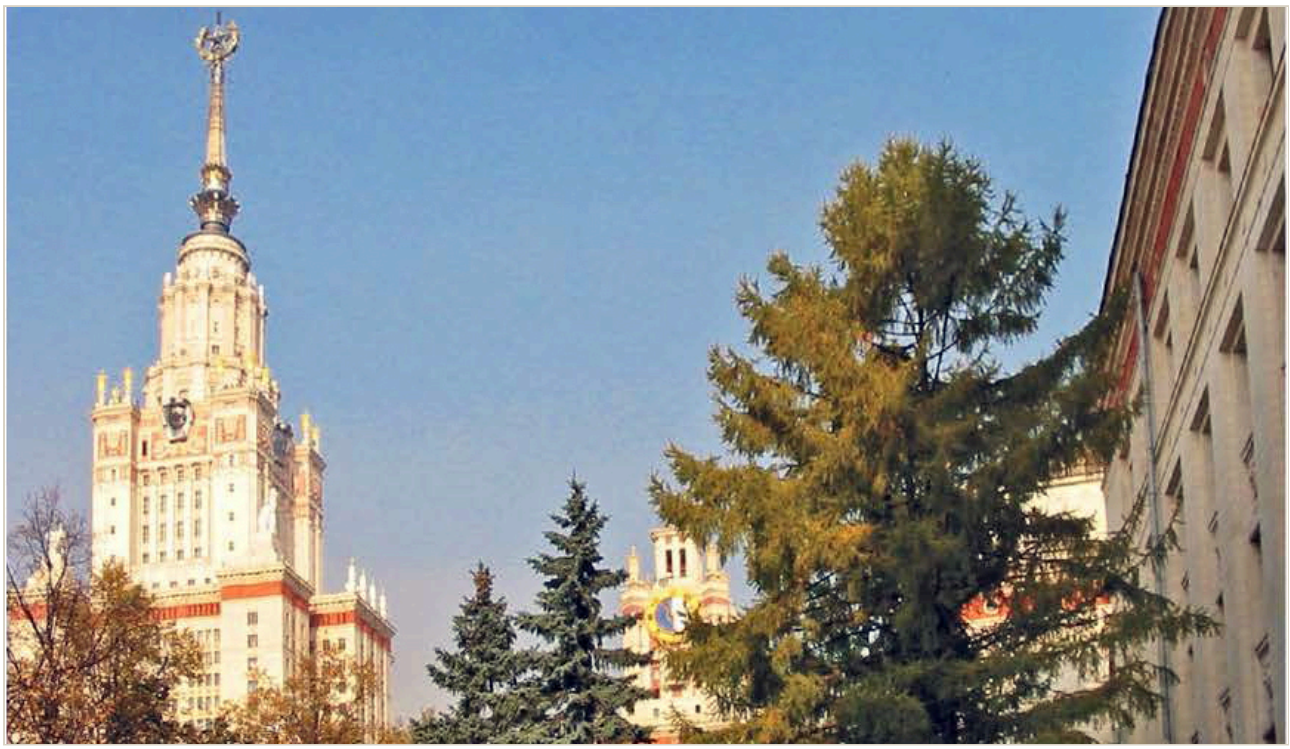
ПОЗДРАВЛЯЕМ

с 1 сентября!



Главное здание МГУ на Воробьёвых горах

ОРГАН УЧЁНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

4(183)/2026 СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

К 60-ЛЕТИЮ ИЗДАНИЯ СБОРНИКА «ФИЗИКИ ШУТЯТ»

Минус две рыбы Поля Дирака

В 1966 году издательство «Мир» сделало советским читателям замечательный подарок. Под редакцией доктора физико-математических наук В.Ф. Турчина был выпущен в свет сборник научного юмора «Физики шутят». Хотя тираж сборника составил 100 тысяч экземпляров, книгу быстро распродали, и она стала библиографической редкостью. Поэтому следующее, дополненное, издание сборника «Физики продолжают шутить» в 1968 году выпустили тиражом 300 тысяч экземпляров, которые тоже не залежались на полках книжных магазинов.

О глубокой связи шуток, игры (в самом широком смысле этого слова) и научного познания в XX веке писали и говорили многие учёные. Так, в своей монографии «Homo ludens (Человек играющий)» нидерландский историк и философ Йохан Хейзинга (1872–1945) осуществил глубокий анализ роли игры в истории культуры. Один из основоположников квантовой механики французский физик Луи де Бройль (1892–1987) посвятил этому вопросу в 1950-е годы специальные статьи. Он утверждал, что «все игры, даже самые простые, в проблемах, которые они ставят, имеют общие элементы с деятельностью учёного при его исследованиях». По мнению де Бройля, это связано с тем, что научное познание базируется на таких свойствах мышления, как воображение и интуиция, развитию которых способствуют игры и остроумные шутки. «Что значит быть остроумным, — писал де Бройль, — как не быть способным устанавливать внезапно неожиданные сопоставления, поучительные или забавные? Живой язык, который легко приспосабливается к таким сопоставлениям, может благоприятствовать научному открытию и потому, что меткое высказывание иронизирующих и “внезапное прозрение” учёных в момент великих открытий, /…/ в сущности, являются различными, но родственными проявлениями гибкого ума» (Луи де Бройль. По тропам науки. М., 1962. С. 290–295, 332). Подлинным гимном свободному, насыщенному шутками общению учёных стала книга «Часть и целое. (Беседы вокруг атомной физики)» Вернера Гейзенберга (1901–1976), ещё одного основоположника квантовой механики. Объясняя замысел своей книги, он писал: «Естественные науки опираются на эксперименты, они приходят к своим результатам в беседах людей, занимающихся ими и совещающимися между собой об истолковании экспериментов. Такие вот беседы составляют главное содержание книги» (Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989. С. 135).

В книге Гейзенберга учёные действительно непрерывно беседуют: на прогулках и конференциях, на семинарах и за чайным столом, даже сами с собой. Причём именно в ходе этих непрекращающихся бесед рождается радикально новое понимание законов природы.

В книге «Я — математик» Норберт Винер (1894–1964), один из создателей кибернетики, вспоминал о том, как резко изменилась обстановка в американской науке в 1940–50-е гг. Из жизни людей исчез досуг. До войны в комнатах отдыха Массачусетского технологического института часто можно было увидеть студентов, играющих в бридж. Иногда к ним присоединялся и сам Винер, не считая это время потерянным, так как между партиями вспыхивали довольно интересные споры. С началом же войны «все стали убийственно серьёзны», исчезли какие-либо возможности для интеллектуальной игры. Причём ситуация не изменилась и после окончания войны, так что «трудно встретить молодых людей, которые осмелились бы оторвать время от своей работы, чтобы подумать о том, что эта работа собой представляет» (Норберт Винер. Я — математик. М., 1967. С. 259). Собственно, появление в 1950–60-е гг. множества ностальгических воспоминаний об ушедшей эпохе и рассуждений о принципиальной важности свободного общения учёных стали реакцией научного сообщества на «убийственную серьёзность» всё более регулируемой государством послевоенной науки. Ну а следствием желания напомнить (в первую очередь самим себе) то, что учёные умеют быть несерьёзными, стал выход в СССР знаменитого сборника «Физики шутят».

В принципе, наличие среди учёных, пусть даже великих, любителей игр и шуток ещё не означает, что такие забавы действительно имеют важное значение для развития науки. Тем более что в массовом сознании учёный, прежде всего физик, — это человек, всё своё время проводящий в лаборатории или погружённый в математические вычисления. Во многом это так, хотя в важности для учёных свобод-

ного общения, в том числе шуточного, легко убедиться, побывав на научных конференциях, где наиболее интересные дискуссии проходят, как правило, в перерывах, в неформальной обстановке. Что же касается лабораторных исследований и математических вычислений, то они, если вдуматься, сами по себе являются игрой, изощрённости которой позавидует любой геймер.

В ходе лабораторного эксперимента мы помещаем изучаемые явления в искусственные и благодаря этому контролируемые учёным условия, подвергаем их при помощи созданных человеком приборов запредельным воздействиям и на основе полученных данных утверждаем, что таким способом мы исследуем объективную, то есть не зависящую от человека реальность. Это ли не игра в сотворение нового мира?! Между прочим, такие сравнения часто встречаются в трудах создателей науки Нового времени, ожесточённо споривших на протяжении всего XVII века о том, может ли приборный эксперимент, выполняемый в стенах лаборатории, служить надёжной основой для познания законов природы. При этом споры о роли приборов в познании вновь стали актуальными в XX в. Вспомним хотя бы полемику Альберта Эйнштейна и Нильса Бора о полноте квантово-механического описания реальности.

Ещё более явно игровое начало присутствует в математике. Более того, я бы сказал, что математика — это грандиозная, возможно, самая грандиозная игра, в которую человечество играет, изобретая всё более фантастические объекты — от отрицательных и мнимых чисел до фракталов, уже более трёх тысяч лет. И именно своим игровым началом, а не просто возможностью что-либо вычислять (вычисляют и бухгалтеры), она ценна для физики. По сути, математика играет в физике роль, аналогичную роли исследовательских приборов, позволяющих учёным проникать в новые миры. При этом если приборы, например, телескопы и микроскопы, позволяют увидеть невидимое, то математика позволяет мыслить немыслимое, невозможное для прежней науки. В XX веке математика окончательно превращалась в инструмент исследования физической реальности, подобный ускорителям, электронным микроскопам и другим приборам экспериментаторов. Теоретики всё чаще вводили в физику объекты с совершенно фантастическими свойствами, а для работы с ними изобретали соответствующий математический аппарат.

Эту важнейшую особенность современной физики описал в своём шуточном эссе «Как работает физик-теоретик» В.Л. Березинский (Пути в незнаемое. Писатели рассказывают о науке. № 3. М., 1963. С. 600–603; Физики продолжают шутить. М., 1968. С. 294–298). Автор эссе, с тонкой иронией описавший стиль работы своих коллег, физиков-теоретиков, в частности отметил, что они «очень любят рассматривать принципиально ненаблюдаемые эффекты». Например, Дирак предположил, что существует сплошное море электронов с отрицательной энергией (так называемое «море Дирака». — Ю.М.), которое нельзя обнаружить. Но если выудить из этого моря один электрон, то на его месте окажется дырка, которую мы принимаем за положительно заряженный электрон — позитрон» (Физики… С. 297).

Действительно, выведенное в 1928 году английским физиком лауреатом Нобелевской премии (1933) Полем А.М. Дираком (1902–1984) волновое уравнение, получившее название «уравнение Дирака», допускало существование отрицательных энергий, не поддающихся физическому объяснению. Эти

отрицательные решения уравнения можно было отбросить как не имеющие физического смысла. Вместо этого Дирак предположил, что состояния с отрицательной энергией реально существуют. Это позволило ему предсказать существование обнаруженного позже позитрона, или антиэлектрона, — первой из открытой физиками античастиц.

В.Л. Березинский, ссылаясь на свидетельства людей, хорошо знавших Дирака, написал, что выдвижение подобных идей было характерным для учёного. Так, будучи студентом в Кембридже и участвуя в математическом конкурсе, Дирак предложил, мягко говоря, нетривиальное решение следующей задачи о трёх рыбаках.

Рыбаки целый день ловили рыбу, а вечером, сложив улов на берегу, легли спать. Однако одному из них не спалось, и он решил уехать, забрав свою часть улова. Пересчитав улов, рыбак разделил всю рыбу на три части. При этом одна рыба оказалась лишней. Рыбак бросил её в воду, забрал свою долю и уехал домой. Среди ночи проснулся второй рыбак и, не заметив отсутствия первого товарища, разделил оставшуюся рыбу на три части, одну лишнюю тоже бросил в воду, забрал свою часть и уплыл домой. Так же, под утро, не заметив, что остался один, поступил третий рыбак. В задаче спрашивалось, какое наименьшее количество рыб могло быть у рыбаков.

> *«Дирак предложил такое решение: рыб было (–2). После того как первый рыбак совершил антиобщественный поступок, швырнув одну рыбу в воду, их стало (–2) – 1 = –3. Потом он ушёл, унося под мышкой (–1) рыбу. Рыб стало (–3) – (–1) = –2. Второй и третий рыбак просто повторили нехороший поступок их товарища» (там же. С. 298).*

Нетрудно заметить, что решение Дирака основано на элементарной подмене: в воду каждый рыбак бросал одну «положительную» рыбу, а с собой забирал одну «отрицательную». Интересно, что можно найти и «нормальное», то есть в положительных числах, решение задачи Дирака. Не буду лишать читателей удовольствия найти его самостоятельно, тем более что в нём есть небольшая «изюминка». Приведу лишь ответ. Число рыб *M*, удовлетворяющее условиям задачи, задаётся формулой:

$$\mathbf{M = 25 + 27N}, \quad \textit{где } N = 0, 1, 2, 3\ldots$$

Тем самым минимальное число рыб равно 25. Между прочим, если взять N = –1, то M = –2, и мы получим решение Дирака. Правда, если мы допустим, что числа могут быть отрицательными, то число (–2) не будет наименьшим. Число (–29), которое получается при N = –2, будет меньше, чем (–2). Собственно, в этом случае наименьшее число отсутствует, и, для того чтобы решение Дирака было верным, надо оговорить, что искомое число должно быть наименьшим по модулю.

Мы уже вряд ли узнаем, как именно Дирак решал предложенную на конкурсе задачу. Возможно, он вначале вывел общую формулу, а потом решил поиграть с числами. Важно другое. В.Л. Березинский, несомненно, был прав, увидев родство «безумной» идеи выуживания античастиц из моря отрицатель-

ной энергии и забавной идеи ловли «отрицательных» рыб — шедевра математического остроумия. Такое родство серьёзного и несерьёзного можно обнаружить не только в творчестве Дирака. Это родство автор эссе описал так: «В основе теоретической работы лежат ясные, упрямые и понятные экспериментальные факты. Уже в середине работы теоретик основательно запутывает и затемняет их всяческими рассуждениями и математическими формулами, а к концу он может свободно выуживать из этого моря математики те выводы, которые он собирался получить с самого начала. Лучше всего, если эти выводы нельзя проверить экспериментально» (Физики… С. 296–297). Именно после этого описания Березинский рассказал историю про «отрицательных» рыб Дирака.

В заключение приведу несколько совсем несмешных фактов из биографий автора эссе В.Л. Березинского и редактора сборника «Физики шутят» В.Ф. Турчина.

Вадим Львович Березинский (1935–1980), уроженец Киева, в 1959 г. окончил физический факультет МГУ, а в 1963 году — аспирантуру МИФИ. К сожалению, несмотря на полученное им блестящее образование, Березинский очень долго не мог начать работать как физик-теоретик, во всяком случае — официально. В 1963 году, в год выхода в свет эссе о физиках-теоретиках, он начал работать в Московском текстильном (это, увы, не шутка!) институте, а с 1968 года — в НИИ Теплоприбор. Тем не менее теоретическая физика не была забыта. Березинский активно работает, преимущественно в области физики твёрдого тела, публикуется в таких авторитетных журналах, как ЖЭТФ и Письма в ЖЭТФ. Его наиболее важные работы относятся к теории фазовых переходов в двумерных системах и теории локализации в неупорядоченных одномерных проводниках. В 1971 году В.Л. Березинский становится кандидатом физико-математических наук. Защита диссертации на тему «Низкотемпературные свойства двумерных систем с непрерывной группой симметрии» проходила в Институте теоретической физики имени Л.Д. Ландау АН СССР. Однако сотрудником этого института (младшим научным сотрудником) В.Л. Березинский смог стать лишь в 1977 г., и лишь незадолго до смерти он был удостоен звания старшего научного сотрудника. В 1980 г. Вадим Львович умер после продолжительной болезни, не дожив трёх недель до своего 45-летия. Как писали друзья учёного, его болезнь скорее всего была следствием жизненных невзгод (Памяти Вадима Львовича Березинского. Успехи физических наук. Т. 133, вып. 3, 1981).

Говоря о научных достижениях учёного, необходимо отметить то, что в 1960-е годы В.Л. Березинский первым применил топологические методы для изучения фазовых переходов в двумерных системах и предсказал ряд необычных физических свойств этих систем. Ему принадлежит открытие в двумерных системах низкотемпературной фазы нового типа — «фазы Березинского». Он также обнаружил важную роль топологических конфигураций (вихрей) при фазовом переходе из этой фазы в высокотемпературную. Было показано, что в фазе Березинского вихри объединены в «молекулы», распад которых при критической температуре и приводит к фазовому переходу.

О том, насколько работы В.Л. Березинского оказались важны для последующего развития физики, говорят два факта. В 2007 г. была издана диссертация учёного (Березинский В.Л. Низкотемпературные свойства двумерных систем с непрерывной группой симметрии / Под ред. А.М. Полякова и В.Л. Покровского. — М.: Физматлит, 2007). А в 2016 г. американским учёным Дэвиду Таулесу, Дункану Хал-

дейну и Джону Костерлицу была присуждена Нобелевская премия по физике за теоретическое открытие топологических фазовых переходов и топологических фаз материи. Эти исследования относятся к физике конденсированного состояния вещества и в значительной степени связаны с фазовым переходом Березинского — Костерлица — Таулеса, математическое описание которого впервые предложил в 1960-е гг. Вадим Львович Березинский.

Валентин Федорович Турчин (1931–2010), уроженец г. Подольск Московской области, окончил физический факультет МГУ. В 26 лет стал доктором физико-математических наук, в 32 года — автором монографии «Медленные нейтроны». До 1964 года работал в г. Обнинске, в Физико-энергетическом институте. Затем Турчин перешёл в Институт прикладной математики, где занимался информатикой и кибернетикой. Создал новый язык программирования РЕФАЛ, на котором удобно описываются алгоритмические языки, трансляторы и символьные математические преобразования. Заложил основы метавычислений, предложив новый метод преобразования и оптимизации программ — суперкомпиляцию.

Наряду с научной работой В.Ф. Турчин активно занимается литературной и театральной деятельностью. Он — автор сатирических пьес-комедий «Господин Куб» и «Защита диссертации», капитан команды КВН и многое другое. В 1970-е годы Турчин включился в правозащитную деятельность, что повлекло за собой в 1974 г. увольнение с работы. В 1977 г. Турчин переехал в США, где успешно работал как кибернетик в ряде американских университетов. После переезда в США друзья Турчина шутили, что теперь он выпустит третье издание своей знаменитой книги «Физики дошутились». Дальнейшие события показали, что дошутились не столько советские физики, сколько страна, не умевшая беречь своих учёных.



Ю.Л. Менцин в Музее истории университетской обсерватории ГАИШ МГУ

Менцин Ю.Л., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий Музеем истории университетской обсерватории ГАИШ МГУ