводился осенью 1879 года в Мюнхене. В его работе Клейн принял самое живое участие.

Перечисленным не исчерпывается многогранная деятельность молодого профессора (в 1879 году Клейну исполнилось тридцать лет). В Мюнхене Клейн много сил и времени отдавал работе с учениками, среди которых выделялись Вальтер фон Дюк (1856–1934) и Адольф Гурвиц (1859–1919). Дюк оказался талантливым педагогом и организатором, он выступал как рабочая лошадка во многих больших проектах Клейна, например, в многотомной «Энциклопедии математических наук». Впоследствии он унаследовал кафедру Клейна в Техническом университете Мюнхена и в течение ряда лет работал исполнительным редактором «Математических анналов».



Софус Ли

Адольф Гурвиц обладал исключительным математическим талантом. Клейн имел сверхъестественный нюх на таких людей. В этом и состоял ключ к его последующей успешной деятельности в Гёттингене. В каждого талантливого ученика Клейн вкладывал частицу своей души, его отношение молодым талантам можно с полным правом назвать отеческим. Вот что написал профессор отцу Адольфа о будущем его сына накануне защиты Гурвицем диссертации: «Прежде всего я хочу подчеркнуть, что с тех пор, как я тут работаю, я не встречал молодого человека, который мог бы сравниться по специфическому математическому таланту с вашим сыном. Ему, без сомнения, уготована блестящая научная карьера, уверенность в которой подкрепляется тем фактом, что его дар счастливо сочетается с замечательными человеческими чертами. Единственной опасностью остается его здоровье. Вероятно, ваш сын уже давно ослаб из-за чрезмерного напряжения в его занятиях. Позвольте мне заверить вас, что никто не будет так счастлив, как я, если здоровье вашего сына полностью восстановится. Мне необходима его бескомпромиссная поддержка в моих последних исследованиях»².

После успешной защиты диссертации, содержащей фундаментальные результаты по теории функций, Гурвиц получил место экстраординарного профессора в Кёнигсберге, где его друзьями стали два молодых студента, чьи имена прославят через несколько лет не только Гёттингенский университет, где они окажутся благодаря Клейну, но и всю немецкую математику. Этим молодых людей звали Давид Гильберт и Герман Минковский.

Клейн не случайно заговорил о здоровье Гурвица и о перенапряжении — в Мюнхене из-за чрезмерной нагрузки появились первые признаки нервной болезни у самого Феликса. Не в последнюю очередь из-за начинающихся проблем со здоровьем, а также из-за желания сконцентрироваться на своем любимом разделе математики осенью 1880 года Клейн принял предложение занять место профессора геометрии в Лейпциге. Геометрические изыскания в местном университете в то время находились в весьма запущенном состоянии, а ректорат и сенат, пользуясь поддержкой правительства Саксонии, хотели их оживить и наладить подготовку соответствующих специалистов.

Нервный срыв: Лейпцигский университет

Правда, сам Клейн слово «геометрия» понимал не только как науку о пространственных объектах, но более широко: как способ мышления в математике, использующий все преимущества понятия «образ». Об этом он говорил в своей вступительной лекции для коллег-преподавателей и студентов, показывая геометрическое содержание некоторых разделов теории функций. Лекция называлась «Об отношениях новой математики к приложениям», в ней уточнялись многие темы, впервые поднятые в его знаменитой «Эрлангенской программе». И хотя столь широкое понимание задач и методов традиционной геометрии, которое предложил новый профессор, вызвало возражения у некоторых консервативно настроенных коллег, захватывающие перспективы и нерешенные задачи привлекли к Клейну много молодых талантливых учеников. Интерес к его области исследований еще больше возрос, когда в 1881 году француз Анри Пуанкаре, с которым Клейн активно переписывался, опубликовал в Париже свои результаты из той же проблемной области.

Несмотря на перегруженность собственной научной работой и заботами об учениках, Клейн не мог остаться в стороне и от организационных задач, которым он всегда уделял особое внимание. Он начал читать специальный курс лекций для начинающих студентов, в котором объединил в одно целое разделы математики, в название которых входит слово «геометрия», с различными определениями: «аналитическая», «проективная» и «дифференциальная».

С помощью правительства Саксонии Клейн реализовал еще один из пунктов Эрлангенской программы: организовал читальный зал с новейшей математической литературой и кабинет наглядных пособий — разнообразных геометрических моделей. Во всех этих начинаниях Клейну помогал его верный ассистент Дюк, переехавший за профессором в Лейпциг из Мюнхена.

Отношения с коллегами в Лейпциге складывались не всегда гладко, очень уж радикально новый путь развития математики предлагал профессор-геометр. К этому Клейн относился спокойно, так как прекрасно сознавал, что новые идеи редко принимаются единогласно. Тем более что сам возмущитель спокойно оставался всё еще поразительно юн: к началу работы в Лейпциге Клейну исполнилось всего тридцать один год.

Большую тревогу вызывало здоровье ученого: из-за нервного истощения Клейн несколько раз отказывался от уже начатых новых проектов, а осенью 1882 года взял дополнительный отпуск. Собственную научную работу пришлось полностью прекратить.

По мнению многих историков науки, депрессия Клейна была связана с острым соперничеством с Пуанкаре. Как пишет Констанс Рид, «Клейн сразу же оценил силу своего соперника и начал с ним лихорадочную переписку. Почти нечеловеческими усилиями он заставил себя добиться цели раньше Анри Пуанкаре. Окончательный результат в этом соревновании был, по существу, ничейным. Но Клейн не выдержал»³.

Чтобы занять себя более легкой нагрузкой, Клейн написал книгу «Лекции об икозаэдре», в которой наметил пути обобщения собственной теории эллиптических функций. Детальными теории он уже заниматься не мог, предоставив ученикам и ассистентам доводить свои идеи до конца. Например, полное изложение упомянутой теории завершил в результате многолетней работы Роберт Фрике (1861–1930). Его книга по эллиптическим и автоморфным функциям вышла в свет через тридцать лет — в 1912 году.

И в дальнейшем Клейн уже не брался за тщательную разработку собственных идей, лишь намечая основные направления дальнейшей работы. Всё остальное делали его многочисленные ученики. От регулярного чтения лекций для большой аудитории он тоже отказался, передав это ассистентам, а сам посвятил себя работе с наиболее перспективными студентами.

Первый проблеск надежды, что болезнь отступит, появился во время его поездки в 1884 году в Америку, где в Балтиморском университете ему предложили занять место знаменитого математика Сильвестра. И хотя после многочисленных переговоров от места пришлось всё же отказаться, у Клейна появилась уверенность, что он еще сможет продолжить любимое дело.

Большие города — Лейпциг и Мюнхен — стали утомлять не вполне здорового математика. Поэтому, когда весной 1886 года Клейна пригласили профессором в его любимый Гёттинген, он ни минуты не колебался: бодрящий воздух небольшого уютного городка, расположенного недалеко от живописных холмов Гарца, должен его вылечить. Из памяти еще не выветрились воспоминания о научном духе этого утопающего в садах университетского городка, резко отличавшегося от холодного и чопорного Берлина. Да и работу в одном из старейших прусских университетов Клейн считал более заметной и важной для развития науки, чем в других частях недавно объединившейся Германии.

Оживить старую традицию: Гёттингенский университет

Ученик Клебша и Плюкера, Феликс Клейн тоже не испытывал к берлинской математической школе особых симпатий, однако в открытый конфликт с окружением Карла Вейерштрасса старался не вступать. Но даже помимо его воли напряжение в отношениях Клейна и берлинских коллег сохранялось, и время от времени вражда вспыхивала с новой остротой. В очередной раз это случилось как раз в связи с переходом Клейна из Лейпцига в Гёттинген.

На свое место профессора геометрии он рекомендовал норвежского друга и, вероятно, лучшего геометра того времени Софуса Ли. Оказалось, что на эту должность претендовал и будущий коллега Клейна по Гёттингенскому университету профессор Герман Амантус Шварц, ученик Вейерштрасса и один из ведущих представителей «берлинской школы». Шварц не сомневался, что получит место в Лейпциге, но кандидатура Клейна победила. Вейерштрасс, выражая националистические настроения консерваторов, открыто сетовал на то, что иностранные математики занимают лучшие места в Германии. Роль Клейна в этом «унижении немецких ученых» не осталась незамеченной. В письме Шварцу его учитель писал: «Хорошенькое начало новой эры, которая наступает под руководством Клейна. Поль Дюбуа-Реймонд⁴ как-то удачно выразился — несколько лет назад он назвал триумvirат Клейн — Ли — Майер „обществом взаимного восхваления“».

Для Вейерштрасса и его союзников намерение Клейна просматривались четко: назначение в Лейпциг Софуса Ли расширяло и укрепляло фронт борьбы с берлинской школой математиков. Но вряд ли они представляли себе его стратегические планы: восстановить старую гёттингенскую традицию, идущую еще от Гаусса и Римана, согласно которой нужно всячески развивать взаимодействие между математикой и физикой и физической реальностью. И на этом пути Гёттингену под руководством Феликса Клейна еще предстояло потеснить Берлин и занять лидирующее место в мировой науке.

Но для этой легкой задачи следовало накопить силы и заручиться поддержкой влиятельных людей, да и в самом Гёттингене Клейн оказался пока не «первой скрипкой», так как процесс обучения математике находился под контролем профессора Шварца. Он, кстати сказать, облегчил жизнь Клейна тем, что собрал прекрасную коллекцию моделей и наглядных пособий, без которых Феликс уже не представлял себе учебный процесс.

Организовать читальный зал оказалось не очень сложным делом, так как число студентов-математиков в популярном прежде уни-



Фридрих
Альтхофф

верситете постоянно уменьшалось. Привлечь новых учащихся, заинтересовать их проблемами и результатами «царицы наук», стало одной из первоочередных задач нового профессора. Он продолжал читать вводные лекции для начинающих студентов, и эти чтения завоевывали для математического отделения всё новых и новых слушателей.

Лекции Клейна пользовались исключительным успехом, он увлек слушателей научными перспективами и показывал романтику и интригу математических исследований. Известный математик Людвиг Бибербах, описывая свои первые шаги в науке, рассказал о том, как он первый раз попал на лекцию Клейна по анализу эллиптических функций. Бибербах приехал в Гёттинген, чтобы слушать лекции Минковского по новому разделу алгебры — теории инвариантов. Однако мастерство Клейна так увлекло юношу, что он с тех пор не раз повторял слова Фауста «две души живут в груди моей»: одна отдана алгебре, другая анализу.

Так как большинство курсовых лекций читал профессор Шварц, у Клейна в Гёттингене образовалось довольно много свободного времени, которое он посвятил тому, чтобы завершить свои начатые ранее научные труды. Кроме того, он вновь вернулся к применению математики в физике, любовь к которой, как видно, никогда не умирала в его душе. Клейн подготовил к изданию в виде книг тексты своих лекций, тематика которых постоянно менялась. В то время традиция публикации текстов лекций, довольно распространенная во Франции или в Италии, еще не прижилась в Германии, так что инициатива Клейна получилась, в определенном смысле, новаторской и оказалась очень полезной для студентов, попавших на цикл лекций не с самого начала. Теперь по книгам они могли самостоятельно восполнить пробелы в знаниях.

И в книгах, и на лекциях Клейн неустанно подчеркивал важную для него мысль: математика должна заниматься не только задачами, которые рождаются внутри нее самой, но и распространяться на все области знания, принося туда идеи порядка и оформляя закономерности реальной жизни на своем универсальном языке.

В 1889 году Клейн всячески помогал Георгу Кантору основать Немецкое математическое общество, существующее и поныне. Над планом создания подобного объединения математиков Клейн начал трудиться еще в 1871–1873 годах, и до конца своей жизни не жалел для Общества своих сил и времени.

По-настоящему начать реализовывать мечту о преобразовании Гёттингена в новый центр математики и физики Клейн смог только в 1892 году, когда Шварц получил, наконец, назначение в Берлин, и Феликс остался единственным профессором математического отделения философского факультета.

С этого момента работа Клейна стала главным образом организационной, и вряд ли кто-нибудь другой лучше справился бы с грандиозными задачами перестройки математического Гёттингена, которые Клейн сам взвалил на себя. Но и Клейн ничего не смог бы добиться, если бы не нашел одного очень влиятельного единомышленника — ответственного сотрудника прусского министерства культуры, курирующего науку и образование: Фридриха Альтхоффа. ▶



Вальтер фон Дюк

² Rowe David E. «Jewish Mathematics» at Göttingen in the Era of Felix Klein. *Isis*, Vol. 77, № 3 (Sep., 1986). P. 432.

³ Рид К. Гильберт. — М.: Наука, 1977.

⁴ David Paul Gustave Du Bois-Reymond (1831–1889) — немецкий математик.

► Фридрих Альтхофф — один за четверых

Директор департамента науки и высшего образования прусского министерства культуры являлся, без сомнения, выдающимся человеком. Когда в 1907 году его деятельности в министерстве пришел конец, пришлось назначить четверых новых сотрудников, чтобы выполнять те функции, с которыми он справлялся один. Хотя номинально все прусские высшие учебные заведения подчинялись министру культуры, все важные вопросы, касающиеся финансирования, штатов, строительства новых и реконструкции старых институтов и лабораторий, решались лично Альтхоффом. Им же определялась стратегия развития университетов в подведомственной ему части Германии. И эта стратегия состояла в том, чтобы изменить сложившуюся веками картину: Берлин собирает у себя лучшие научные кадры по всем наукам, оставляя другим университетам роль провинциальных, не престижных и не очень привлекательных учебных и научных заведений.

При Альтхоффе Берлин сохранил первенство по классической филологии, истории, искусствоведению, но в точных науках, математике и физике, роль лидера постепенно перешла к Гёттингену. В этом вопросе намерения Клейна и планы Альтхоффа совпали, что сделало их многолетними союзниками, хотя из тактических соображений Альтхофф принимал иногда решения, которые вызывали гнев и разочарование у Клейна.

Тем не менее Клейн отмечал у своего всемогущего куратора недюжинный ум, непревзойденную трудоспособность, стальную волю в сочетании с постоянно пульсирующей творческой фантазией, находящей нестандартные пути достижения глобальных целей, никогда не упускаемых им из виду. Хотя Альтхофф имел множество врагов, называвших его в прессе и за глаза реакционным бюрократом и деспотом, двадцать пять лет его правления привели к явному расцвету прусских университетов и входящих в них научных институтов. Особенно видно это по тому месту, которое стал занимать в мировой иерархии Гёттингенский университет.

В берлинское министерство Альтхофф пришел в 1882 году из Страсбурга. Интересно, что первая встреча Клейна и Альтхоффа состоялась задолго до этого момента. В дневниках Клейна сохранилась запись времен первых месяцев Франко-прусской войны, а именно, 19 августа 1870 года, когда группа, в которую входил Феликс, оказалась в одном местечке с отрядом, в котором служил недавно назначенный офицером Альтхофф. При новой встрече спустя пятнадцать лет Клейн вспомнил, как он рассказывал тогда старшему по чину коллеге про свои парижские приключения и про планы защиты второй диссертации в Гёттингене.

В 1888 году Клейн познакомился с промышленными установками при Ганноверском политехническом институте (ставшем впоследствии Техническим университетом Ганновера). Под влиянием этого визита Феликс написал черновик проекта объединения политехнических вузов и университетов Пруссии и передал его Альтхоффу. Этот проект они потом не раз обсуждали при личных встречах.

Одна из таких встреч состоялась в следующем, 1889 году, как раз после получения Клейном предложения стать профессором американского университета в Вустере, штат Массачусетс. Альтхофф постарался отговорить его от переезда в Америку, пообещав перевести Клейна в Берлин.

Попасть снова в большой город никак не входило в планы Феликса, совсем недавно вернувшегося в гёттингенский рай. Кроме того, реализовать план единения науки и техники в консервативном Берлине вряд ли удалось бы. Клейн передал Альтхоффу свою убежденность в том, что децентрализация науки и образования должна пойти на пользу всем прусским университетам.

В итоге Клейн отказался от обоих предложений и остался в Гёттингене, а в Берлин через три года поехал другой гёттингенский профессор — Шварц, оставив в руках Клейна все рычаги управления математической жизнью университета.

С этого момента и началось восхождение Гёттингена и одновременно закончилась «золотая эра» Берлина, так как в том же 1892 году умер Кронекер и ушел на пенсию Вейерштрасс.

Отношение берлинских коллег к Клейну выразительно демонстрируют протоколы заседаний специального комитета философского факультета Берлинского университета, выбравшего кандидатуры на вакантные профессорские должности.

Гельмгольц: «Кронекер говорил о Клейне очень пренебрежительно. Он называл его шарлатаном».

Вейерштрасс: «Клейн скорее дилетант. Обманщик».

Фукс: «Я ничего не имею против него лично, но я возражаю против его вредных манер, когда речь заходит о научных вопросах» (Rowe, 433)⁵.

Комитет рекомендовал Георга Фробениуса (1849–1917) на место, освободившееся после смерти Кронекера, и гёттингенца Шварца, чтобы заменить уходящего Вейерштрасса. Эти предложения Альтхофф принял и подготовил уже бумаги для утверждения прусским министерством культуры. Оставалось получить формальное согласие Фробениуса, и у Клейна оказались бы развязанными руки для перестройки Гёттингенского университета по давно задуманному плану.

Окончание в следующем номере

⁵ Rowe David E. «Jewish Mathematics» at Göttingen in the Era of Felix Klein. Isis, Vol. 77, No 3 (Sep., 1986). P. 433.

Приглашаем на форум СибАстро

С 23 по 25 сентября на берегу Обского моря, недалеко от Новосибирска, пройдет XVII Сибирский астрономический форум.

СибАстро приглашает к участию всех, кто неравнодушен к астрономии, хочет найти свое место во Вселенной, мечтает увидеть звездное небо в настоящий телескоп и, наконец, просто пообщаться с единомышленниками. Цель форума — подсказать молодому поколению, как можно с интересом и пользой проводить свободное время, помочь в профессиональной ориентации школьников, обсудить современные достижения науки о космосе.



Фото Алексея Кудря



С 2006 года Сибирский астрономический форум ежегодно проводится в окрестностях Новосибирска. Мероприятие проходит в середине сентября — это время темных ночей, благоприятных для астрономических наблюдений, и относительно теплой погоды.

В программе проведения форума ожидается участие профессиональных ученых и любителей. Лекции прочтут Дмитрий Вибе, заведующий отделом физики и эволюции звезд Института астрономии РАН, и Сергей Язев, директор астрономической обсерватории Иркутского университета. Школьники смогут пообщаться с летчиком-космонавтом, героем России Андреем Борисенко, совершившим два космических полета. Александр Хохлов из компании «Геоскан» расскажет о частных спутниках и о будущем российской пилотируемой космонавтики. Руслан Ильницкий и Максим Бочаров поделятся опытом астрономических наблюдений и развития любительской астрономии. Ну а Павел Шубин попытается разрешить вопрос о жизни на Марсе.

Сибирский астрономический форум — это совместное мероприятие мэрии города Новосибирска, Новосибирского приборостроительного завода (АО НПЗ), Сибирского государственного

университета геосистем и технологий (бывш. СГГА). Поддержку форуму оказывают научные и учебные организации, деятельность которых напрямую связана с любительской и профессиональной астрономией, а также разработчики и производители астрономической техники, другие коммерческие и общественные организации. СибАстро-2022 ждет всех, кому небезразлично звездное небо.

Подробности на сайте sibastro.ru

Фотографии из группы vk.com/sibastro



Свободный университет открывает новый семестр!

Учитесь у нас бесплатно

и расскажите о наших программах своим друзьям



За два года нашей истории мы убедились в том, что свободное и современное образование нужно тысячам людей — особенно в условиях нынешней цензуры и давления на преподавателей, ученых и студентов. До 7 сентября включительно мы принимаем ваши заявки на 75 новых курсов — от математики и эволюционной биологии до этики и истории искусства.

Но это еще не всё. Кроме отдельных курсов мы перезапускаем программу единственного настоящего образования для журналистов в современной России — нашу Медиашколу, в которой

преподают профессионалы, сражающиеся против цензуры, а не пропагандисты.

И, наконец, совершенно новая двухлетняя программа по публичному праву — ветви знания, которое практически полностью уничтожено в государственных университетах.

А еще у нас новый сайт, который мы еще дорабатываем и ждем ваших замечаний.

freemoscow.university

Каллиграф, художник и клавиесинистка

Успех трио Жака де Вокансона¹ вызвал повальное увлечение автоматами, которое продолжалось до конца XVIII столетия. Инженеры стремились переплюнуть друг друга, чтобы сделать самых необычных и сложных «роботов». Вершины в создании заводных автоматов достигли Пьер Жаке-Дро и его сын Анри-Луи. В наши дни фамилия Жаке-Дро (Jaquet-Droz) превратилась в бренд баснословно дорогой марки швейцарских часов, но путь к славе и богатству начался с автоматических механизмов (автоматонов).

Пьер Жаке-Дро родился в 1721 году на ферме Сюр-ле-Пон, расположенной в окрестностях коммуны Ла-Шоде-Фон в западной Швейцарии. Старшие члены семьи привили мальчику интерес к часовому делу и высокоточной механике, который постепенно перерос в страстное увлечение. Пьер, работая не покладая рук, в течение десяти лет (1738–1748) изготавливает целую линейку напольных часов с движущимися фигурками и музыкальными механизмами. Его изделия и талант привлекают внимание самых обеспеченных и взыскательных клиентов.

Заработав первоначальный капитал, Пьер в 1750 году женился на Марианне Сандос. У них родились сын и дочь, однако семейное счастье не продлилось долго: уже в 1755 году супруга и дочь Пьера умерли. Тридцатипятилетний Жаке-Дро не женился во второй раз, а решил посвятить себя воспитанию сына и полностью погрузился в работу. Примерно в это же время Пьер познакомился с Милордом Маршалем, губернатором княжества Невшател, который посоветовал мастеру продемонстрировать его механические шедевры за границей — в частности, при дворе испанского монарха. Заручившись поддержкой губернатора, Пьер Жаке-Дро с шестью маятниковыми часами в 1758 году отправился покорять Мадрид. Спустя несколько месяцев ожидания Пьеру позволили продемонстрировать свои творения королю Испании Фердинанду VI. Презентация произвела эффект взорвавшейся бомбы и стала настоящим триумфом мастера. Король и придворные были поражены часами Жаке-Дро. Все часы Пьера были разом приобретены для дворцов испанского монарха, а мастер получил баснословную сумму денег — 2 000 золотых монет. Вернувшись домой, Пьер вместе с сыном и соседским мальчиком Жаном-Фредериком Лешо (Пьер усыновил его) на рубеже 1773–1774 годов создали три шедевра робототехники: каллиграфа, художника и музыканта.

Андрониды Жаке-Дро приводят в неописуемый восторг и восхищение даже современных зрителей, а представьте, как открывали рты придворные монархов Европы, видя подвижных кукол, которые пишут, играют на клавиесине и рисуют портреты августейших особ!

Каллиграф, самый сложный автоматон, завершённый в 1773 году и состоявший из шести тысяч деталей, был изготовлен полностью из дерева за исключением головы, которую сделали из фарфора, чтобы придать лицу андроида более естественные человеческие черты. На создание семидесятисантиметровой куклы, которая сидела за деревянной конторкой, одетая в красный камзол, штанишки и белую рубашку, ушло не меньше двадцати месяцев. Каллиграф выглядел как прилежный ученик, он выполнял антропоморфные движения: макал перо в чернила, затем легонько его встряхивал, чтобы не сделать кляксу, двигал глазами и головой, следя за пером, пока выводил красивые



Андрониды и говорящие машины эпохи Просвещения¹

Александр Речкин

¹ См. также ТрВ-Наука №№ 330, 332, 334, 336, 339, 353, 354, 356, 358, 359 (trv-science.ru/tag/istoriya-robotov)

округлые буквы. Заводной мальчик мог написать любые запрограммированные заранее фразы. Будущий текст вносился на зубчатый диск, который располагался в поясище куклы. На изменение 40 клиньев, соответствующих различным буквам алфавита или пробелам, у «программиста» уходило порядка двух часов работы. Проворачивающийся диск был соединен с тремя эксцентриками, отвечающими за направление движения руки каллиграфа, а также за степень давления пера на бумагу. На фактическое написание предложения, состоящего примерно из 40 букв, андрониду требовалось три-четыре минуты. Каллиграф писал такие фразы, как «Я люблю свой город» или «Пьер Жаке-Дро — мой создатель».

Механизм художника, состоящий из двух тысяч деталей, был создан на основе принципов, заложенных в каллиграфа. Естественно, автоматон рисует только определенные вещи, которые были запрограммированы заранее. Например, когда андроида презентовали во Франции при дворе Людовика XVI, художник нарисовал портрет монарха, украшенный лавровым венком. Картина так впечатлила Людовика, что он наградил Жаке-Дро орденом. В Британии андронид поразил придворную аудиторию, сделав наброски портретов Георга III и его жены Шарлотты на одном и том же листе бумаги. Потом художник нарисовал маленькую собачку, под которой написал «Моя Туту» (собачка Туту была любимицей предыдущего французского короля, Людовика XV), затем изобразил Купидона, едущего на запряженной бабочкой колеснице. Время от времени, когда рисунок был почти готов, заводная кукла отводила карандаш в сторону

и осматривала собственную работу, двигая головой и глазами, художник поднимал карандаш, словно планировал сдуть графитовую пыль, а затем возобновлял рисование.

Самой впечатляющей работой семьи Жаке-Дро стал робот-музыкант: девушка двенадцати или тринадцати лет играла на миниатюрном клавиесине, нажимая пальцами на клавиши. Автоматон был способен проигрывать пять мелодий, которые написал Анри-Луи Жаке-Дро. Клавиесинистка, как и каллиграф и художник, способна была выполнять определенные движения (например, изящный поклон), двигать головой и следить глазами за тем, на какие клавиши нажимают ее пальцы. У нее даже вздымалась грудь, словно девушка дышала.

Автоматы были впервые показаны в родном городе мастеров, Ла-Шоде-Фон, центре часового производства, а затем, как и автоматы Вокан-

сона, они отправились в турне по всей Европе и даже побывали при русском императорском дворе.

Сегодня три андронидов Жаке-Дро можно увидеть в Музее Невшателя. Все куклы находятся в прекрасном состоянии и обычно раз в день устраивают представление. Кстати, в компании Montres Jaquet Droz можно заказать автоматон-каллиграф ростом до 80 см. На производство андроида уйдет чуть меньше года, в зависимости от того, какое лицо, туловище, платье и прическу пожелает видеть клиент.

Пишущие автоматы Кнауса

Кажется, что любой, кто смог построить чудесный механизм и продемонстрировать свое изобретение при дворе какого-нибудь мало-мальски заметного монарха, сразу становился баснословным богачом, таким царем Крёзом от механики, однако это не так. Считается, что семейный триумвират Жаке-Дро являлся отнюдь не первым изобретателем писчего автомата, ему предшествовал немецкий мастер Фридрих фон Кнауус.

Фридрих фон Кнауус родился 7 февраля 1724 года в Альдингене близ Людвигсбурга (ныне пригород Штутгарта). С юных лет Фридрих проявлял недюжинные инженерные способности, работая вместе с братом и отцом механиком и часовщиком при дворе Гессенского дома в Дармштадте.

Кнауус сделал несколько (по меньшей мере пять) пишущих автоматов, первый из которых был представлен во Франции в 1753 году королю Людовику XV, но изобретение не произвело на монарха впечатления — то ли из-за того, что автоматон не заработал, как нужно, то ли потому, что он представлял собой всего лишь руку на своеобразном постаменте, которая держала карандаш и выводила

Автоматы Пьера Жаке-Дро

слова на листе, закрепленном на доске. После неудачной попытки покорить Париж Кнауус переехал в Бельгию, где поступил на службу к принцу Карлу Александру Лотарингскому, который активно продвигал изобретения мастера и даже презентовал их своему старшему брату — императору Священной Римской империи Францу I Стефану.

Мастер без устали совершенствовал свои изделия. Один из последних автоматов Кнаууса представлял внушительное произведение искусства, установленное на деревянном пьедестале высотой около двух метров, в центре которого располагалась металлическая сфера диаметром около 80 см с механизмом внутри. Вся конструкция покоилась на двух бронзовых орлах. Сфера была изготовлена из чугуна и первоначально покрыта золотом, а сетка линий меридианов выложена серебром. Над сферой, на платформе в виде облака, сидела фигурка античной богини. Она сжимала в руке перо, которое временами макала в чернильницу и писала слова на закрепленном на доске листе бумаги. Специальный механизм, расположенный позади величественной статуи, перемещал доску влево после каждой написанной буквы; когда строка заканчивалась, доска двигалась одновременно в горизонтальном и вертикальном направлениях. Механизм, спрятанный в сфере, представлял собой горизонтальный ролик, или цилиндр, состоящий из штифтов, введенных в соответствующие отверстия.

При перемещении штифты нажимали клавиши на своеобразной клавиатуре, каждая клавиша соответствовала определенной букве. Автомат был способен написать 107 слов примерно за пятнадцать минут. В общем, Фридрих фон Кнауус изобрел автоматическую автономную печатную машинку, которая набирала заранее запрограммированный текст.

4 октября 1760 года изобретение Кнаууса поразило двор императора Франца I Стефана, когда на глазах изумленной аудитории напечатал текст примерно следующего содержания: «Уважаемый сир, окажите мне милость и выслушайте меня. Весь свет считал, что мой создатель никогда не доведет меня до совершенства, и подвергал его гонениям, но теперь я, вопреки всем завистникам, умею писать на любом языке и являюсь вашим, государь, самым преданным секретарем». Таким образом, механизм немецкого мастера опередил каллиграфа Жаке-Дро почти на два десятилетия. После представления Кнауус подарил автомат императору.

В 1764 году аналогичный автомат мастер подарил своему покровителю принцу Карлу Александру Лотарингскому. Устройство до сих пор находится в исправном состоянии и экспонируется в Научно-техническом музее Галилео Галилея во Флоренции (Италия). Автомат около метра в высоту, изготовленный из посеребренной меди, выводит фразу «Hinc Domui Deus nec metas regum nec tempora ponat» («Да защитит Господь сей дом от гибели и краха»).

В то время как первые три машины Кнаууса выдавали запрограммированный текст, четвертая, сохранившаяся до наших дней в Венском музее техники, могла написать любую произнесенную фразу, правда, предварительно оператор вынимал цилиндр из механизма и набирал шрифт, вручную управляя регистром рычагов.

Несмотря на удивительные изобретения, которые Кнауус презентовал своим покровителям, мастер не добился такой же популярности и признания в Европе, как



Александр Речкин



Автомат Кнаууса из коллекции Венского технического музея

¹ См. предыдущую публикацию: trv-science.ru/2022/08/jacquies-de-vaucanson-animatronik-xviii-veka

► Вокансон или семья Жаке-Дро. Помимо ряда автоматов-писателей Кнауэс в 1757 году завершил работу над механическим музыкантом, который играл на флажолете (старинной продольной флейте высокого регистра со свистковым устройством), изготовил письменный стол для императора, оснащенный копировальным аппаратом и подвижными панелями. А также построил настоящую говорящую голову!

Как мы помним, интерес к устройствам, которые способны воспроизводить речь человека, восходит еще к античности, когда в Египте возвышались колоссы Мемнона, а жрецы на Лесбосе чревоуещали через скрытые трубки. Теперь настала эпоха Просвещения, и многие мастера решили воплотить эти легенды в жизнь. Кнауэс не стал исключением. Созданные им четыре механические говорящие головы были представлены на конкурсе, устроенном Санкт-Петербургской академией наук, где они, согласно условиям состязания, должны были произнести пять гласных звуков. Однако жюри решило, что машина Кнауэса не работает должным образом.

Говорящие головы аббата Микаля

Между 1770 и 1790 годами еще четыре человека — аббат Микаль, Христиан Готлиб Кратценштейн, Вольфганг фон Кемпелен и Эразм Дарвин — сконструировали функциональные говорящие машины. Интересно, что мастера работали в разных частях Европы и не были знакомы друг с другом.

Аббат Микаль, живший в Париже, получил значительное наследство и проводил досуг за конструированием механических диковинок. Он построил две механические флейты и сконструировал небольшой ансамбль автоматов, который, однако, уничтожил после того, как нагота фигур была подвергнута критике. В 1778 году аббат изготовил керамическую голову, которая могла произносить несколько фраз. Он уничтожил и этот механизм, так как считал, что недостойно похвалы, которую получил в *Journal de Paris*. Его самая сложная работа была завершена в 1783 году — пара бронзовых человеческих голов, помещенных на богато декорированном пьедестале лицом друг к другу. Они обменивались фразами, восхваляющими короля Франции:

- Король несет Европе мир...
- ...мир венчает короля славой...
- ...и мир делает людей счастливыми.
- О возлюбленный король, отец народа, счастье которого показывает Европе величие твоего трона!

Головы были выставлены в Париже, и в 1783 году Микаль попросил Французскую академию наук изучить его работу. Анатом Феликс Викк д'Азир (который тоже изучал физиологию голоса) написал благоприятный, хотя и не восторженный отзыв о головах. Вокальные звуки производились мехами, прикрепленными к нескольким искусственным голосовым трубкам, расположенным поверх растянутых мембран, и давали очень несовершенную имитацию человеческого голоса. Слова произносились не слишком отчетливо, порой речь напоминала хриплое бормотание, некоторые слушатели даже находили их голоса нечеловеческими. Диалог говорящих голов был «записан» на кулачковом цилиндре, вращение которого передавалось на рычаги и вызывало соответствующие колебания мембран.

Микаль надеялся продать свои говорящие головы академии. Однако генерал-лейтенант полиции Ленуар счел изобретение Микаля недостойным, и приобретение автомата не состоялось. По одной из версий дальнейших событий, Микаль уничтожил свои шедевры в порыве отча-

яния и умер, обремененный долгами, в 1789 году. По другой версии, головы были проданы. В любом случае их судьба сегодня неизвестна.

Христиан Кратценштейн изучает физиологию речи

В то время как академическое сообщество стало источником разочарования для аббата Микаля, для Христиана Кратценштейна ситуация была прямо противоположной. Родившийся в 1723 году в Пруссии и получивший образование в Галле, Кратценштейн стал профессором физики и медицины в Копенгагенском университете. Его наиболее известные исследования касались терапевтического применения электричества. Поводом для создания говорящего автомата стал конкурс 1779 года, спонсируемый Императорской академией Санкт-Петербурга, членом которой с 1748 по 1753 год был Кратценштейн. Академия поставила перед конкурсантами две задачи:

1. Определить, в чем заключается природа и особенности резкого различия гласных звуков «а», «е», «и», «о», «у»?
2. Можно ли создать механическую систему, способную воспроизвести эти звуки?

Христиан Кратценштейн разработал акустическую модель звуков человеческой речи. Он составил таблицу положений гортани, языка, зубов, неба и губ для каждой гласной и воплотил ее в механическом устройстве, имитирующем работу речевого тракта. Основу устройства составляли резонаторы различной формы, в которых вибрировавшие при прохождении потока воздуха язычки производили пять гласных звуков.

Как предполагает американский исследователь Томас Хэнкинс, инициатором конкурса был математик Леонард Эйлер, который являлся движущей силой в Санкт-Петербургской академии. Поскольку Кратценштейн знал Эйлера и участвовал в работе академии, вполне возможно, что Эйлер поощрял исследования Кратценштейна или, возможно, интерес Эйлера к работе Кратценштейна стал одной из причин проведения конкурса. Даже если это предположение правдиво, то мы точно уверены, что интерес к объяснению физиологических механизмов речи возник в среде исследователей не по причине конкурса. Ни Микаль, ни Кемпелен, ни Дарвин не упоминали об этом соревновании и, похоже, не знали о нем. Кратценштейн, однако, получил первый приз.

Чудо-аппарат Вольфганга фон Кемпелена

В то время как Микаль и Кратценштейн находились по разные стороны баррикад научных сообществ, мотивы третьего создателя уникальных андроидов и автоматов объяснить не так просто. Вольфганг фон Кемпелен (1734–1804) был придворным аристократом. Он служил тайным советником при венском дворе и руководил венгерской соляной промышленностью. Кемпелен был выдающимся эрудитом, бегло владел несколькими языками, переводил пересмотренный юридический кодекс, сочинял стихи и эпиграммы. Титул барона Кемпелен получил за руководство масштабными стройками империи. Однако в историю он вошел как изобретатель и создатель автоматических машин. Среди его достижений — разработка гидравлической системы для увеселительного сада и фонтанов в летней резиденции австрийских императоров в Шёнбрунне. Кроме того, Кемпелен смог сконструировать говорящую машину.

Барон описал свои изыскания в трактате «Механизм человеческой речи», опубликованном на французском и немецком языках в 1791 году.

В работе Кемпелен дал подробный разбор формирования членораздельных звуков. В последней главе повествуется о его говорящей машине. Кемпелен пишет: «Я точно не помню, что стало причиной, которая навела меня на мысль о подражании человеческой речи; я лишь помню, что в то время, когда я работал над своим шахматистом, в 1769 году, начал изучать различные музыкальные инструменты с намерением найти тот, который больше всего походил бы на человеческую речь». Барон перебрал великое множество музыкальных инструментов, пока случайно во время прогулки не услышал странный звук, отдаленно напоминающий пение ребенка. Подойдя ближе, он обнаружил, что это крестьянин играет на волынке. Кемпелен приобрел у музыканта инструмент и начал проводить испытания. Он прикрепил к мешку флейту, но эффект не удовлетворил изобретателя, тогда Кемпелен добавил малый кларнет и обнаружил, что, зажимая отверстия ладонью различными способами, он может извлекать из гибрида инструментов некоторые звуки, напоминающие гласные. Этот чудо-аппарат воспроизводил звуки достаточно хорошо, потому что жена и дети Кемпелена, которые, услышав результаты некоторых из его экспериментов, задалась вопросом, какой гость взволнованно молился на незнакомом языке в покоях барона.

Кемпелен был уверен, что заложили фундамент, на котором сможет построить законченную систему человеческой речи. Чтобы добиться дальнейшего прогресса, изобретатель решил, что ему необходимо изучить механику артикуляции.

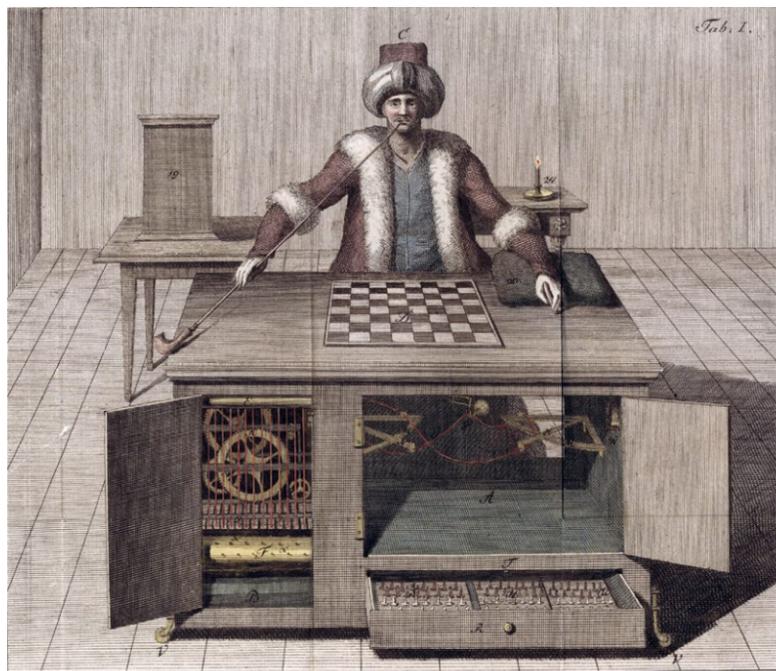
Кемпелен рассматривал легкие как пару мехов, а систему образования звуков он имитировал с помощью движущихся ящиков с откидными створками, изображающими губы и язык. Кемпелен пришел к выводу, что конфигурация горла и рта определяет звуки речи. Результатом его труда стало устройство, которое выглядело как деревянный ящик с двумя воронками из плотной материи. Основными частями машины были камера, выполнявшая роль легких, вибрирующий язычок, действовавший как голосовые связки, и кожаная трубка, заменявшая речевой тракт человека. Изменяя механическим способом форму кожаной трубки, можно было воспроизводить гласные звуки. Согласные же звучали при прохождении струи воздуха через четыре сужающихся прохода, которые надо было зажимать пальцами.

Самые ранние упоминания о говорящей машине Кемпелена датируются 1783 годом, когда он повез улучшенную версию аппарата вместе с автоматом-шахматистом в европейское турне. В то время Кемпелен постоянно указывал, что его устройство еще несовершенно; тем не менее машина впечатлила зрителей произношением таких слов, как «папа», «мама», «Марианна» и «астрономия», а также коротких фраз вроде «Римский император Август». Машина говорила на французском и латыни. Гёте услышал «речь» машины и в 1797 году написал: «Говорящая машина Кемпелена, по правде говоря, не очень разговорчива, но некоторые простые слова она произносит очень красиво».

Большинство людей, которые видели говорящую машину, с удивлением отмечали, что изобретение Кемпелена не имело человекоподобного облика. Видимо, после демонстрации автоматов Вокансона и Жаке-Дро зрители уже привыкли к тому, что механизмы должны быть похожи на настоящих людей, чтобы создавать пущий эффект, удивляя своими автоматизированными действиями. Кемпелен предположил, что мог бы при желании придать машине внешний образ шестилетнего ребенка. Подобная внешность соответствовала бы способностям машины и ее высокому голосу. Кемпелен считал, что облик ребенка мог бы сделать аудиторию

более терпимой к нечеткому произношению машины. Однако, насколько известно, барон так и не построил человекоподобный говорящий автомат.

В первой четверти XIX века немецкий механик Пош построил копию кемпеленовской машины, используя авторские чертежи и расчеты. Знаменитый ученый-путешественник Александр Гумбольдт приобрел ее для прусского короля Фридриха-Вильгельма III. Машину Поша усовершенствовал венский механик Йозеф Фабер. Он значительно увеличил ее размеры и приделал к мехам ножную педаль. Если верить сохранившимся афишам, машина разговаривала на нескольких языках, шептала, смеялась и даже плала. Во второй половине XIX века она демонстрировалась в Бостоне и привлекла внимание молодого Александра Белла. Его отец преподавал в школе для глухонемых детей, обучая их произносить слова, которые те не слышали. Говорящая машина могла служить методическим пособием. Белл разыскал книгу Кемпелена «Механизм человеческой речи», прочел ее и рассказал отцу. Не исключено, что исследования и выводы барона способствовали вызреванию идеи создания телефона у Белла.



Говорящая машина деда Чарльза Дарвина

Следующий персонаж в нашем списке изобретателей говорящих машин (но отнюдь не последний) — Эразм Дарвин, дед знаменитого Чарльза Дарвина, великий интеллект, врач и натуралист. Дарвин пришел к теме говорящих машин благодаря своему интересу к происхождению языка. Его наблюдения на эту тему записаны в примечаниях к работе «Храм природы, или Происхождение общества» (1803). Он описал положение языка, губ и зубов при образовании всех звуков речи. Произносятся гласные, Дарвин вставлял в рот свернутые цилиндрики из фольги. Точки сжатия деформированных трубок показывали конфигурацию полости рта. Поскольку Дарвин сильно заикался, вполне вероятно, что он тщательно изучил человеческую артикуляцию, чтобы понять и, возможно, излечить свой недуг.

В 1771 году Дарвин сконструировал собственную говорящую машину, которая представляла ротовое отверстие, выполненное из дерева, с губами, изготовленными из кожи. Он так описывал работу своего изобретения: «В тыльной части машины располагались две „ноздри“, которые при необходимости можно было быстро зажать пальцами. Между двумя гладкими дощечками натянута шелковая лента в дюйм длиной и четверть дюйма шириной; когда струя воздуха из кузнечных мехов достигала ленты, та начинала вибрировать между дощеч-

ками, издавая приятные звуки, напоминающие человеческий голос. Голова произносила звуки „р“, „б“, „м“, а также „а“, которые складывались в простые слова. Когда она произносила слова „мама“, „папа“ и „карта“; губы медленно сжимались, тон становился почти жалобным, что производило на слушателей сильное впечатление».

Эразм Дарвин считал, что для воспроизведения человеческой речи машине достаточно иметь возможность осуществлять 13 различных видов движений, если только к вокальному звучанию, создаваемому в гортани, не добавлялось какое-либо разнообразие музыкальных нот. Машина могла бы взаимодействовать с клавишами клавиатура или фортепиано, а при усилении звука говорить так громко, чтобы отдавать приказы войскам или инструктировать толпу (предтеча мегафона).

Однако Дарвина отвлекли другие дела, он прервал свои изыскания, и разработка более совершенной машины так и не состоялась.

Таким образом, увлечение механическими устройствами, которые подражали действиям настоящих людей, в течение XVIII века переросло из обычной забавы монархов и обывателей в интерес к тайнам челове-

Шахматный автомат Кемпелена. Гравюра Йозефа Ракница

ского тела. Андроиды и диковинные механизмы теперь использовались передовыми мыслителями эпохи, чтобы понять, как устроена физиология человеческой речи и функционируют эти естественные процессы и облечь их в искусственную форму с целью помочь немым заговорить, а хромым — ходить.

1. Douthwaite J.V. The Frankenstein of 1790 and Other Lost Chapters from Revolutionary France. University of Chicago Press, 2012.
2. Garfinkel S.L., Grunspan R.H. The Computer Book From the Abacus to Artificial Intelligence, 250 Milestones in the History of Computer Science. Sterling, 2018.
3. Kang M. Sublime Dreams of Living Machines The Automaton in the European Imagination. Harvard University Press, 2011.
4. Metzger G. Automata in history. Studio International. March 1969. P. 107–109.
5. Pickover C. Artificial Intelligence: An Illustrated History: From Medieval Robots to Neural Networks. Sterling, 2019.
6. Truitt E.R. Medieval Robots Mechanism, Magic, Nature, and Art. University of Pennsylvania Press, 2016.
7. Григорьян А.Т. Механика от античности до наших дней. — М.: Наука, 1974.
8. Обухов А. Говорящая голова и Яшкина баба // Чудеса и приключения. — 2014. — № 6. — С. 10–13.
9. Шиллов В.В. Удивительная история информатики и автоматки. — М. НЦ ЭНАС, 2013.

Между прочим, в свое время я славно попутешествовал по бескрайним российским просторам — на своих двоих, на байдарочных веслах. В поездах, которые по скользким рельсам несли меня в бесконечность, перемещались другие люди по другим делам. Все они были не сами по себе, а с каким-нибудь добром — огромными чемоданами, безразмерными сумками, пухлыми авоськами. В прокуренном тамбуре делились последними новостями, в общем вагоне кто-то горланил частушки — пьяных слов было не разобрать. В другом поезде наявился на гармошке цыган с проволочными черными кудрями. Чисто русский человек с висящими соплями попросил у него гармонию, цыган отвернулся. Пояснил мне: «Я инструмент никому не даю, ломают. А люди обижаются и в морду бьют. А за что бить? Инструмент надо беречь». Войдя в русскую роль, он слегка «окал». Был ли он цыганом? По его обветренному и задирному лицу с переплющившим носом угадывалось, что драться в кровь он привык. За поясом у него был заткнут страшный кнут, который он употреблял для обороны расстроенного инструмента.



Александр Мещеряков

В этих путешествиях становилось особенно ясно, что русские — люди пространства, а не времени. Поэтому-то они и не делают работу над своими историческими ошибками. Эти люди не хотят быть «народом», каждый хочет быть сам по себе. Для того, чтобы стать «народом», у них не хватает воображения: как можно быть заодно с теми десятками миллионов, которых ты никогда не видел в лицо? Возможно, оно и к лучшему — чем спящие люди, тем страшнее они для других. Немцы с японцами это доказали. Переврав всю историю, они вообразили, что лучше других и ополчились на мир. Что до русских, то прошедшее время для них не существует. Если на вопрос попутчика о моей профессии я отвечал «историк», в глазах собеседника отражалась брезгливость по отношению к бесполезному пришельцу из прошлого. Эти люди жили сегодня, вчерашнее было им неинтересно. Поэтому я предпочитал аттестоваться переводчиком. Занятие тоже экзотическое, но все-таки хоть сколько-то понятное.

Моя подруга Кёко какое-то время вела уроки русского языка по японскому телевидению. Вот привезла она в Москву режиссера с оператором снять сюжет про нашу дачную жизнь. Я повез их на богатую дачу моих друзей. Был сентябрь. Режиссер очень хотел заснять, как мы тут собираем грибы. Дача была и вправду богатой, но грибов в загаженном перелеске не оказалось. Съездили на рынок, закупились прекрасными белыми. Я расставил их под деревьями. Грибы собирала русская актриса с шикарной русой накладной косой. Кокошника, правда, не было. Завидев гриб, актриса взвизгивала: «Ах, какой прекрасный гриб!» Сняли несколько дублей. Режиссер недовольно сказал: «Эти грибы будут плохо смотреться на экране». С этими словами он бросился к полуистлевшему бревну и оторвал от него пару ядовито-желтых наростов, похожих своими щупальцами на кораллы. Оторвав, положил в корзинку поверх белых: «Вот теперь что надо!» Оператор нацелил камеру. Я закричал: «Это поганки! Русские будут смеяться!» Не помогло, оператор со всех ракурсов поганки снял. Еще и подсвечивал. Я взял с Кёко слово, что этот кадр показывать по телевизору не станут.

В следующей сцене главным героем был уже я. Согласно сценарию, я должен был поднять полную рюмку и членораздельно произнести: «Выпьем водки!» Чтобы эти слова лучше врезались в память японского любителя русского языка, на грудь мне повесили картонку с этими самыми словами. Я напоминал себе партизана перед казнью. Слова мне достались простые, суфлера не потребовалось. Я бодро произнес положенную реплику, опрокинул рюмку и воскликнул: «Хорошо!» Восклица-

Про историю и историков

Александр Мещеряков

ние в сценарии не значило, но режиссер сказал, что это удачная находка. Однако подруга нашла, что я произнес «Выпьем водки!» чересчур быстро — передача предназначалась для начинающих. Повторили. Теперь вышло слишком медленно и ненатурально. В общем, сделали пять дублей без закуски. С каждым разом мой голос прибавлял в громкости. В результате все остались довольны.

Сели вечерять. Я спросил режиссера: «А много ли зрителей у вашей программы?» Он честно отвечал, что раньше было много, а теперь стало мало. Я спросил еще: «А закрыть вас не собираются?» Он снисходительно улыбнулся. «Понимаете, передача стала выходить еще в шестидесятых годах прошлого века. Кто же ее закрыть посмеет? С такой-то историей?»

Передачу и вправду не закрыли, но кадр с поганками так и не вырезали.

Академик Раушенбах говаривал так: «Я в Штатах жить не хочу, потому что там не было Средневековья». А один китаец, эмигрировавший в Америку, пенял своему сыну, который по истории не успевал: «Ты, подлец, не понимаешь, как тебе повезло: жил бы ты на родине, тебе пришлось бы не за двести лет даты зазубривать, а за четыре тысячи».

Наш школьный историк страдал от военной контузии, легко впадал в неистовство. Честно говоря, было от чего: в классе стреляли из трубок жеваной промокашкой, пускали бумажные самолетки, путали Ассирию с Вавилоном, а первую российскую революцию со второй. Тогда историк кричал недорослям: «В вашем возрасте Зою Космодемьянскую уже повесили!» Но нам не было стыдно. Не было и страшно: историк страдал преувеличениями, а до возраста Зои нам еще оставалась пара-тройка лет, которые казались вечностью. Теперь не кажутся.

В советские времена в нашей огромной по тем временам квартире на Таганке бывало много гостей, кое-кто задерживался на несколько дней. Диапазон моих тогдашних знакомств был чудовищен, и не все гости оказывались антисоветчиками. Твердо усвоившая школьную программу оперная певица Нелли обсуждала со мной исторические проблемы: «До революции далеко не всё так хорошо было, как ваши гости рассказывают. Рабочие люди спали на кровати по очереди, а оперные певицы не всегда спали с теми, с кем им захотелось». Певица приехала из Саратова, в Москве ей было трудно найти понимающего человека, который бы сочувствовал ее взглядам на историю. Утром она по привычке решила распеться — люстры задрожали от восторга и ее натруженного голоса. Подпевать ей я не решился.

Я сочинял свою кандидатскую диссертацию в библиотеках. В нынешнем веке Интернет уже почти сгубил библиотеку как место для чтения и работы, мы же без нее обойтись не могли. Больше всего я любил кабинет Востока в Исторической библиотеке в Старосадском переулке. Зал небольшой, но с огромными окнами, без внятного верхнего света, но с уют-



Сибя Кокан. Встреча Японии, Китая и Запада. Конец XVIII — начало XIX века

ными настольными лампами, от таинственного свечения которых на бумаге проступали водяные знаки подзабытых судеб. Оглаживая кожаный корешок, я вспоминал про китайских мудрецов, читавших манускрипты при свете свечечков и чистого снега, искрящегося под луной. Оглаживая заполненный молчаливыми читателями зал, я радовался тишине и удивлялся, как мало шума производят эти коллекционеры теней.

Проходя коридором с бесконечными каталожными ящиками, я каждый раз ощущал свою малость. Зримость сделанного до тебя и без тебя блокировала приступы гордыни, которыми по молодости лет я временами страдал. На иных эта огромность действовала парализующим образом: зачем сочинять самому, если уже и так всё написано? У меня же разжигался азарт, еще сильнее хотелось сотрудничать в мировом струении смыслов, прилепиться к людям, с которыми так славно поговорить. Это желание не забивали ни деревянный буфет, после посещения которого неизбежно наступала изжога, ни курилка, заполненная плотным ядовитым дымом, приближавшимся по своей консистенции к полутвердому телу. Люди, занятые одним и тем же курительным делом, выглядели витающими в облаках задумчивыми сумасшедшими, я старался бывать в курилке пореже.

Библиотечный день пролетал быстро, я покидал библиотеку, когда уже заметно темнело, поворачивал не налево, к метро «Площадь Нюгина», а направо, где располагалась пивная. Выщербленные ступеньки опустили в подzemелье, где я облегчал набитую твердокаменными словами голову и глазел на людей, которым не требовалось для счастья знание кириллицы, латиницы или иероглифов. За спиной буфетчицы висел призыв «Требуется долива пива после отстоя пены!», напоминавший о том, что ты находишься в логове врага. Пахло мочой и воблой, мутноватое пиво буфетчица разбавляла ржавой водой, а посетители — чистой водочкой. Молодой негр с безукоризненным русским языком был там завсегда. Он всегда печалился и тянул заунывную африканскую песню.

Мы тянули жидковатое пиво, стоя за высокими столиками, и я дивился, сколько животных звуков способны производить люди разных национальностей и убеждений. У меня в голове тоже шумело, крепчал и грубел голос, развязывался язык, с которого слетали слова, не принятые в библиотечном сообществе. В пивной было накурено, но тамашнее задымление казалось ко времени и к месту, человек без папиросы смотрелся инородным телом, окончателным чудачком.

Остается добавить, что любовь к Историчке я сохранил на всю жизнь. В кабинете Востока годами работали одни и те же милые библиотекари, они были бедно одеты и день за днем, год за годом старели вместе со мной. Игривые девушки грузнели и превращались в озабоченных семейных женщин, потом в интеллигентных пожилых дам. Вдыхание книжной пыли сообщало их глазам цвет покоя и смиренности с судьбой.

Стокгольм стоит на граните, и всё там — солидное, прочное. Там такие тяжелые двери — не для хлипких людей сделаны. Чтобы совладать с ними, шведские младенцы рождаются с мозолистыми руками. А взрослые трудяги там — пузатые и с усам торчком прямо из XIX века. В местном историческом музее есть табличка с таким предупреждением: жестокие викинги — это не мы, а мы, шведы, — хорошие и добрые. Но и мы, добрые и хорошие, хоть и соблюдали нейтралитет во время Второй мировой

войны, всё равно грешны — поскольку разрешили немецким составам мчаться по нашей земле. А эти поезда везли людям смерть.

Такая работа над ошибками меня восхищает.

На югославской машинке «Юнис» я напечатал немало своих работ. Я настолько сжилась с ней, что даже переход на компьютер не заставил меня ее выкинуть. Как можно выкинуть на свалку исторический памятник? Когда в 2010 году я приехал в Сербию для презентации переведенной там «Книги японских символов», у местной библиотекарши я увидел мой родной «Юнис». Мне захотелось обнять и библиотекаршу, и ее машинку — мы обладали общим прошлым. Сербия вообще удивительная страна, там всем хочется обниматься. После лекции в той самой библиотеке ко мне подошла выдавшая виды женщина, протянула визитную карточку и без всякой подготовки произнесла: «Я не против того, чтобы вы стали моим мужем». На визитной карточке была обозначена ее профессия: психолог. Увы, в этот день мне не суждено было обняться.

Эдик Кульпин любил тепло и ту научную дисциплину, которую он назвал социоестественной историей. Она занимается взаимоотношениями человека и природы. В тот год Эдик устроил конференцию рядом с Туапсе. Вот собрался в перерыве десяток ученых людей на берегу теплого Чёрного моря. Разделись. Но вместо того, чтобы по-тихому насладиться солнышком и морем, составили лежки в кружок и заговорили о том, что нас волновало: о глобальном потеплении, о вмешательстве человека в дела природы и Бога... Слова «катастрофа», «бедствия» и «антропогенный фактор» срывались с горячечных губ. Меся раскаленный пляжный песок, мимо прошествовала супружеская пара средних лет. Глядели на нас с нескрываемым испугом. Перекрывая дискуссию, до меня донесся сочувственный женский голос: «Погорельцы, наверно». ◆



«Троицкий вариант»

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

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