



## ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Фото из странички Алексея Екайкина в «ВКонтакте»

Ушедший год был полон горячих дискуссий о глобальном потеплении. Вероятно, это заслуга Греты Тунберг, выступившей с трибуны ООН с прочувственной речью. Конечно, ее выступление было организовано политиками, конечно, это PR-акция, но, надо признать, весьма успешная. Отвлекаясь от стилистических оценок и политических аспектов, надо поблагодарить Грету, что привела в движение такие массы серого вещества как во всем мире, так и (в особенности) у нас на родине. Нобелевскому лауреату не под силу порой то, что может сделать эмоциональная девочка — растрогать или разозлить сотни миллионов, повлияв на повестку мировых СМИ и предмет сетевых баталий. Многие профессиональные климатологи считают, что выступление Греты принесло науке скорее вред, чем пользу, но это зависит от того, насколько сами ученые готовы выступать перед широкой аудиторией. Если готовы, то теперь их аудитория будет намного больше, чем год назад, — именно в этом заслуга Греты. На самом деле, если говорить о факте антропогенного глобального потепления, предмета для споров здесь не больше, чем в дискуссиях о шарообразности Земли или о факте Большого взрыва. Но ожесточенные споры идут по всем направлениям, там и там находятся «эксперты», утверждающие, что весь научный истеблишмент либо проплачен, либо политически ангажирован, либо закоснел в поклонении замшелым авторитетам. Действительно, климатология испытывает давление со стороны политики и экономики, причем с разных сторон. Внешнее давление — очень

плохой фактор для научных исследований, но значит ли это, что климатологи в подавляющем большинстве поддались этому давлению и хором обманывают народ?

«Троицкий вариант» продолжает дискуссию о глобальном потеплении. Наша главная цель не споры о наличии/отсутствии, а просвещение. Мы не будем «давать трибуну» ораторам, отрицающим факт антропогенного потепления по той же причине, по которой мы не публикуем отрицателей Большого взрыва и теории относительности. Тем не менее ответы на расхожие мифы в дискуссии прозвучат, поскольку это весьма эффективный способ объяснения реальности.

Второй вопрос кроме самого факта антропогенного потепления — вопрос о его возможных последствиях. Может быть, оно полезно и не о чем беспокоиться? Или все-таки кому-то от него придется туго? Но, может быть, кому-то другому, а не нам? И может быть, фиг с ним, с тем, кому придется плохо? А может быть все-таки человечество едино, и не стоит различать, по ком звонит колокол? И какова оптимальная стратегия цивилизации перед лицом глобального потепления? Здесь меньше определенности и больше предмета для споров. К этому вопросу мы рассчитываем перейти во вторую очередь.

Мы вынуждены выразить сожаление, что в материалах прозвучит резкая критика высказываний Александра Городницкого — человека, которого мы любим и уважаем за другие стороны его деятельности.

Борис Штерн

## О глобальном потеплении и методах его исследования и прогноза

Игорь Эзау

Игорь Эзау,

канд. физ.-мат. наук (Россия), PhD (Швеция), старший исследователь климатической группы Нансен-центра (Берген, Норвегия)



Наша планета Земля получает почти всё свое тепло от Солнца. По современным спутниковым данным, площадь в один квадратный метр, расположенная вне атмосферы и подставленная под прямым углом к лучам Солнца, получает 1365 Ватт мощности солнечного излучения. Это так называемая солнечная «постоянная». Для скептиков надо указать, что никакая она не постоянная и меняется в пределах  $\pm 3\%$  в зависимости от солнечной активности, сезона и способа измерения и подсчета [1]. Вклад изменений активности Солнца, так же как и вклад активности вулканов, учтен в моделях климата [2].

Учитывая полную площадь планеты, изменение угла наклона поверхности к солнечным лучам и то, что половина Земли находится в тени, реально получаемая в среднем

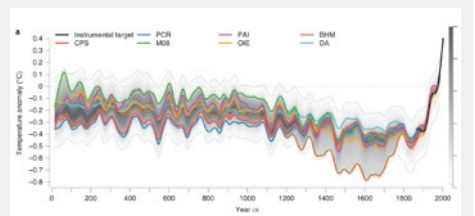
за год энергия вне атмосферы уменьшается до 340 Ватт на квадратный метр ( $\text{Вт м}^{-2}$ ). Попадая на Землю, часть этой энергии отражается от облаков, от поверхности континентов и океанов, поглощается в самой атмосфере и переизлучается обратно. В итоге для приведения в действие тепловой машины климата во всех ее формах доступно только  $250 \text{ Вт м}^{-2}$ . Вот эта-то величина известна намного менее точно ( $\pm 10\%$ ), чем солнечная постоянная. Для сравнения: вклад тепла из недр планеты мал и составляет лишь  $0.03 \text{ Вт м}^{-2}$  или около  $0.01\%$  от доступной энергии. Прямой вклад тепла, которое производит человек, примерно такого же порядка — около  $0.04 \text{ Вт м}^{-2}$  [3]. С практической точки зрения климат воспринимается человеком, да и основной частью биосферы, в виде среднего режима погоды у поверхности земли, где мы, собственно, и обитаем, и ведем свою деятельность. Хотя у погоды много важных характеристик (ветер, осадки и т. п.), о климате удобно в первом приближении су-

дить по изменениям температуры воздуха. Это интуитивно понятная величина. Она легко измеряется, и ее непосредственные измерения известны для последних примерно 200 лет, а если брать косвенные данные, например соотношение изотопов кислорода во льду Антарктиды, то и для более миллиона лет.

Если бы Земля была лишена атмосферы, то равновесная температура теплового излучения серого тела на орбите Земли была бы  $-18^\circ\text{C}$ . Газы в атмосфере частично непрозрачны для теплового излучения, поэтому, для того чтобы потоки приходящей и уходящей энергии были в среднем одинаковы, а иначе температура будет либо расти, либо падать, необходимо нагреть излучающую поверхность, то есть увеличить поток тепла на величину, которая будет переизлучена атмосферой обратно к Земле. При неподвижной атмосфере температура Земли выросла бы до  $+40^\circ\text{C}$ .

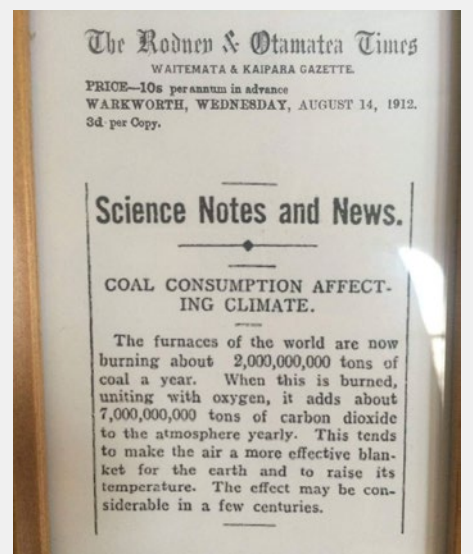
Окончание см. на стр. 2–3

### В номере



#### Что происходит и происходило с климатом

Игорь Эзау о современном глобальном потеплении, Ирина Делюсина о колебаниях климата в прошлом, Алексей Екайкин о статье Александра Городницкого и о ледниковом щите Антарктиды — стр. 1–6



#### Хранители памяти

Защитим «Мемориал»! Переписка ученых с Ю.А. Дмитриевым — стр. 8–9



#### Со Вселенной и с темной энергией всё в порядке

Олег Верходанов о сенсационных опровержениях космологической парадигмы — стр. 10–11

#### По следам мегагрантов — 3

Галина Цирлина, Михаил Фейгельман и Екатерина Малинкина продолжают сериал об итогах мегагрантов. На этот раз — физика — стр. 13

#### Гений и игра в кости

Евгений Беркович о сложных отношениях Эйнштейна с квантовой механикой — стр. 14

#### Живой язык

Ирина Фуфаева о новых региональных изобретениях народа-языкотворца — стр. 16

Окончание. Начало см. на стр. 1

С перегревом помогает бороться атмосферная конвекция, которая выносит водяной пар выше основной массы атмосферы, где он выделяет тепло при конденсации и тем самым более эффективно излучает тепло в окружающее пространство. Конвективное приспособление охлаждает поверхность Земли до наблюдаемых  $+15^\circ\text{C}$  [4]. Таким образом, климат планеты определяется не столько приходящей солнечной энергией, сколько тем, как устроена динамика атмосферы и океана. К сожалению, при изучении динамики простыми рассуждениями о физических эффектах и оценочными суждениями не обойтись. Любой, даже самый здравый эффект может быть нивелирован или, наоборот, усилен динамикой. Динамику климата Земли нужно моделировать!

Тем не менее некоторые рассуждения о климате могут быть полезны, исключая хорошо известные орбитальные факторы, которые на протяжении десятков тысяч лет медленно управляют циклами оледенений; в историческое время, т. е. последние пять тысяч лет современного межледникового, температурные вариации определяются балансом доступного тепла от Солнца и обменом теплом с деятельным слоем океана. Вплоть до XX столетия такие температурные вариации для планеты в целом не превышали  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  [5].

В настоящее время основным фактором, который мог бы менять величину баланса солнечного тепла, считается вулканическая активность. Геохимические исследования ледников и других отложений позволяют довольно хорошо восстановить активность вулканов в историческое время и сопоставить ее с изменениями температуры [6]. И действительно, многие исторические похолодания могут объясняться, хотя и не полностью, всплесками активности и ее «неудачной» географической и сезонной конфигурацией, тут опять проявляется динамика атмосферы: не все вулканы одинаково влияют на климат [7]. Ряд недавно опубликованных работ заставляют предположить, что изменения динамики конвективных процессов, которые отражаются на количестве, организации и отражательной способности облачности и выносе тепла от поверхности, также могут значительно влиять на баланс тепла и температуру планеты [8]. Обмен теплом с океаном может как непосредственно менять температуру — амплитуды таких изменений очень малы, — так и менять динамику атмосферных процессов и уже через эти изменения менять температуру. К сожалению, динамика взаимодействия атмосферы и океана всё еще недостаточно хорошо изучена из-за обилия обратных связей, резонансов и нелинейности [9]. Но, каковы бы ни были изменения динамики и термодинамики в историческое время, наблюдаемый факт состоит в том, что они не вызывали изменений температуры более чем на  $0.5^\circ\text{C}$ .

С середины XIX века, однако, происходит нечто необычное. Два процесса — беспрецедентный рост температуры более чем на  $1^\circ\text{C}$  за 100 лет и увеличение содержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) более чем на 40% за это же время — разворачиваются параллельно. Кроме того, сильно растет концентрация метана, окислов азота и других «парниковых» газов. То, что сжигание ископаемого топлива и есть причина роста концентрации  $\text{CO}_2$ , доказать нетрудно. Для этого нет нужды изучать статистику добычи и использования угля, нефти, газа и т. д., впрочем, эта статистика довольно хорошо известна, достаточно изучить изменение изотопного состава углерода в атмосферном  $\text{CO}_2$ , и содержание кислорода в атмосфере (рис. 1). В природе встречаются три изотопа углерода в составе различных соединений, минералов, в воздухе и в воде океанов. Наиболее распространённый (около 98% от общего количества этого элемента) стабильный изотоп,  $^{12}\text{C}$ , содержит 6 протонов и 6 нейтронов. Стабильный изотоп  $^{13}\text{C}$ , с семью нейтронами, составляет примерно 1%. В воздухе и верхнем перемешанном слое океана имеется также некоторая малая примесь долгоживущего радиоактивного изотопа  $^{14}\text{C}$ , с восемью нейтронами, который получается из азота воздуха при воздействии космического излучения. Точное измерение соотношений изотопов, например отношение  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ , в массе углекислого газа и метана воздуха позволяет выявлять источники наблюдаемых изменений концентрации этих парниковых газов. Растения предпочтительно поглощают  $^{12}\text{C}$ . Поэтому ископаемое топливо обогащено этим изотопом, в то время как минералы небиологического происхождения и растворённый углерод океанов — нет. Как следствие, при сжигании ископаемого топ-

лива, в воздухе будет меняться не только содержание  $\text{CO}_2$ , но одновременно и отношение  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ , что и наблюдается. Этого не будет происходить при изменении активности вулканов или обмена с океаном или же при производстве цемента. Отношение  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  позволяет установить возвращается ли в атмосферу ископаемый углерод, который не содержит  $^{14}\text{C}$ , или это сжигается современная биомасса (леса). Таким образом, с точностью до единиц процентов, установлено, что в атмосферу добавляется углерод из ископаемого топлива, при этом именно путём его сжигания, поскольку одновременно и пропорционально падает содержание кислорода в воздухе.

Радиационные свойства газовых смесей хорошо изучены в лабораториях, превращены в формулы и тщательно откалиброванные расчетные модели различной сложности. Поэтому нам известен эффект «парниковых» газов на радиационный баланс планеты, что называется, «из пробирки». Он составил к 2014 году в целом около  $3\text{ Вт м}^{-2}$ , из них эффект собственно добавленного углекислого газа составил  $1.7\text{ Вт м}^{-2}$ . Хотя мы и точно не знаем баланс тепла на поверхности планеты, мы знаем, что его изменения не вызывали изменений температуры, какие мы наблюдаем за время, совпадающее с периодом роста концентраций парниковых газов.

Мы можем также сравнить оценки температуры во время предыдущих межледниковий, когда концентрации парниковых газов мало менялись, с оценками изменений баланса тепла от орбитальных эффектов, которые известны хорошо. Полученные оценки чувствительности климата, т. е. отношения изменения температуры к изменению баланса тепла, хотя и имеют большой разброс, но хорошо согласуются с современными наблюдениями и данными модельных расчетов [10], давая в среднем

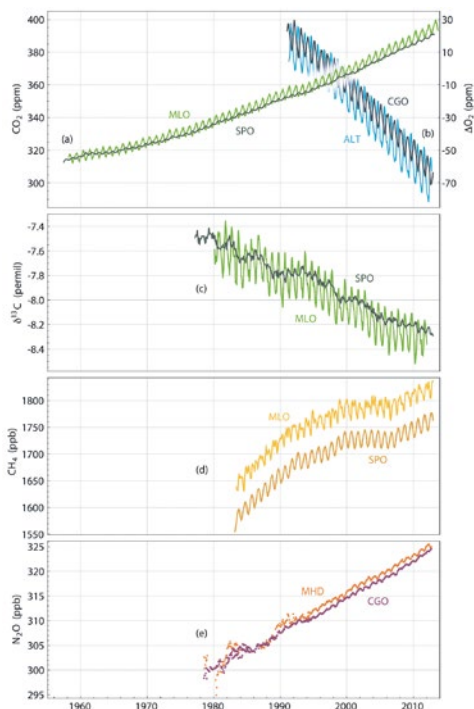


Рис. 1. (МГЭИК 5-й доклад, рис. 6.3): (а) Изменение атмосферных концентраций  $\text{CO}_2$  (все изотопы) для станций Мауна Лоа (MLO) и Южный Полюс (SPO) — северное и южное полушария соответственно; (б) кислорода для станций Алерт (ALT) и Кейп Грим (CGO); (с) отношение устойчивых изотопов  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  характеризует рост относительной доли ископаемого углерода; (д) изменение концентраций метана  $\text{CH}_4$  и (е) окислов азота  $\text{N}_2\text{O}$

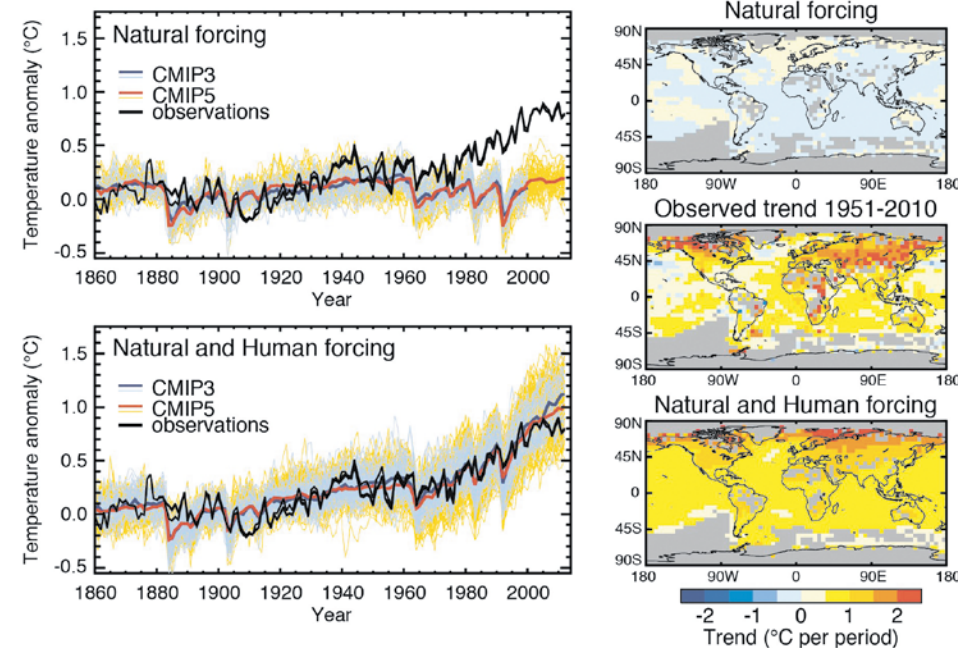


Рис. 2 (МГЭИК 5-й доклад, рис. 10.1): Аномалии температуры, полученные в расчетах исторических изменений климата с 1850 года без роста концентрации парниковых газов (верхняя панель) и с наблюдаемым ростом концентрации (нижняя панель). Справа даны соответствующие географические распределения температурных трендов. Результаты моделирования взяты из двух сравнительных экспериментов CMIP3 и CMIP5

$1.11\text{ Вт м}^{-2}\text{ K}^{-1}$  с 5%-95% интервалом  $0.74\text{--}1.62\text{ Вт м}^{-2}\text{ K}^{-1}$ . Для нас важно следующее. Какое бы реалистичное значение чувствительности измененной температуры планеты к изменению баланса тепла мы ни выбрали, наблюдаемые изменения могут быть обеспечены только эффектом накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Именно это и показывают оценки и модельные эксперименты с «включением» различных комбинаций радиационных эффектов, которые приводятся в докладе МГЭИК (рис. 2). Расчетные аномалии температуры систематически отличаются от ожидаемых аномалий при отсутствии выбросов углекислого газа, и это различие значимо не позже 1980 года.

Обратим внимание, что переход к более теплomu климату, который соответствует современному содержанию  $\text{CO}_2$  в атмосфере, растянут во времени. Температурная аномалия в  $1.1^\circ\text{C}$ , наблюдаемая в настоящее время, соответствует концентрациям  $\text{CO}_2$  в середине XX века, а нынешние 408 частей на миллион частей воздуха проявятся полностью только во второй половине века XXI. Поэтому даже если немедленно прекратить выбросы, то изменения климата и рост температуры не остановятся еще долго.

Кроме  $\text{CO}_2$ , главными парниковыми газами являются водяной пар и метан в атмосфере. Содержание водяного пара быстро растет с температурой, что формирует положительную обратную связь с содержанием углекислого газа [11]. Водяной пар в 3–6 раз усиливает эффект  $\text{CO}_2$  на рост температуры. Однако при всей своей мощи это лишь вторичный эффект, который сам по себе не приводит к долгосрочным нарушениям теплового баланса. Кроме того, перенос водяного пара в верхние слои атмосферы и его конденсация приводят к охлаждению планеты. Среднее время жизни молекулы водяного пара в атмосфере до ее выпадения на поверхность лишь четверо суток, так что водяной пар находится в динамическом равновесии с более долгоживущими нарушителями теплового баланса. То же можно сказать и о метане. Его время жизни в атмосфере около 30 лет, что также заметно меньше, чем временной масштаб изменений климата. Без  $\text{CO}_2$  воздействие и того и другого газа быстро вернется к своему историческому равновесию.

Итак, термодинамику и перенос радиации в атмосфере, т. е. общий баланс тепла, мы понимаем достаточно хорошо; динамику, т. е. перераспределение тепла по планете, — не очень хорошо. Вопрос о роли конвекции и крупномасштабной динамики планетарных волн в атмосфере еще далеко не решен. И та и другая динамика пока не слишком хорошо воспроизводится моделями. Впрочем, модели работают достаточно хорошо, чтобы давать прогноз потепления для наблюдаемого изменения содержания  $\text{CO}_2$  (рис. 3). И достаточно

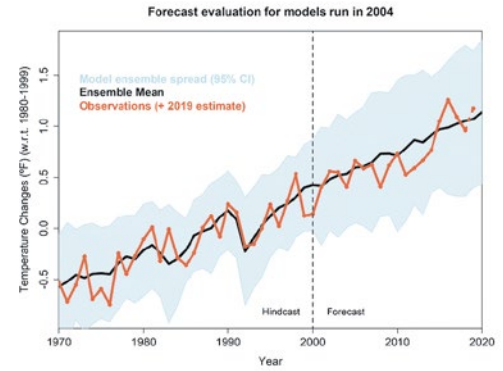


Рис. 3. Проверка предсказаний моделей из сравнительного эксперимента CMIP3, который был использован для подготовки 4-го доклада МГЭИК. Для моделей использованы данные наблюдений до 2000 года. Прогноз выдавался на 20-летний период (2000–2020). Отклонения температуры даны в градусах Фаренгейта. Подготовлено Гавином Шмидтом для [13]

хорошо, чтобы воспроизводить некоторую поддержку потепления в середине и самом конце XX века [12].

В настоящий момент достигнуты концентрации  $\text{CO}_2$ , которые не наблюдались на протяжении последних трех миллионов лет. Полученная в результате множества модельных экспериментов и анализа огромного массива исторических и геологических данных зависимость между аномалиями температуры и содержанием углекислого газа позволяет предсказать, что температура вырастет к концу XXI века по меньшей мере еще на один градус. Данные показывают, что дискуссии о сокращении выбросов  $\text{CO}_2$  несущественны (в исторической перспективе) (рис. 4). Если выбросы не сокращать, то будут получены совершенно определенные климатические изменения, может быть, только несколько раньше или позже. На временных масштабах развития государства и инфраструктуры различия в последних несущественны.

**В целом антропогенное изменение климата есть доказанный наукой факт.** При всех своих недостатках модели климата в настоящее время развиты настолько, что обладают значительной доказанной предсказательной силой и не только для планеты в целом, но и для

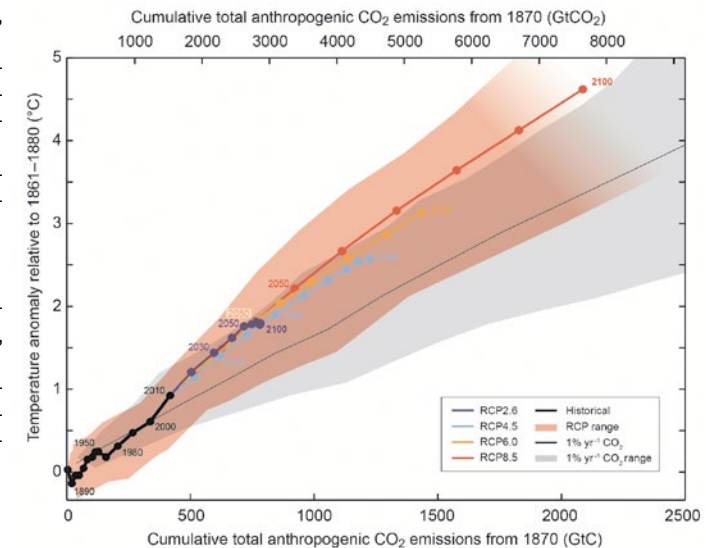


Рис. 4. (МГЭИК 5-й доклад, рис. SPM10): Зависимость аномалий температуры от накопленных выбросов антропогенного  $\text{CO}_2$ . При любом сценарии масса выбросов почти однозначно переводится в изменение температуры

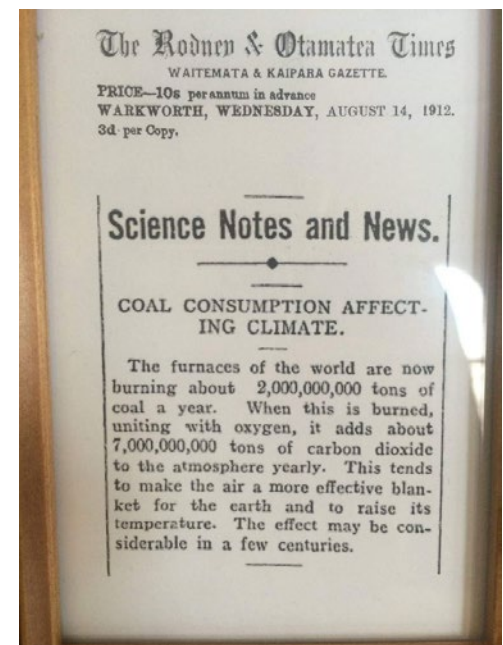


Рис. 5. Заметка из новозеландской газеты о климатических последствиях сжигания угля (1912)

**Содержание углерода, способного к обмену с атмосферой в разных средах, гигатонны в пересчете на углерод**

Эта таблица приведена для общей ориентации: где сколько запасено углерода, способного к пополнению атмосферного CO<sub>2</sub>. Содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере и темп антропогенной эмиссии определяются прямыми измерениями<sup>1</sup>.

Даны только потенциально рентабельные запасы ископаемого топлива. Разброс цифр отражает неопределенность оценки.

<sup>1</sup> Pierre Friedlingstein et al. Global Carbon Budget 2019: earth-syst-sci-data.net/11/1783/2019

	2015 год	Примерная разница с доиндустриальным уровнем
Атмосфера	860	+275
Океан	39 000	
Живые растения	450–650	
Почва, мертвые растения	1 500–2 400	
Вечная мерзлота	1 700	
Ископаемое топливо	≈1 000–2 000	–570
Нефть	175–265	–150
Газ	385–1 135	
Уголь	445–540	

некоторых отдельных регионов, например для Северной Атлантики и Арктики. На эти факты и достижения и опирается «климатический консенсус». Серьезные споры сместились либо в область более детального изучения различных процессов, той же динамики конвекции, либо в дискуссию о том, что с этим знанием о потеплении климата человечество должно делать.

К удивлению, наверное, многих, климатические знания всегда были и есть востребованными. Медленные изменения климата, температуры и осадков интересовали человечество с момента зарождения цивилизации. Да и сами цивилизации зародились по берегам великих рек, которые чувствительны к климатическим вариациям. Известны записи уровня воды в Ниле более чем 5-тысячелетней давности. Не утратили актуальности климатические сведения и сейчас. Без знаний температуры и ее изменений невозможно ни дом построить, ни планировать развитие регионов. Последствия выбросов углекислого газа для климата были ясны ученым еще 100 лет назад (рис. 5), хотя для перехода от качественных к количественным оценкам потребовалось развитие многих отраслей математики и физики, а также системы наблюдений. Нет нужды кого-либо убеждать, что наблюдаемые изменения климата уже приняты во внимание страховыми компаниями и банками. Борьба разворачивается за принятие климатических прогнозов. Столь критикуемое климатическими активистами нежелание политиков и капитанов бизнеса противодействовать изменениям климата на деле во многом мнимое: конкретный бизнес и политика почти не имеют столь далеких горизонтов планирования, ведь требуется заблаговременность решений в 30–50 лет и более.

Тут, кажется, проявляется классическая проблема теории игр: платить надо сейчас, чтобы снизить риски, которые станут заметны через десятилетия. Поэтому внимание климатологов сосредотачивается на определении рисков климатических изменений в тех географических областях и в тех физических процессах, где они могут быть достаточно точно определены при современном уровне знаний. Одна из таких областей — Арктика и прилегающие территории — непосредственно касается России. Арктика освобождается ото льда на один, два, может быть, и три месяца в году уже через два-три десятилетия, при этом место толстого многолетнего льда занимает тонкий однолетний лед. В этом прогнозе у климатологов разногласий нет. Что за этим последует, кроме улучшения условий судоходства, не совсем понятно. Есть работы, которые указывают на усиление атмосферных волн тепла и холода в средних (более заселенных) широтах вследствие открытия Арктики. Есть другие работы, где эти выводы ставятся под сомнение. Цена вопроса для России высока. Может быть, вместо абстрактных споров о климатах далекого прошлого, что само по себе ценно, заняться более активным изучением сценариев и физических процессов климатов будущего, даже если какие-то из этих сценариев и не будут реализованы?

1. Soon W., Connolly R., & Connolly M. (2015). Re-evaluating the role of solar variability on Northern Hemisphere temperature trends since the 19th century. *Earth-Science Reviews*, 150, 409–452. doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.08.010
2. Canty T., Mascioli N. R., Smarte M. D., & Salawitch R. J. (2013). An empirical model of global climate — Part 1: A critical evaluation of volcanic cooling. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(8), 3997–4031. doi.org/10.5194/acp-13-3997-2013
3. "Key World Energy Statistics 2019". International Energy Agency. 26 September 2019. Pp. 6, 36. Retrieved 7 Января 2020.
4. Manabe S. (1997). Early Development in the Study of Greenhouse Warming: The Emergence of Climate Models. *Ambio*, 26(1), 47–51.
5. Neukom R., Barboza L.A., Erb M.P. et al. Consistent multidecadal variability in global temperature reconstructions and simulations over the Common Era. *Nat. Geosci.* 12, 643–649 (2019) doi:10.1038/s41561-019-0400-0
6. Robock, A. (2000). Volcanic eruptions and climate. *Rev. Geophys.*, 38, 191–219.
7. Brönnimann S., Franke J., Nussbaumer S.U. et al. Last phase of the Little Ice Age forced by volcanic eruptions. *Nat. Geosci.* 12, 650–656 (2019) doi:10.1038/s41561-019-0402-y
8. Schneider T., Kaul C. M., & Pressel K. G. (2019). Possible climate transitions from breakup of stratocumulus decks under greenhouse warming. *Nature Geoscience*, 12(3), 163–167. doi.org/10.1038/s41561-019-0310-1
9. Shepherd T. G. (2014). Atmospheric circulation as a source of uncertainty in climate change projections. *Nature Geosciences*. doi.org/10.1038/NGEO2253
10. Knutti R., Rugenstein M. & Hegerl G. Beyond equilibrium climate sensitivity. *Nature Geosci* 10, 727–736 (2017) doi: 10.1038/nges017
11. Bony S. et al (2015). Clouds, circulation and climate sensitivity. *Nature Geoscience*, 8, 261–268. doi.org/10.1038/NGEO2398
12. Medhaug I., & Drange H. (2015). Global and regional surface cooling in a warming climate: a multi-model analysis. *Climate Dynamics*. doi.org/10.1007/s00382-015-2811-y
13. climate.nasa.gov/news/2943/study-confirms-climate-models-are-getting-future-warming-projections-right/

**Обмен углеродом между атмосферой и другими средами, гигатонны в год**

Чистый темп накопления CO<sub>2</sub> в атмосфере составляет около 4.9 гигатонны по углероду. Это составляет лишь половину антропогенной эмиссии (вторая половина «съедается» океаном и растениями), но этого хватает для стремительного увеличения концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере (прирост 0.57% в год) и наблюдаемого потепления. То, что темп накопления CO<sub>2</sub> в атмосфере мал по сравнению с темпом его естественного круговорота, дела не меняет, поскольку естественный круговорот относительно консервативен: скорость обмена меняется гораздо медленней, чем прирост концентрации в атмосфере. Темп сжигания ископаемого топлива точнее оценивается по составу атмосферы, чем по исчерпанию запасов или по данным о сжигании топлива. В частности, антропогенный углекислый газ не содержит радиоактивного изотопа углерода C-14, поскольку в ископаемом топливе он давно распался.

	Темп
Атмосфера → океан	90 + 2.5
Океан → атмосфера	90
Атмосфера → растения	120 + 3.2
Почва + валежник + растения → атмосфера	120
Мантия (вулканы + спрединг) → атмосфера	0,1
Ископаемое топливо → атмосфера	9.5

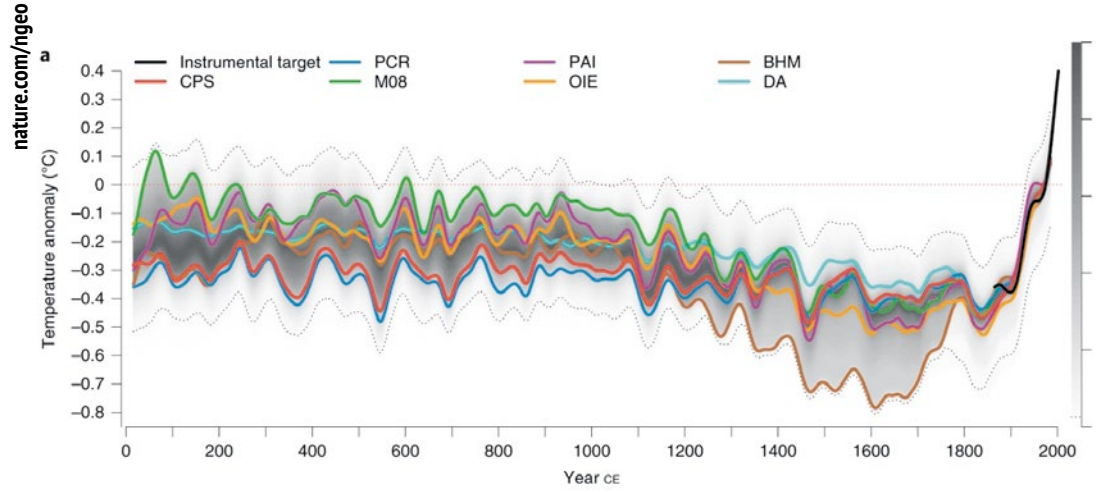


Рис. 1. Современная версия «клюшки Манна» — реконструированная/измеренная глобальная температура за 2000 лет. Разные цветные кривые — разные методы реконструкции температуры. Черная кривая — инструментальные измерения. Пунктирные кривые — 95% доверительный интервал. Все кривые сглажены. За ноль взято среднее значение температуры в интервале 1961–1990 годы. Из статьи *Nature Geoscience* volume 12, pages 643–649 (2019)

# Лёд, CO<sub>2</sub> и время

Ирина Делюсина



## Короткое введение

Я могу рассматривать сегодняшние изменения климата только с точки зрения того, что я знаю о климатах прошлого; я реконструирую природные обстановки последней геологической системы четвертичного периода, чей возраст чуть меньше трех миллионов лет. Такие знания оказались необычайно полезными в последнее время. Неожиданно выяснилось, что не только «Настоящее — ключ к пониманию прошлого» [1], но и прошлое — ключ к пониманию настоящего и даже будущего. Так что условимся, что мои коллеги, хорошо разбирающиеся в атмосферной физике, будут говорить о механизмах современного климата, а я — о многовековых тенденциях. В сущности, они неразрывны.

## Определение климата и его эволюции

Самое упрощенное, но правильное определение климата, это «погода за продолжительный период, примерно 30 лет и больше». Теперь осталось только выяснить, что такое погода и почему она не климат. Согласно определению NOAA, погода — это состояние атмосферы в зависимости от температуры, влажности, облачности, давления, ветра и других метеорологических показателей. Погода определяется этими условиями в конкретный момент, а климат определяется средним погодным условиям в течение длительного периода. Давайте добавим сюда научное определение, данное еще в 1982 году А. Мониним [2]:

*«Климатом называется статистический ансамбль состояний, проходимых системой Атмосфера–Океан–Суши за периоды в несколько десятилетий.»*

*Под статистическим ансамблем здесь понимается множество А элементов а с заданной на нем вероятностной мерой P(A), указывающей для каждого измеримого подмножества А с А — его вероятность P{a ∈ A}.*

*Поскольку состояния системы АОС суть многокомпонентные поля, математически климат определяется как многокомпонентное случайное поле.»*

Запомним главное: мы имеем дело с огромным количеством переменных подмножеств системы климата, и они могут изменяться случайным образом. При таком условии, с первого взгляда, проблема реконструкции или, тем более, предсказания климата выглядит устрашающе невозможной. Но это не так. Случайные процессы, которые могут испортить прогноз на послезавтра, на длинной вековой временной шкале нивелируются и усредняются, и из хаотического движения мы получаем закономерные тенденции. Для понимания этих закономерностей нужно разобраться в теории хаоса, что

нельзя сделать в этих заметках. Но мы знаем, что существуют климаты современной Земли, скажем морской, континентальный, тропический и т. д. [3], они определяются усредненными значениями температуры и влажности для определенных территорий, и это не вызывает у нас удивления. Значит, нужно условиться, что, зная исходные условия системы АОС, мы можем попытаться восстановить и прошлый и будущий климат. Тут и зарыта собака. Мы должны знать исходные условия, чтобы понять, куда дальше движется наша климатическая система.

**Погода хаотична, а климат в целом нет [4].**

Ученые за несколько последних веков сделали столько наблюдений, собрали столько данных, обдумали столько теорий, научились определять абсолютный возраст древних геологических пород, распознавать химический состав отложений и понимать на этом основании, в каких природных условиях они накапливались, что палеоклиматология стала точнее, чем привычная нам история, которую мы пока еще не умеем измерять приборами и судить о ней по изотопам химических элементов и моделировать в будущее. О предсказаниях мы поговорим в следующий раз, а вот какие знания нам дала палеоклиматология.

## 1. Циклы Миланковича

Климат Земли претерпевает значительные изменения за 100 000–1 000 000 лет. Эти изменения происходят потому, что климат чувствителен к планетарным орбитальным изменениям. Земля вращается с наклоном оси, совершая так называемую прецессию, где вершина «волчка» перемещается по окружности с периодом примерно каждые 23 000 лет. Наклон оси Земли колеблется в пределах от 22.1 до 24.5° с периодом в ~40 000 лет. Прецессия и наклон оси Земли происходят в результате гравитационного притяжения Луны и планет Солнечной системы, главным образом Юпитера. Земная орбита вокруг Солнца, слегка эллиптически вытянута, циклически изменяет свой эксцентриситет в промежутках времени в ~100 000 лет. Изменения наклона земной оси и ее прецессии отражаются на изменении поступающей солнечной радиации, особенно в высоких широтах, в то время как изменение эксцентриситета влияет на изменение получаемого солнечного тепла на всех широтах.

В настоящее время признано, что изменения в сезонном и широтном распределении солнечного тепла, достигающего Земли, генерируемые этими орбитальными циклами, циклами Миланковича, приводят к возникновению, росту или уменьшению

Окончание см. на стр. 4–5

## Циклы Миланковича

	Период, тыс. лет	Причина	Пределы
Прецессия земной оси	25.8	Луна, Солнце	
Нутация (изменение наклона земной оси)	41	Луна, Солнце	21.2–24.5
Изменение эксцентриситета	95, 120, 400	Юпитер, Сатурн	5 · 10 <sup>-5</sup> –0.068

Механизм действия циклов: максимально теплое лето в северном полушарии (перигелий при максимальной эллиптичности орбиты и большом наклоне оси) влечет глобальное потепление, и наоборот.

Окончание. Начало см. на стр. 3

ледяных шапок Земли. Важно рассматривать все три цикла совокупно. Ни один из этих циклов по отдельности не дал бы никаких изменений в земном климате.

Теория Миланковича прошла свой сложный путь адаптации научным сообществом, несколько десятилетий ее обсуждали и подвергали сомнениям, так же как сейчас теорию глобального потепления. Но после того, как были получены обширные свидетельства этих изменений, основанные на измерениях изотопного состава кислорода за последние 130 000 лет из ледяных кернов Гренландии и за 800 000 лет в Антарктиде, а позже из глубоководных донных колонок океана, лёссов, сталактитов и сталагмитов в пещерах, в глубоководных озерных отложениях, в кораллах и т. д., сомнений больше не осталось.

**В последний миллион лет оледенения и межледниковья на Земле обусловлены орбитальными причинами и происходят с периодичностью в ~ 100 тыс. лет.**

Следует отметить два существенных обстоятельства:

1) этот цикл нестабилен, он может колебаться, удлиняясь или укорачиваясь на несколько тысяч или даже десятков тысяч лет. Связано это со взаимным гравитационным притяжением планет Солнечной системы в разных точках прохождения их орбит и нуждается в постоянных корректировках текущей ситуации. Но цикл сам по себе остается;

2) начиная с миллиона лет назад периодичность оледенений на Земле близка к ~100 тыс. лет, совпадая с периодом изменения эксцентриситета. До этого, по крайней мере последние три миллиона лет, оледенения шли с периодичностью в ~40 тыс. лет, совпадая с периодичностью изменения наклона земной оси. Объяснение это-

го скачка уже забрезжило в многочисленных исследованиях, но оно еще не готово для популярного обсуждения. В нашем случае примем его как данность. На сегодняшний день ледниковые периоды сменяются межледниковьями, т. е. климат Земли меняется радикально раз в 100 тыс. лет по той причине, что Земля в результате совокупного положения всех трех орбитальных изменений получает большее количество солнечной радиации на свою поверхность.

Мы живем не так долго. Что-то должно объяснить и наши мелкие проблемы с климатом.

**2. События Дансгаарда – Эшгера и новое понимание роли CO<sub>2</sub>**

В то время как форсирующие оледенения орбитальные циклы имеют синусоидальные колебания, циклы ледниковых и межледниковых периодов не являются простыми синусоидами. Ледниковые периоды, наоборот, резко заканчиваются, а начинаются постепенно, что указывает на сложные обратные связи между этими процессами.

После того как впервые были получены и исследованы ледяные керны из Гренландских колонок с очень высоким временным разрешением, стало очевидно, что в климате происходят резкие кратковременные изменения в течение 100–10 000 лет. Таким образом, на фоне орбитальных изменений климата существуют и кратковременные, которые для жизни человека гораздо важнее.

А теперь внимание!  
В 1972 году датский ученый Дансгаард впервые исследовал содержание кислорода в накопленных слоях ледяных кернов и продемонстрировал, что соотношение тяжелых изотопов <sup>18</sup>O и легких <sup>16</sup>O во льду систематически варьирует в соответствии с изменением температуры, и это соотношение <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O уменьшается на 0.7 ‰ на каждый 1 °C похолодания [5].

Это соотношение упрощенно называется «дельта <sup>18</sup>O» и определяется по формуле

$$\delta^{18}O = \left( \frac{^{18}O/^{16}O}{^{18}O/^{16}O_{\text{стандарт}}} - \frac{^{18}O/^{16}O}{^{18}O/^{16}O_{\text{образце}}} \right) \times 1000 \text{ ‰},$$

которая с тех пор стала основным инструментом получения палеотемператур почти во всех типах ископаемых осадков.

Чуть позже, уже вместе с Эшгером [6], они установили, что каждый внезапный рост <sup>18</sup>O соответствовал 50 ppm повышению концентрации CO<sub>2</sub> и наоборот. Так были открыты Дансгаард – Эшгер (Д–Э) эпизоды потепления, сопровождающиеся последующим похолоданием. Они происходят в квазипериодическом режиме с интервалом в ~1.2 тыс. до 800 лет. Всего насчитывается 25 Д–Э эпизодов за 120 тыс. лет (рис. 2).

Если вы станете проверять Д–Э-события в «Википедии», вы прочтаете, что причина их до сих пор не ясна. Это не совсем так. Хотя тут еще многое предстоит понять, но одно из объяснений подтверждено наибольшим количеством исследований, и это явление называется «опрокидывающейся термохалинной циркуляцией» (соответствующего русского термина нет), которая ответственна за формирование меридиональной циркуляции Атлантического океана («The Atlantic meridional overturning circulation» – AMOC – стандартная английская аббревиатура, или Атлантический меридиональный перенос тепла, АМПТ по-русски. Мы же будем использовать гибридный термин «Атлантическую меридиональную термохалинную циркуляцию» (АМТЦ).

Первоначальное предположение о том, почему произошли события Дансгаарда – Эшгера, предложено Валли Брокером [7], и оно остается преобладающим мнением до сих пор. Это конвейер, являющийся частью крупномасштабной циркуляции океана, регулируемый глобальным градиентом плотности, создаваемым температурой поверхности океана и приносом пресной воды. Он отвечает за крупномасштабный перенос водных масс в океане, включая перенос кислорода в глубокие слои океана. Весь круговорот занимает ~2000 лет [8].

Этого графика, без которого теперь вы не найдете ни одного учебника по любым наукам

о Земле, не существовало всего 30 лет назад! Мы все знали со школьной скамьи о существовании Гольфстрима, но мы не знали, что это всего лишь часть глобального «конвейерного пояса» течений и что симметрично поверхностным течениям, переносимым ветром, существует придонные холодные течения, регулируемые разницей в температуре, солёности и плотности океанической воды в разных широтах планеты. Но открытие Брокера было не в том, что существуют придонные течения (это выяснялось постепенно с усовершенствованием методов исследования океана), а в том, что этот конвейер имеет свойство заглохнуть при резких потеплениях на поверхности Земли. И возобновляться при похолоданиях. Как?

Прочитав самого автора, В. Брокера с небольшими сокращениями.

«Эта крупномасштабная циркуляция обусловлена спуском в глубокие слои холодной и соленой воды в двух местах на планете: в Северной Атлантике, в окрестностях Исландии, и в Южном океане на периметре антарктического континента.

Эти потоки важны для климата Земли, потому что они перераспределяют тепло. Это перераспределение особенно важно для суши, окружающей Северную Атлантику. Заменяя воду, опускающуюся на дно Северной Атлантики, теплые воды на поверхности океана переносятся на север к Исландии в поверхностном рукаве конвейера. Поскольку этот верхний рукав течения проходит через низкие широты, он нагревается солнцем. Когда он достигает высоких северных широт, накопленное тепло выделяется в атмосферу. В зимние месяцы это тепло ослабляет холодные арктические воздушные массы, которые движутся на восток через Атлантику. Это дополнительное тепло помогает поддерживать мягкие зимы в Северной Европе. Масштаб переноса воды и энергии в этом конвейере огромен. Он равен ста Амазонкам и соответствует количеству осадков по всему земному шару. Движущийся на север рукав несет воду со средней температурой 12 °C в область Исландии. Вода, погружающаяся на глубину, в среднем составляет всего 2 °C. Следовательно, на каждый кубический сантиметр воды, переносимой на север верхней конечностью конвейера, ►

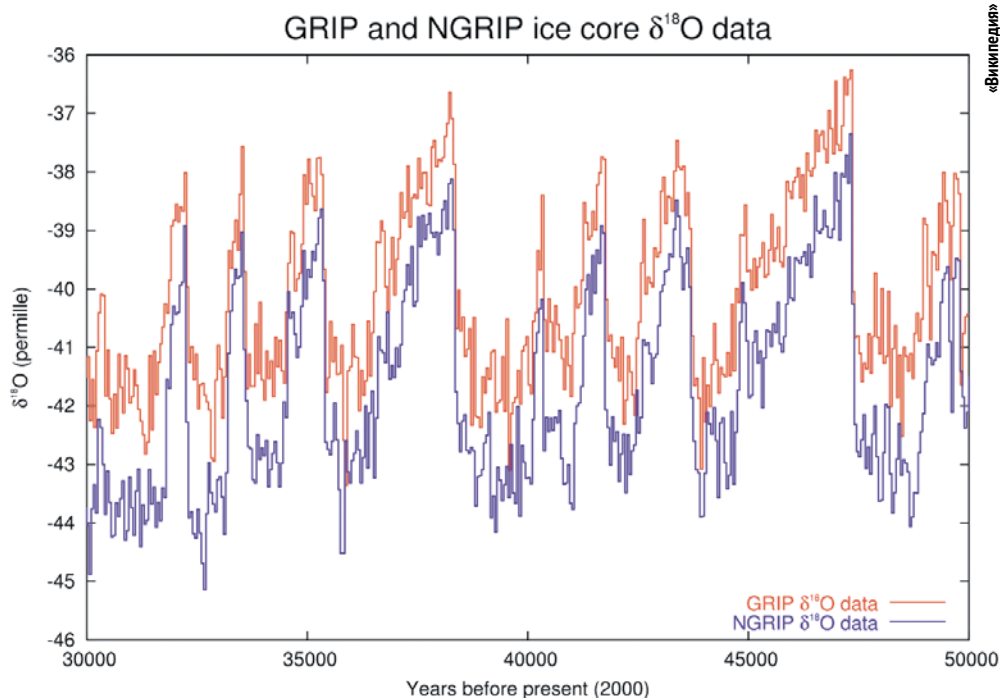


Рис. 2. Данные Гренландских GRIP и NGRIP ледяных кернов. Дельта O-18; крупным планом между 30 тыс. и 50 тыс. лет. Данные GRIP построены в своем собственном масштабе времени; шкала времени NGRIP смещена линейно, поэтому скачки при 35,5 и 44,5 тыс. лет совпадают между колонками. Смещение в дельта-O18 между колонками является реальным

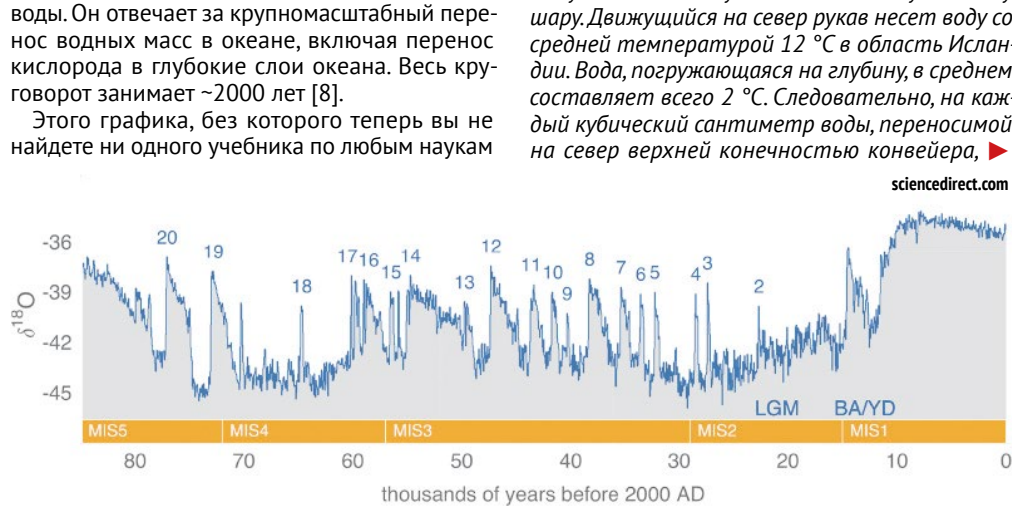


Рис. 4. События Дансгаарда – Эшгера в записи изотопного состава кислорода гренландского льда за тысячи лет до 2000 года н. э. (ка). Ледяная колонка из проекта «Северного Гренландского ледяного щита» в точке 75.10° с. ш., 42.32° з. д., высота над уровнем моря 2917 м (группа NGRIP, 2004). Горизонтальная оранжевая полоса показывает морские изотопные стадии (MIS) в течение этого периода. События Дансгаарда – Эшгера помечены синими цифрами. Также отмечены последний ледниковый максимум (LGM) и переход от Бёллинга – Аллёрода / к позднему дриасу (BA / YD)

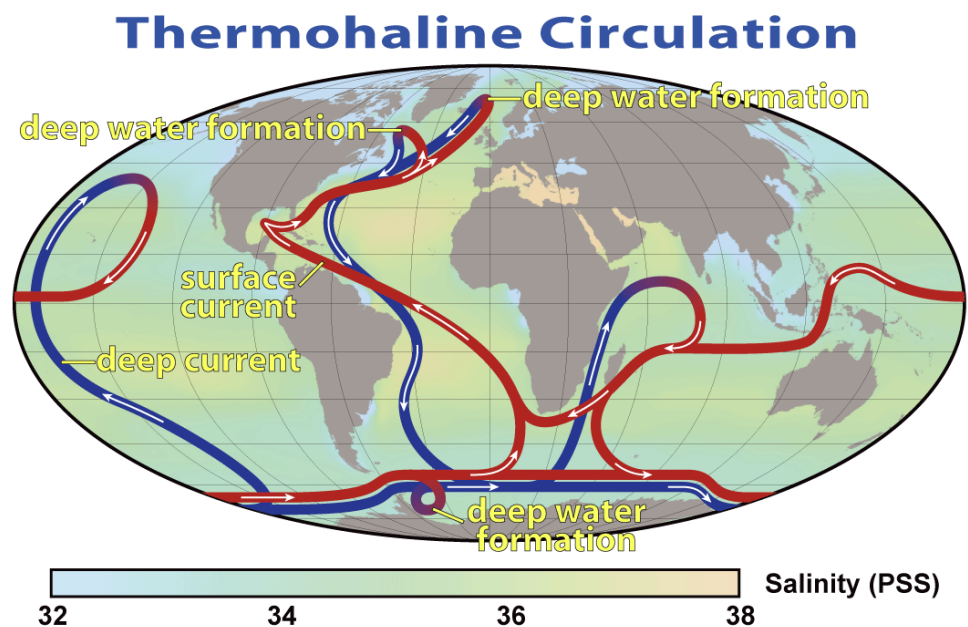


Рис. 3. Краткое описание пути термохалинной циркуляции. Синие линии представляют глубоководные течения, красные – поверхностные течения. Deep water formation – формирование «глубокой воды». На этой карте показана схема термохалинной циркуляции, также известная как «меридиональная опрокидывающая циркуляция». Этот конвейер течений отвечает за крупномасштабный обмен водными массами в океане, включая снабжение кислородом глубокий океан. Вся схема обращения занимает ~ 2000 лет

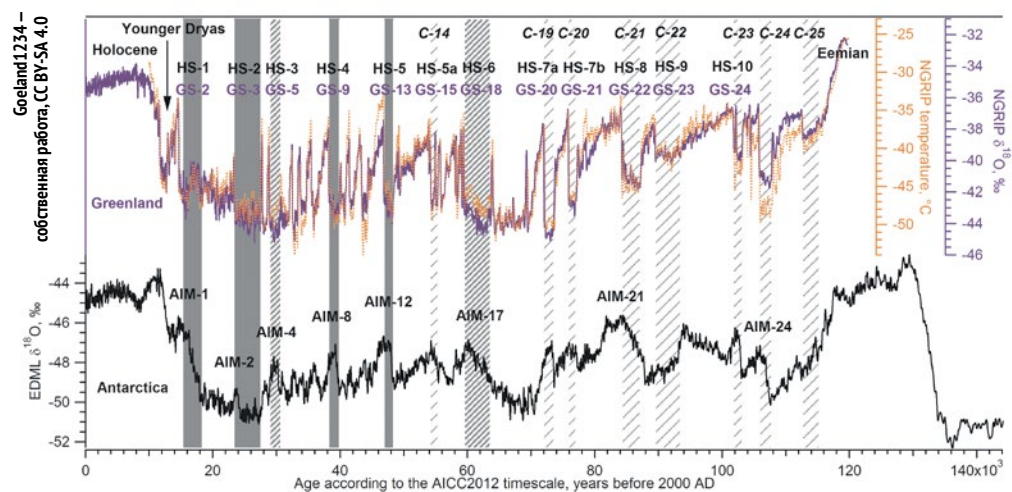


Рис. 5: Хронология важных климатических явлений за последний ледниковый период (~ последние 120 000 лет), зарегистрированных в кернах полярного льда, и приблизительное относительное положение событий Хайнриха, первоначально зарегистрированных в кернах морских отложений из Северной Атлантики. Светло-фиолетовая линия: δ<sup>18</sup>O из ледяной колонки NGRIP (Гренландия), в промиллях (группа NGRIP, 2004). Оранжевые точки: восстановленные температуры на буровой площадке NGRIP (Kindler et al., 2014). Темно-фиолетовая линия: δ<sup>18</sup>O из ледяной колонки EDML (Антарктида), в промиллях (группа сообщества EPICA, 2006). Серые области: основные события Хайнриха, в основном для Лаврентийского ледникового щита (H1, H2, H4, H5). Серая штриховка: основные события Хайнриха, в основном для европейского континента (H3, H6). Светло-серая штриховка и номера от C-14 до C-25: второстепенные слои IRD, зарегистрированные в колонках морских отложений Северной Атлантики (Charpan et al., 1999). От HS-1 до HS-10: Стадии Хайнриха (HS, Heinrich, 1988; Rasmussen et al., 2003; Rashid et al., 2003). От GS-2 до GS-24: Гренландский стадий (GS, Rasmussen et al., 2014). AIM-1 – AIM-24: Антарктический изотопный максимум (AIM, группа сообщества EPICA, 2006). Записи ледяных кернов Антарктиды и Гренландии показаны в их общей временной шкале AICC2012 (Bazin et al., 2013; Veres et al., 2013)



Окончание. Начало см. на стр. 5

поскольку «температура молекулы» не имеет физического смысла.

Уже эти огрехи должны были бы насторожить внимательного читателя и заставить его задать себе вопрос: «Что за чушь я читаю?!» Теперь несколько менее очевидных ошибок, заметить которые может только читатель, обладающий специальными знаниями.

«...По данным академика В.М. Котлякова и нашим наблюдениям за снежным покровом Полюса относительной недоступности Антарктиды, масса льда и снега этого континента за последние 30–40 лет существенно увеличивалась» — это утверждение не соответствует действительности (да и никаким наблюдением за снежным покровом на Полюсе недоступности никто не ведет, возможно, А.Г. путает его со станцией «Восток»). В статье 2017 года Владимир Михайлович Котляков пишет: «...в современную эпоху глобального потепления масса льда в Антарктиде, по видимому, убывает» [2]. По изменению массы ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии последние годы вышло множество научных статей, в том числе и несколько обзорных. Изменение массы полярных ледников изучается тремя независимыми способами: масс-балансовым методом, спутниковой альтиметрией (точным измерением высоты поверхности ледника) и изменением силы тяжести. Эти методы дают один и тот же результат: начиная с 1990-х годов Антарктида теряет массу; в основном эти потери локализованы в Западной Антарктиде и на Антарктическом полуострове; в Восточной же Антарктиде есть зоны, где масса прибывает и где убывает, в целом же ее баланс массы статистически неотличим от нуля [3]. С 1992 по 2017 год Антарктида потеряла около трех триллионов (три миллиона миллионов) тонн льда. То же самое происходит и в Гренландии, только она теряет массу по всей периферии ледяного щита.

Гляцио-буровой отряд станции «Восток». Фото со страницы Алексея Екайкина в «ВКонтакте»



Тот факт, что ледники Земли тают, согласовывается с независимыми данными о росте уровня Мирового океана. Сейчас уровень моря растет примерно на 3,5 мм/год, но скорость роста постоянно увеличивается. В XX веке рост уровня моря наполовину объясняется тепловым расширением воды (при нагреве ее объем увеличивается!) и таянием горных ледников, а в XXI веке основной вклад будут давать тающие полярные щиты Гренландии и Антарктиды.

Откуда же Городницкий взял тезис о росте массы Антарктиды? Честно говоря, не знаю. Возможно, он путает баланс массы ледника и скорость накопления снега в зоне аккумуляции. Действительно, есть данные, что скорость накопления снега (количество снега, которое ежегодно выпадает из атмосферы и откладывается на поверхности в виде снежного покрова) в центральной Антарктиде немного выросла за последние 200 лет [4]. Но это лишь приходящая часть баланса массы! Расходная часть баланса массы (течение льда с мате-

рика в океан, откол айсбергов и таяние ледяных шельфов) тоже выросла, причем сильнее, чем приходящая часть.

«Нет ни одного достоверного доказательства влияния парниковых газов на климаты Земли». Таких доказательств сотни! И многие из них были известны задолго до публикации книги Гора и Киотского протокола. Парниковый эффект, наряду с изменением солнечной инсоляции (приходящей энергии Солнца) и геологическими факторами, на протяжении всего XX века рассматривался климатологами в качестве основного фактора, влияющего на климат планеты. Примеров можно привести великое множество. Похолодание каменноугольного периода связывают с бурным развитием растительности, которая изыла много углекислого газа из атмосферы. Оптимум эоцена (одна из самых теплых эпох в истории планеты) 52 млн лет назад объясняется очень высокой концентрацией CO<sub>2</sub>, которого в атмосфере тогда было порядка 500–1000 ppm. Последовавшее затем постепенное снижение количества углекислого газа привело к такому же постепенному похолоданию, которое в конце концов закончилось образованием полярных (сначала в Антарктиде, потом в Северном полушарии) и горных оледенений. Да и антропогенное влияние на климат вовсе не новость. Весьма активно об этом писали уже в 1960-х годах. В 1972 году российский климатолог Михаил Иванович Будыко издал монографию «Влияние человека на климат» [5], где, используя относительно простые модели, довольно точно предсказал и концентрацию CO<sub>2</sub> в атмосфере к концу XX века, и рост температуры воздуха. Логика его была проста: численность населения будет расти в геометрической прогрессии (когда он издал монографию, людей на Земле было около 3,5 млрд сейчас более 7 млрд, соответственно будет расти и производство энергии, а значит, и потребление топлива, которое, в свою очередь, увеличит содержание CO<sub>2</sub>

наклон оси вращения Земли плоскости эклиптики. Чем больше наклон оси (чем сильнее планета «завалена на бок»), тем больше энергии северное полушарие получает летом и тем меньше зимой (и наоборот в южном полушарии). Следующий период — 26 тыс. лет — связан с так называемой «прецессией равноденствий». Что это такое? Поскольку орбита Земли не идеально круглая, наша планета то чуть ближе, то чуть дальше от Солнца, причем ближе всего к светилу (в точке перигелия) мы в январе, а дальше всего (в афелии) — в июле. Так вот, за счет прецессии даты прохождения перигелия и афелия всё время немного смещаются. 13 тыс. лет назад Земля проходила точку перигелия в июле, соответственно в северном полушарии летом за счет этого фактора энергии поступало чуть больше, а зимой — чуть меньше (и наоборот в южном полушарии). Наконец, есть ещё циклы (главный из которых около 90 тыс. лет), связанные с эксцентриситетом орбиты, т. е. с вытянутостью эллипса, по которому Земля вращается вокруг Солнца. Чем более круглая у нее орбита, тем меньше влияние прецессии.

Таким образом, в ходе циклов Миланковича северное полушарие (а именно оно является ведущим, когда речь идет о климатических изменениях на планете) получает то немного больше, то немного меньше солнечной энергии. Но этих флуктуаций энергии недостаточно, чтобы объяснить амплитуду температурных изменений на планете в прошлом, нужны еще какие-то факторы. Изменение солнечной инсоляции служит толчком, который запускает каскад других процессов. Небольшое увеличение приходящей солнечной энергии 20 тыс. лет назад в северном полушарии в летний период привело к небольшому сокращению материкового оледенения, ослаблению меридиональной циркуляции воды в Атлантике, изменению углеродного цикла планеты и, как следствие, увеличению концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере. И вот уже в ответ на усиление парникового эффекта началось резкое потепление и необратимый распад ледниковых щитов Евразии и Северной Америки. Этому процессу способствовали и другие факторы, например, уменьшение площади ледников снижает альбедо (отражательную способность) планеты. Чем ниже альбедо — тем более темной выглядит поверхность — тем больше энергии она получает от Солнца — тем выше температура — тем сильнее таяние ледников и т. д.

В настоящее время механизм климатических изменений другой, но об этом ниже.

«...В атмосферу поступает около 7–10 млрд тонн углекислого газа, или 1.9–2.7 млрд тонн чистого углерода». В первой статье Городницкого приводились меньшие цифры, но и эти, исправленные, сильно занижены. В настоящее время за счет сжигания ископаемой органики человек ежегодно выбрасывает в атмосферу 9,9 млрд тонн углерода (или около 40 млрд тонн CO<sub>2</sub>), еще 1.4 млрд тонн дает землепользование. Из них 2.5 млрд тонн растворяется в океане (повышая его кислотность), а 3.8 млрд тонн потребляется наземной растительностью. Остаток — около 5 млрд тонн в год — накапливается в атмосфере [7].

Концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере сейчас достигла величины 405 ppm — это гораздо больше, чем за предыдущий миллион лет, когда она менялась в пределах от 180 ppm (в холодные эпохи) до 280 ppm (в теплые).

«В противовес примитивной гипотезе зависимости климата только от одной причины — концентрации в атмосфере парниковых газов...» Вот эта фраза выдает Александра Моисеевича с головой: он понятия не имеет, какими методами оперирует совре-

менная климатология. Климатические модели учитывают и приходящую солнечную активность, и вулканическую активность, и взаимодействие атмосферы с океаном и сушей, и альбедо поверхности, и многие другие факторы, включая, конечно же, парниковые газы. Если выключить влияние парниковых газов, ни один из оставшихся факторов, в том числе солнечная активность, о которой Городницкий так много пишет, ни все они вместе не способны объяснить наблюдаемые с 1970-х годов изменения климата.

Чем же отличается современное потепление от прошлых эпох, когда температура на Земле повышалась, а влияния человека явно не было? Давайте разбираться.

Причины потепления в конце прошлой ледниковой эпохи 20–10 тыс. лет назад мы уже кратко рассмотрели. Как и современное потепление, то было глобальным, т. е. в той или иной мере оно охватывало все области планеты. Первопричиной его было плавное и медленное увеличение солнечной инсоляции летом в северном полушарии в рамках цикла Миланковича, которое послужило триггером, включившим механизм парникового эффекта. Скорость изменений была достаточно низкой: за 10 тыс. лет температура планеты выросла на 3,5 °C (в тропиках меньше, в полярных районах больше), т. е. на 0,035 °C/100 лет. В современную же эпоху скорость потепления порядка 1 °C/100 лет, а если взять период с 1970 года, то и того больше — 1,5 °C/100 лет! Только представьте, скорость изменений сейчас в 40 раз выше, чем при таком масштабном глобальном событии, как окончание ледникового периода... Как указано выше, никакими природными факторами этот процесс объяснить невозможно. Солнечная активность с 1960-х годов несколько снизилась (а не росла, как пишет Городницкий), немного компенсируя влияние парникового эффекта. Что до циклов Миланковича, то в масштабе сотни лет их влияние слишком мало, чтобы оказать заметное влияние на климат.

Ну а как насчет климатических аномалий исторического периода, на которые ссылается А.Г., — средневекового потепления (800–1200 годы н. э.) и похолодания Малой Ледниковой Эпохи (1300–1850 годы н. э.)? Самое главное, что о них нужно знать: они не были глобальными. Потепление в одном регионе могло сопровождаться отсутствием температурной аномалии (или даже похолоданием) в другом регионе, поэтому при глобальном осреднении климатическая кривая Земли за последние несколько тысяч лет выглядит довольно гладкой и лишь в конце XX века задирается вверх [8]. Концентрация CO<sub>2</sub> в те эпохи менялась несильно, и наблюдаемые региональные аномалии объясняются солнечной и вулканической активностью.

Иными словами, чисто природные причины климатических изменений в далеком прошлом не исключают, что сейчас основная причина изменений — антропогенная. И с другой стороны, тот факт, что сейчас за климатические изменения ответственность несёт человек, не означают, что в древние эпохи, когда деятельность человека была куда менее активной, чем сейчас, не могло быть естественных изменений климата. Но — повторим — нынешние антропогенные климатические изменения абсолютно беспрецедентны за последние тысячи лет как по скорости событий, так и по их глобальному охвату.

Ждет ли нас в будущем похолодание? Вряд ли. Основной фактор — парниковый эффект — будет действовать еще много десятков лет, даже если мы начнем снижать выбросы прямо завтра. В более отдаленную эпоху нас мог бы ждать очередной

ледниковый период, поскольку мы, действительно, находимся на нисходящей фазе цикла Миланковича. Но увя, при концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере больше 400 ppm эти циклы практически перестают действовать, и следующая ледниковая эпоха нам не грозит...

И в завершении еще одна фраза из Городницкого, которая не является полностью неверной, но на ней тем не менее тоже хочется остановиться:

«Увеличение концентрации этого газа в земной атмосфере, безусловно, является полезным фактором, существенно повышающим продуктивность сельского хозяйства».

Действительно, при увеличении парциального давления CO<sub>2</sub> продуктивность растений увеличивается — правда, не бесконечно (есть оптимальная концентрация, после которой продуктивность будет снижаться), и у всех по-разному. Да и вообще понятно, что одних минусов не бывает, всегда найдутся и плюсы. Но здесь мы вступаем на скользкий путь сложных финансовых подсчетов прибылей и убытков. В том же сельском хозяйстве эффект от увеличения продуктивности может быть сведен на нет убытками от увеличения частоты экстремальных погодных условий, от болезней и паразитов. Что лучше — рост в сельском хозяйстве или убытки при разрушении сооружений в зоне многолетней мерзлоты? При сокращении морского льда в Арктике что лучше — выгоды для судоходства (и это лишь при условии, что Россия обзаведется соответствующей инфраструктурой) или ущерб для местных экосистем и коренных народов?

Так или иначе, с очень большой вероятностью к концу XXI века ущерб от климатических изменений существенно превысит возможную прибыль...

А есть ведь еще и этические вопросы! Сможем ли мы наслаждаться гипотетическим подъёмом сельского хозяйства на Северо-Западе России, зная, что во многих регионах Африки и Азии от засухи и голода гибнут люди? что целые страны Океании будут вынуждены искать себе новую территорию для проживания? что по всему миру гибнут уникальные экосистемы? Оставляю эти вопросы открытыми — ответьте на них для себя сами.

А закончить эту заметку можно фразой из самого Городницкого: «... проблемами изменений климата должны заниматься профессиональные ученые, а не дилетанты и политики». Вот с этим я абсолютно согласен!

1. Arrhenius S. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. — *Phil. Mag. ser. 5*, 1896, vol. 41, № 251.

2. Котляков В.М., Глазовский А.Ф., Москалевский М.Ю. Динамика массы льда в Антарктиде в эпоху потепления // *Лед и снег*. 2017. Т. 57. № 2. С. 149–169, doi: 10.15356/2076-6734-2017-2-149-169.

3. IMBIE team. Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017 // *Nature*. 2018. V. 558. Pp. 219–222, doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y.

4. Thomas E.R. and others. Regional Antarctic snow accumulation over the past 1000 years // *Clim. Past*. 2017. V. 13. Pp. 1491–1513, doi.org/10.5194/cp-13-1491-2017.

5. Будыко М.И. Влияние человека на климат. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. 352 с.

6. Shakun J.D. and others. Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation // *Nature*. 2012. V. 484. Pp. 49–54.

7. Le Quére C. and others. Global carbon budget 2018. — *Earth Syst. Sci. Data*, 2018, v. 10, p. 2141–2194, doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018.

8. Neukom R. and others. No evidence for globally coherent warm and cold periods over the preindustrial Common Era // *Nature*. 2019. V. 571. Pp. 550–554, doi.org/10.1038/s41586-019-1401-2

# «Мы и дальше будем бороться с нарушениями публикационной этики в серой зоне списка ВАК»



Алексей Хохлов

На вопросы ТрВ-Наука ответил вице-президент РАН **Алексей Хохлов**, который от Президиума РАН курирует российские академические журналы, а также работу Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований. Беседовала **Наталья Демина**.

С этим, конечно, нужно бороться. И работа по очищению этой серой зоны началась в 2017 году. Первые шаги сделала даже не РАН, а РИНЦ и Ассоциация научных редакторов и издателей (АНРИ).

В РИНЦе проиндексировано более 5000 журналов, больше, чем в списке ВАК. Есть журналы, которые вообще ни в какие ворота не лезут, которые очевидным образом публикуют какую-то ерунду, без всякого рецензирования. Коллеги из РИНЦ исключили из своего списка около 340 таких журналов.

Далее, в последнее время отмечались случаи покупки авторства, когда «покупатель» добавлялся в число соавторов реальной научной статьи, либо покупки цитирований, когда в список литературы статьи искусственно вставлялись ссылки на «покупателя». Для выявления таких случаев наши коллеги из РИНЦ прибегли к хорошо известному в торговле «методу контрольных закупок». В результате они выявили сеть недобросовестных журналов и исключили из РИНЦа еще около 50 журналов.

Одновременно эта работа началась и в АНРИ. Если РИНЦ занимался исключением плохих журналов как целого, то эта ассоциация инициировала процедуру ретрагирования отдельных статей.

Процедура ретрагирования статей — это обычное явление в научном мире. Если автор находит ошибку в своей статье, кто-то находит ошибку и сообщает автору или журналу, то статьи ретрагируются. Существует сайт [retractionwatch.com](http://retractionwatch.com), который, как заявлено редакцией, является окном в мир отзыва статей как части научного процесса («Tracking retractions as a window

into the scientific process»). Замечу, что если ввести в строку поиска по стране «Россия» в их базу данных, то выводится список из 82 ретрагированных статей начиная с 1989 года. Поиск по «США» дает более 3600 статей. Поиск по «Франция» — 391 статью. По «Великобритания» — 743.

До 2017 года у нас, в Российской Федерации, прецедентов по отзыву статей практически не было, или они не стали широко известными. Этим занялся АНРИ, и первые несколько десятков статей были ретрагированы решением Совета по этике АНРИ.

В 2019 году только что созданная Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований вместе с АНРИ и РИНЦ продолжила эту деятельность уже более активно и в широком масштабе. С помощью баз «Диссеропедии» и «Антиплагиата» были найдены несколько тысяч статей, которые вызывали подозрения: там либо был плагиат, либо опубликована одна и та же статья, но с разным авторством, либо были множественные публикации. Комиссия написала в 541 редакцию журналов письмо: посмотрите, пожалуйста, если тут что-то действительно не так, то ретрагируйте; если все нормально, то напишите нам, что всё нормально. Речь шла о 2528 статьях, вызывавших вопросы.

Большая часть журналов согласилась, что в этих статьях есть плагиат или другие признаки нарушений, и уже ретрагировала соответствующие статьи. На текущий момент — более 800 статей. Комиссия продолжает эту работу и находится в стадии переписки с редакциями других журналов.

На что я хотел бы обратить внимание. Во-первых, что вся эта перепис-

ка идет с упомянутой выше серой зоной журналов. Она не касается ведущих журналов первого или второго эшелона. За редкими исключениями, она касается только тех журналов списка ВАК, которые не входят в RSCI. К сожалению, в списке ВАК много журналов, которые...

— ...позорят российскую науку.

— Скажу мягче: вызывают вопросы. Стоит также заметить, что претензии к качеству статей, на которые обратила внимание Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований, распределены очень неравномерно по областям науки.

— «Диссернет» много раз об этом говорил применительно к диссертациям.

— В списке статей нет ни естественных наук, ни технических наук. Большая часть претензий к общественным наукам (в основном это статьи по экономике и праву). Существенно меньше, но все равно много — к гуманитарным наукам (здесь большая доля приходится на педагогику). Еще меньше — к сельскохозяйственным наукам. Еще меньше — это медицинские науки. Основная проблемная зона — это социальные и гуманитарные науки. Поэтому не стоит говорить (как было сказано в ряде публикаций), что деятельность Комиссии ставит под вопрос качество всей российской науки. Нет, те области, в которых Россия была традиционно сильна, такими и остаются. Речь идет о второстепенных журналах по общественным и гуманитарным наукам. Я сожалею, но факт, что с этими журналами действительно есть проблемы.

— Увы, но я про эту ситуацию слышу уже более 15 лет, еще когда главой ВАК был М.П. Кирпичников. Почему так медленно всё движется? Хотя все проблему понимают, знают и про хищнические журналы, и про другие, нарушающие этику науки...

— Еще в 2006 году список ВАК включал всего лишь 800 журналов. Потом, я уж не знаю, что там произошло, он стал очень сильно набухать.

— Академия наук может повлиять на ситуацию со списком ВАК?

— Президиум Российской академии наук уже несколько раз предлагал Высшей аттестационной комиссии постепенно свести список ВАК к списку Russian Science Citation Index, и сейчас такой пилотный проект реализуется для наук о жизни — биологии, медицинских и сельскохозяйственных наук.

Экспертный совет ВАК по биологии считает, что может мгновенно перейти к RSCI. Советы по медицине и сельскому хозяйству просят все же оставить некоторый дополнительный список журналов на три года, пока аспирантуру не закончат молодые ученые, которые начали готовить диссертации раньше. Но по прошествии времени список по трем советам будет сведен к списку RSCI. После этого останется только сектор общественных наук и гуманитарных наук, который с этой точки зрения самый сложный.

Российская академия наук продолжит работу по улучшению качества российских научных журналов совместно с Научной электронной библиотекой (издающей РИНЦ) и Ассоциацией научных редакторов и издателей. При этом мы будем работать в тесном контакте с отделениями РАН. Мы хотим в ближайшее время существенно расширить комиссию, увеличить число представителей от различных отделений.

И мы будем работать вместе, чтобы научные журналы были действительно научными и рецензируемыми, чтобы они действительно публиковали достоверную информацию. Надо постепенно приводить в порядок журналы во всех областях науки. Академия наук будет использовать для этого свой экспертный потенциал и сотрудничать со всеми организациями, которые пытаются улучшить ситуацию в области публикационной этики. ♦

— В ряде СМИ, в том числе таких авторитетных, как журнал *Science*, появилась информация о проекте Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований, в результате которого из российских научных журналов ретрагировано (отозвано) более 800 статей с различными нарушениями публикационной этики. В то же время появляются и заметки с критикой этой деятельности. Как бы вы могли это прокомментировать?

— Коротко скажу об общей ситуации с российскими научными журналами. Эта сфера очень неоднородна. Во-первых, есть журналы, входящие в международные базы данных. Это первый эшелон научных изданий — лучшие в России. В частности, сюда относятся почти все журналы, издаваемые РАН. К ним никаких претензий нет.

Во-вторых, некоторое время назад Российской академия наук совместно с Научной электронной библиотекой (eLibrary) и компанией Clarivate Analytics создали так называемую Русскую полку Web of Science — Russian Science Citation Index (RSCI).

С учетом подробного анализа библиометрических показателей мнения ведущих российских ученых и экспертных комиссий РАН были отобраны российские журналы, которые удовлетворяют минимальным требованиям к научному изданию. На первом этапе у нас было 650 таких журналов, сейчас в RSCI входит 771 журнал. Это второй эшелон научных журналов России. Такие явления, как плагиат, неясное соавторство в научных публикациях там, как правило, также не наблюдаются.

В списке ВАК в настоящий момент около 3200 журналов. Это очень много. Во времена СССР у нас было всего около 750 журналов, а научных сотрудников в 2,5 раза больше, чем сейчас. Сейчас число научных сотрудников сильно уменьшилось, а число журналов возросло более чем в 4 раза. Очевидно, что многие из этих журналов так называемая серая зона. Да, там есть журналы, которые стараются попасть в верхние эшелоны. Но, к сожалению, есть журналы, в которых нет научного рецензирования, берут любые статьи, лишь бы за их публикацию заплатили, вставляют кого нужно в число соавторов и т.д.

## Диалог не получился?

**Дмитрий Дубровский**, доцент НИУ ВШЭ (Москва), науч. сотр. ЦНСИ (Санкт-Петербург) прокомментировал для ТрВ-Наука ситуацию с внесением поправок в несколько основополагающих документов Высшей школы экономики, вызвавшими большие дискуссии и споры.

Проект поправок в Правила внутреннего распорядка обучающихся, Правила внутреннего трудового распорядка, а также порядок поддержки студенческих инициатив НИУ-ВШЭ были вызваны, как это сейчас совершенно очевидно, несколькими кризисами, которые потрясли университет за последнее время. Это, конечно, дело Гасана Гусейнова, дело Егора Жукова и исключение студенческого журнала DOXA из числа студенческих организаций НИУ-ВШЭ. Все эти случаи объединяет одно: официальная позиция руководства университета, почитавшая критические высказывания разного содержания (от критики состояния русского языка до коррупции в РГСУ) не только «нарушающими университетскую этику», но и «угрожающими политической нейтральности университета».

В связи с этим основным положением, внесенным в оба документа, было положение об обязанности студентов и преподавателей «исключить аффилиацию с университетом в случае участия в политической или иной деятельности, вызывающей существенные разногласия в обществе»; исключение при этом было сделано для «экспертной и аналитической позиции». При этом в поправках еще и содержится требование ««не совершать действий, наносящих ущерб деловой репутации университета, его работников и обучающихся»».

Логика этих поправок, как представляется, несколько расходится с убеждением, кото-

рое высказал еще в 2013 году ректор Ярослав Кузьминов [1]: «в Вышке есть представители разных политических взглядов... но собственно политической деятельностью они занимаются вне стен университета». По-видимому, позиция руководства изменилась в связи именно с теми событиями, о которых уже упоминалось. Правда, руководство НИУ-ВШЭ настаивает, что подобные поправки не являются нарушением академической свободы и актом цензуры и что в целом такие же положения есть в целом ряде университетов в демократических странах, в частности, в США. Точно так же не нашел в поправках нарушений свободы слова и новоиспеченный глава Совета по правам человека Валерий Фадеев [2].

Критика же этих поправок, наиболее полно представленная в Заключении профсоюза «Университетская солидарность» [3], обращает внимание не только на то, что требования высказываться по общественно важным вопросам в установленном администрацией ВШЭ порядке нарушает базовый принцип академической свободы слова и препятствует работе независимых профсоюзов.

В то же время, эти поправки, по мнению юристов «Университетской солидарности», «демонстрируют высокий уровень правовой неопределенности», поскольку совершенно неясно, как понимать, какие вопросы «носят существенные разногласия», и каким образом установить,

в правильной ли находится работник «аналитической или экспертной позиции», чтобы по ним высказываться.

Одновременно вызывает большое сомнение то, кто и как будет определять ущерб «деловой репутации Университета», поскольку Комиссия по научной этике уже продемонстрировала, как именно она понимает академическую этику и ущерб деловой репутации.

Заметим, что решение этой комиссии уже было оценено именно Комитетом по академической свободе Ассоциации славянских, восточноевропейских и евразийских исследований (ASEEES), которая выразила в своем письме ректору Кузьминову свою озабоченность тем давлением, которое оказывается Комиссией по академической этике Ученого совета Высшей школы экономики в Москве на профессора Гасана Гусейнова и оценила требование Комиссии как «прямое ущемление его академической свободы как преподавателя и исследователя» [4]. Заметим, что ответа на это письмо Комиссия не получила.

По мнению Павла Кудюкина, сопредседателя «Университетской солидарности», «в результате серьезной общественной кампании руководство НИУ-ВШЭ существенно смягчило первоначальный набор ограничений». Согласно вступившим в силу правилам, выступать без разрешения можно, и в таких выступлениях «по спорным вопросам» либо воздерживаться от аффилиации с университетом, либо размещать уведомление, что позиция является исключительно личной позицией и не претендует на выражение позиции Высшей школы экономики.

Как представляется, фактически введенная поправка ничего не меняет в положении преподавателей и студентов, но вот, кажется, уровень доверия и согласия внутри университета

этой странной кампанией подорван. Прежде всего, потому, что более 5000 подписавших протест против поправок заклеены как изгои, а критикующим поправки предложено подумать о переходе в «негосударственные вузы». Проректор Валерия Касамара объясняет это так: «если вы выбрали государственный вуз при правительстве РФ, то надо отдавать себе отчет, что есть учредитель, определяющий цель и задачи» [5].

Таким образом, несмотря на то, что формально правила относительно высказываний фактически не изменились, поменялась, как представляется, «политика учредителя». Это обстоятельство и вызвало столь резкую реакцию, вызванную, как кажется, резким несоответствием между формальными утверждениями в желании «сохранить свободу университета и не допустить цензуры» с предложенными изначально жесткими разрешительными правилами.

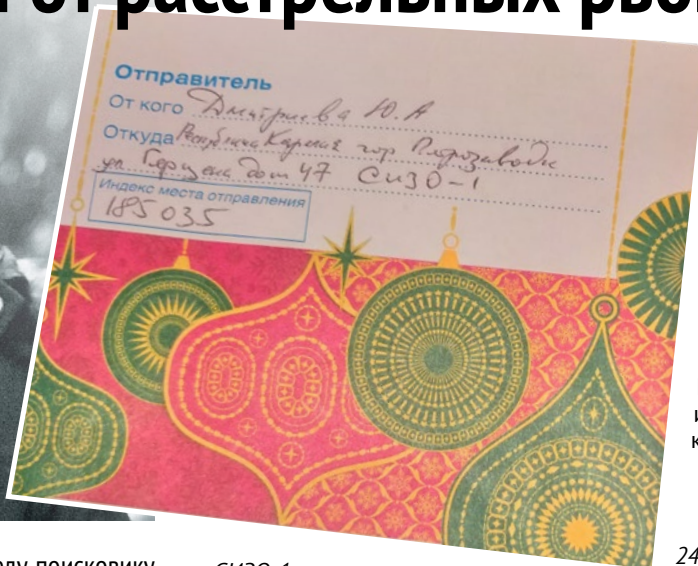
Главным же последствием развития этого кризиса, как кажется, является то, что, как сказал редактор DOXA Армен Арамян «у нас не получился диалог» [6]. И отсутствие этого диалога между частью профессуры, студентами и руководством имеет, на мой взгляд, долгосрочные негативные последствия для развития Высшей школы экономики.

- [1. hse.ru/news/life/76157819.html](http://hse.ru/news/life/76157819.html)
- [2. interfax.ru/russia/691568](http://interfax.ru/russia/691568)
- [3. unisolidarity.ru/?p=8272](http://unisolidarity.ru/?p=8272)
- [4. aseees.org/advocacy/letter-hse-regarding-academic-freedom-its-faculty-guseinov](http://aseees.org/advocacy/letter-hse-regarding-academic-freedom-its-faculty-guseinov)
- [5. novayagazeta.ru/articles/2020/01/17/83501-est-negosudarstvennye-vuzy-a-mir-otkryt](http://novayagazeta.ru/articles/2020/01/17/83501-est-negosudarstvennye-vuzy-a-mir-otkryt)
- [6. mbknews.today/suzhet/u-nas-ne-popytkavystroit/](http://mbknews.today/suzhet/u-nas-ne-popytkavystroit/)



Юрий Дмитриев.  
Фото С. Панкевич

# «Нешадно время затягивает на земле шрамы от расстрельных рвов и ям...»



потомкам. У меня нет ни малейших сомнений, что миллионы людей в России сегодня думают так же, а завтра, в том числе благодаря Вашим усилиям, так будет думать вся страна.

И тогда мы будем свободны.

Искренне Ваш  
Александр Кабанов, д. х. н., член Academia Europaea, член Национальной академии изобретателей США, член-корреспондент РАН

\*\*\*

Москва,  
24 ноября 2019 года

Дорогой Юрий Алексеевич!

Мы с Вами не знакомы лично, но дело, которое Вы начали, никого не оставляет безучастным. Вы сохраняете память о жертвах сталинского режима. Я — о тех, кто сегодня пытается оправдать репрессии, о тех, кто, безнадежно запятнав свою репутацию, пытается учить нас жить, о тех, кто осуждает невинных и фальсифицирует правосудие. Всё это вместе складывается в одну картину, которую мы сохраним для будущих поколений.

Неизбежно, в силу даже биологических законов природы, новое поколение придет на смену, и очень важно, чтобы они знали, откуда они пришли, чтобы больше никогда не повторять ошибок прошлого. Время работает на нас. Время приближает Ваше освобождение. Совсем недавно мы с Вами и Вашими коллегами были номинированы на премию Егора Гайдара за «Вклад в построение гражданского общества». Я искренне рад, что эта премия по праву досталась Вам и Вашим коллегам по проекту «Сандармох». Очень надеюсь в самом скором времени встретиться Вами на свободе и пожать Вам руку.

Ваш,  
Андрей Ростовцев (сооснователь  
Вольного сообщества «Диссернет»)

СИЗО-1 Петрозаводска,  
19 декабря 2019 года

Добрый день, Андрей!  
Большое спасибо за полное теплых слов письмо. Тронут...

Услышать такие слова от коллеги (а мы с Вами, несомненно, коллеги) — дорогого стоит. Да, мы ищем и находим возможности донести до людей правду. А это всегда непросто. Ее тщательно скрывают и «мои», и «ваши» контрагенты. Да еще и защищают свое право врать (именно это слово больше всего подходит для узаконенной государственной и ведомственной лжи) специальными указами, законами, приказами и инструкциями.

Нужно большое умение и мужество, чтобы продрасть через все это нагромождение запретов «знать правду». Именно за это умение и мужество вас и номинировали на премию Егора Гайдара.

Я даже стесняюсь спрашивать, сколько «зубрам» от науки вы с коллегами подпортили карьеру и имидж. Как я слышал — многим! И поделом! В нашем случае и всякого рода официальным запросам на «знать

Если вы хотите написать Хоттабычу, направляйте письма на адрес: ФКУ СИЗО № 1 УФСИН 185035, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Герцена, д. 47. Юрию Алексеевичу Дмитриеву, 1956 года рождения.

В конверт лучше вложить еще один конверт с маркой, чтобы Ю.А. мог вам ответить.

Наша газета выйдет 28 января 2020 года, в день, когда краеведа, поисковика захоронений жертв ГУЛАГа Юрию Алексеевичу Дмитриеву исполнится 64 года. Уже третий раз он встречает свой день рождения не на свободе, а в СИЗО г. Петрозаводска. Ожидается, что второй суд над Дмитриевым (первый закончился его полным оправданием по «плохим» статьям) завершится в конце февраля — начале марта 2020 года.

Юрий Алексеевич в своей камере, к сожалению, не может получать книги с воли (в СИЗО нет библиотеки, и по этой причине книги не принимают). К радости Хоттабыча (так он подписывает свои послания), в его неволе нет и телевизора. Так что увидеть и услышать друзей в коридорах суда, а также получать открытки и письма людей — единственная для него возможность общаться со свободными людьми. Он старается отвечать каждому и рад каждому письму. С недавних пор Дмитриеву стали писать ученые и научные журналисты. С разрешения авторов публикуем тексты некоторых посланий к Хоттабычу.

Владимир Сурдин, Москва,  
23 ноября 2019 года

Уважаемый Юрий Алексеевич, позвольте представиться: я астроном, Владимир Георгиевич Сурдин. Работаю в МГУ. Мы с Вами никогда не встречались, но о Ваших делах, успехах и неприятностях я слышу уже не первый год. И переживаю за Вас.

Полагаю, Вам не часто приходится общаться с астрономами. Ваша и моя работа лежит в разных плоскостях, но оба мы понимаем, что страна, в которой мы родились, живем и будем жить до конца, тяжело больна и что лечение ее продлится долго и будет непростым. Библейских сорока лет явно не хватит для того, чтобы большинство наших сограждан изжили в себе рабов и господ, чтобы стали нормальными, культурными, цивилизованными людьми. Чтобы удовольствие от жизни получали в работе, а не в воровстве и пьянке. Чтобы врать и ругаться стало неприлично. Чтобы ощущение силы рождалось в человеке от внутреннего достоинства и знаний, а не от его присутствия в стае/банде/партии/системе...

Не подумайте, я не прожектёр и не утопист. Как в 1960-е не верил в ком-

мунизм через 20 лет, так же и теперь не верю в близкое светлое будущее. Но постепенно мир меняется. Не везде одинаково быстро, не везде каждый день в лучшую сторону, но в целом мир движется в правильном направлении. И движем его мы с Вами и наши коллеги.

Каждый по-своему, мы должны напоминать людям, что они ЛЮДИ, уникальные создания, наделенные интеллектом и совестью. 60 лет поисков внеземного разума убедили нас, что в гигантском пространстве вокруг нашей планеты нет ничего подобного — ни жизни, ни разума. Если тут, на Земле, мы будем продолжать унижать и убивать друг друга, то может погаснуть и эта искорка, и во Вселенной станет совсем пусто. Поэтому мы должны и будем продолжать свою работу по очеловечиванию людей. И Вы, и я, и все наши коллеги и друзья. Нас всё больше, и мы непременно изменим этот мир к лучшему. Постепенно, не сразу, но обязательно изменим.

Так и будет — вариантов-то нет!  
Удачи Вам и стойкости!

Андрей Ростовцев в Фейсбуке, 8 января 2020 года:

Как раз под Рождество пришло письмо из СИЗО № 1 УФСИН Респ. Карелия от Ю.А. Дмитриева (Хоттабыча — так он называет себя в письме). Две страницы мелким убористым почерком. Две страницы очень теплых трогательных слов. «„Время всё спешит“ — эта пословица не для нас» — говорит в письме Юрий Алексеевич. Понятно, что, в первую очередь, речь идет о уничтоженных и сломанных человеческих судьбах. А в моей голове эта фраза проецируется на желание некоторых российских академических начальников предать забвению, как торговали списанными диссертациями, как приписывали себя в соавторы чужих работ... Вот уже и Президиум РАН недавно озадачился введением сроков давности на академические шалости. Как метко выразился когда-то Михаил Жванецкий: «Если ты стырил диссертацию, не строй мост, сволочь! Иди в политику, там таких много». А Хоттабычу огромное спасибо, сил и здоровья выстоять в жестокой схватке с лжецами и подлецами.

СИЗО-1  
Петрозаводска,  
19 декабря 2019 года  
Добрый день, уважаемый Владимир Георгиевич!

Спасибо за теплые слова поддержки, сказанные в мой адрес, и за то, что мы из одного «созвездия» людей — неравнодушных и думающих, понимающих, что все наши успехи и неудачи неразрывно связаны с жизнью нашей страны.

Вы, Владимир Георгиевич, вооружены Вашими знаниями и понимаете уникальность нашей планеты Земля, и, хочется верить, делаете все возможное, чтобы она сохранилась для грядущих поколений людей. Я понимаю уникальность людей, эту планету населяющих. И тоже, как могу и умею, хочу сохранить в них разум и уберечь от всеобщей гибели. Вот поэтому люди должны оставаться людьми думающими, а не «каморфным» населением. Населением управлять просто — кнут и пряник, и оно послушно повернет туда, куда ему прикажут. А вот народом управлять куда как сложнее. Мало знать его историю, культуру, традиции, обычаи, нравы и язык. Нужно еще убедить каждую семью, каждый род и их совокупность — народ — в целесообразности предлагаемых действий и заручиться их согласием на предстоящие изменения.

Вот и иду я в наших карельских лесах оборванные человеческие связи, чтобы род не прерывался насильственным путем. И чтобы потомки могли знать, кто где и когда попытался его прервать... Такие знания хорошо отбивают желание быть частью покорного населения. Они заставляют людей ощущать себя частью Народа. А народом управлять — смотри выше. Разделяю Вашу, Владимир Георгиевич, уверенность, что все мы вместе сможем и должны изменить сознание населения и воспитать из них Народы.

С уважением, Юрий Дмитриев (Хоттабыч).

P.S. Вы правы: знакомых «звездостов» до Вас у меня не было :)

\*\*\*

Чапел Хилл (США), 23 ноября 2019 года  
Глубокоуважаемый Юрий Алексеевич!

Выражаю Вам глубочайшую признательность, человеческую поддержку и благодарность за Ваш труд. Хотя мы с Вами, к сожалению, лично не знакомы, я и члены моей семьи пристрасно и внимательно следим за Вашей работой и сочувствуем Вам в Вашей борьбе с ненужными, непрошеными и недостойными гонителями.

Я знаю, что в России и за ее пределами огромное множество людей поддерживает Вас так же, как и мы. Память о жертвах репрессий в нашей стране важна не только нам, живущим, но еще более важна нашим

правду» присоединяется еще и время. Нешадно оно затягивает на земле шрамы от расстрельных рвов и ям. Но память человеческая обязана знать и помнить каждого человека (плох он или хорош).

«Время всё спешит» — эта пословица не для нас и наших товарищей. Мы слишком многое уже упустили и спускали. Это от беспамятства вновь звучат лозунги и призывы «Можем повторить!». Что повторить? Трагедию раскулаченного крестьянства? Массовые политические расстрелы? Подъем «социалистического хозяйства» за счет рабского труда миллионов зеков? А может быть блокаду Ленинграда? Или бесчисленные солдатские смерти от бездарного или безмолвного командования?

Или снова «кругом враги виноваты, а руководство страны всё делает правильно»?

Нет, я с таким мириться не согласен. Надеюсь, Вы тоже.

С зк-приветом,  
Юрий Дмитриев (Хоттабыч).

\*\*\*

Москва, 25 ноября 2019 года  
Юрий Алексеевич, добрый день!

Пишет Вам Елена Клещенко, научный журналист. Я долго работала в журнале «Химия и жизнь», сейчас делаю портал PCR.news о молекулярной биологии и медицине, а в социальных сетях известна как хозяйка домашнего голубя и такса... Когда я пишу в Фейсбук об их похождениях, лайков собирается больше, чем у любых историй о нобелевских лауреатах. В этом году моя книга «ДНК и ее человек. Краткая история ДНК-идентификации» прошла в шорт-лист премии «Просветитель». Всем понравились детективные истории об идентификации останков Романовых, Ричарда Третью и проч. А я все чаще думаю об одной вещи, о которой писала в книге и которую повторяю на лекциях: никакое научное открытие, вопреки тому, что нам говорили в школе, само по себе не исправит мир, не сделает его справедливее. Все зависит от людей, которые этим открытием пользуются, от того, насколько они профессиональны и честны. <...>

Желаю Вам, чтобы этот кошмар поскорее закончился и больше не повторялся. Ждем Вас на воле.  
Елена Клещенко

СИЗО-1 гор. Петрозаводска,  
10 декабря 2019 года  
Здравствуй, Елена, птичья, такси-на и дочкина мама!

Приятно было получить письмо с такими зверскими и птичьими рекомендациями. <...> Оно, конечно, мне несколько обидно, что за частной жизнью такса и голубя наблюдает больше людей, чем за нашими будущими нобелевскими лауреатами, но тем хуже этим нелюбопытным людям. Осержусь и не буду становиться Нобелевским лауреатом. <...> С попаданием в шорт-лист «Просветителя» поздравляю. Я ни о чем таком научном и писать не помышляю... Так, опишу порою что-нибудь из прошлой зековской жизни: строительство Беломорско-Балтийского канала, например... Или еще чего менее занимательное. О расстрелах массовых в Карелии или о спец- и трудпоселенцах, высланных в наши края строить социализм.

Грустное чтиво получается, но и оно находит своего читателя. <...> С зк-приветом Юрий Дмитриев (Хоттабыч).



# Спасти «Мемориал»!



С октября 2019-го по январь 2020 года Международное историко-просветительское общество, Правозащитный центр, несколько региональных организаций «Мемориала» и их руководители были оштрафованы по десяткам исков на общую сумму более чем в 4 500 000 руб. Поводом для штрафов стало отсутствие маркировки «иностранный агент» в публикациях СМИ, социальных сетях и на интернет-сайтах. Суды еще продолжаются, общая сумма штрафов может достигнуть 6 000 000 руб. Совершенно очевидно, что кампания против «Мемориала» нацелена на финансовое удушение самой авторитетной организации, занимающейся исследованием трагических страниц истории СССР.

На сайте Межрегионального общества научных работников (ОНР) начат сбор подписей под заявлением в поддержку коллег из «Мемориала» [1].

«Мемориал» обжалует штрафы в вышестоящих судах и ЕСПЧ. Однако до получения судебных решений и компенсации пройдет много времени, а платить штрафы и продолжать работу нужно сейчас. Помочь «Мемориалу» можно на сайте [donate.memo.ru](https://donate.memo.ru).

## Научная работа общества «Мемориал» (краткая справка)

Исследовательская работа «Мемориала» и его региональных отделений в России сосредоточена в трех областях: история государственного террора и политических преследований в СССР, история репрессивных механизмов, история сопротивления. В Москве работает несколько тематических исследовательских программ; отдельные программы реализуются также в региональных отделениях (Петербург, Сыктывкар, Красноярск,

memo.ru

Пермь, Воронеж, Рязань, Комсомольск-на-Амуре и др.). Эти программы включают в себя архивный поиск, комплектование и систематизацию собственных архивных коллекций, организацию научных семинаров и конференций, публикационную активность; в такой специфической теме, как поиск массовых захоронений жертв террора, проводятся полевые экспедиционные работы. Кроме того, в рамках «Мемориала» действует несколько постоянных научных семинаров: историко-ведческий семинар в рамках программы «Топография террора», семинар «Левые в России: история и общественная память», ежегодный международный семинар по биографии «Право на имя» (Петербург), «История самиздата и альтернативной культуры»; до 2016 года в Краснодаре под эгидой «Мемориала» проводились ежегодные международные конференции по истории политических репрессий и регулярно публиковали сборники материалов. Кроме того, «Мемориал» является, наряду с ИРИ РАН и несколькими академическими организациями, инициатором, соорганизатором и активным участником крупнейшего ежегодного международного научного форума «История сталинизма».

Архивный поиск, проводимый сотрудниками ряда региональных организаций «Мемориала», прежде всего в Красноярском крае и Республике Коми, выделяется не только масштабом, но и введением в научный оборот новых типов документальных источников (по теме национальных депортаций — эшелонные списки, по теме коллективизации и раскулачивания — документы РИКов и т. д.).

Благодаря архивным исследованиям и экспедиционно-поисковой работе нескольких региональных отделений «Мемориала» были обнаружены крупнейшие расстрельные полигоны Северо-Запада: Левашовская пустошь, Ковалевский лес, Койракангас, Красный Бор, Сандармох.

«Мемориал» постоянно выпускает тематические исторические и документальные сборники, многие из них, такие как «Репрессии против поляков и польских граждан» (1997) и «Репрессии против российских немцев» (1999), высоко котируются научным сообществом, что подтверждается высокой цитируемостью опубликованных в них статей.

Исследователи из «Мемориала» Н. В. Петров, А. Б. Рогинский, Н. Г. Охотин, С. Б. Прудовский, Я. З. Рачинский, О. А. Горланов внесли большой вклад в изучение такой важной темы, как Большой террор 1936–1938 годов и отдельные

memo.ru

массовые операции, его нормативная база, механизмы и итоги. Результаты этих исследований представлены в основном в Интернете [2].

Основной исследовательской задачей «Мемориала» остается формирование общедоступных информационных ресурсов по разработываемым темам. Важнейшие из них:

- справочник «Система исправительно-трудовых лагерей в СССР»;
- биографические справочники «Кто руководил НКВД» Н. В. Петрова, «Территориальные руководители ВКП(б) в 1934–1939 гг.» С. Г. Филиппова и «Руководители центральных органов ВКП(б) в 1934–1939 гг.» (его же);
- книжная серия под руководством А. Э. Гурьянова, которая состоит более чем из 20 томов, содержащих списки поляков и граждан Польши, арестованных и депортированных после 1939 года, а также книги памяти «Убиты в Катини» и «Убиты в Калинин, захоронены в Медном»;
- базы данных «Жертвы политического террора в СССР» (более 3 000 000 имен) и «Сталинские расстрельные списки»;
- биографический справочник «Российские социалисты и анархисты после Октября 1917 года»;
- биографический словарь «Диссиденты Центральной и Восточной Европы».

Эти издания имеют не только информационно-справочную ценность — они сопровождаются аналитическими, источниковедческими и историографическими статьями, описывающими достигнутый уровень научного знания и пониманием проблем, и ставящими дальнейшие исследовательские задачи. Сказанное относится и к Книгам памяти, которые созданы региональными отделениями «Мемориала» — Московским, Воронежским, Красноярским, Сыктывкарским. Это не просто перечни имен, снабженные краткими биографическими сведениями — вступительные статьи, публикации архивных документов и справочный аппарат придают этим изданиям самостоятельную научную ценность.

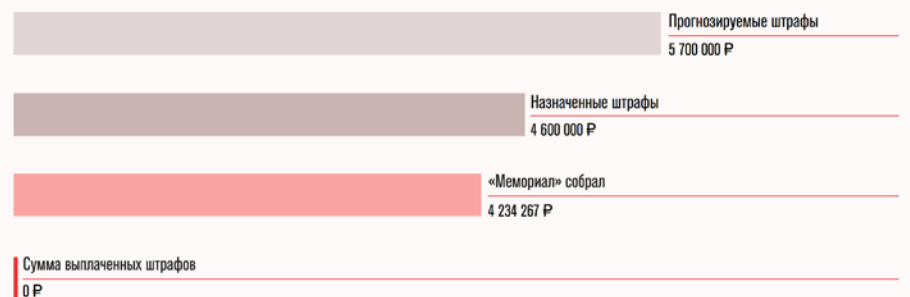
И конечно же, введение в научный оборот огромного количества мемуаров, дневников, писем, устных интервью и прочих источников негосударственного происхождения, также являются важнейшей частью научной работы «Мемориала» как в Москве, так и в регионах.

**Полный список книг, изданных «Мемориалом» за 1999–2019 годы, читайте на нашем сайте**

1. [onr-russia.ru/content/Suppot\\_Memo](https://onr-russia.ru/content/Suppot_Memo)
2. [old.memo.ru/history/y1937/1937.htm](https://old.memo.ru/history/y1937/1937.htm)

Поддержать «Мемориал» может каждый

<https://donate.memo.ru/>



## ЛИЧНОСТЬ

\*\*\*

14 января 2020 года, Санкт-Петербург  
Дорогой Юрий Алексеевич,

мы с Вами не знакомы лично, но все происходящее с Вами в последние годы сделало Ваше имя широко известным во всей России и за ее пределами. Сужу об этом не только как российский гражданин, но и как исследователь российской политики и как преподаватель — учу политологии студентов и в России, и в Финляндии (поверьте мне, в Финляндии о Вас знают и пристально следят за перипетиями Вашей судьбы). Ваша активная деятельность в «Мемориале», организованные Вами раскопки в Сандармохе и Ваши многочисленные публикации о политических репрессиях заслуживают огромного уважения. Тем больнее узнавать обо всем, с чем Вам приходится сталкиваться сейчас.

Знаю, что Вы сильный и мужественный человек, многое в жизни повидавший и многое преодолевший. И что бы ни случилось в будущем, я уверен, что Вы не впадете в позорный смертный грех уныния, а будете и дальше с достоинством отстаивать те принципы, на которых

основана Ваша деятельность историка и общественного активиста. Ваша стойкость важна как пример для многих граждански активных молодых людей, которые в сегодняшней России все чаще сталкиваются с преследованиями и провокациями в самых разных, порой откровенно издевательских и циничных формах. Но я Вас очень прошу: берегите себя, пожалуйста. Да, в Вашей сегодняшней ситуации, прямо скажем, крайне нелегко поддерживать здоровье — и физическое, и душевное. Но поддержка неравнодушных людей поможет Вам пережить нынешние испытания и выйти из них с наименьшими потерями.

К сожалению, помимо выражения солидарности с Вами, я не могу Вам помочь чем-то конкретным. Но, возможно, Вам будет интересно прочесть книгу, которую я недавно опубликовал, она называется «Недостойное правление»: политика в современной России» и посвящена поискам ответов на вопрос, почему российское государство управляется гораздо хуже, чем того заслуживают наша страна и ее граждане. Я могу передать для Вас книгу с одной из okazji.

Заочно жму Вашу руку и очень рассчитываю на то, что справедливость восторжествует и что однажды нам с Вами удастся встретиться и побеседовать как двум свободным людям.

С большим уважением,  
Ваш,  
Владимир Гельман,  
профессор Европейского университета в Санкт-Петербурге и университета Хельсинки.

\*\*\*

Москва, 15 января 2020 года  
Дорогой Юрий Алексеевич!

Позвольте прежде всего поблагодарить вас за сделанное и выразить надежду, что еще многое впереди. Очень жду вашего выхода на свободу, надеюсь, что это произойдет как можно раньше, чтобы вы могли вернуться к работе по восстановлению памяти жертв репрессий, просто вернуться домой.

Нет никаких сомнений в несправедливости, невежественности и полнейшей глупости выдвинутых против вас обвинений. Это очевидно любому, кто прочитал хотя бы какие-то материалы. Удивляет лишь последовательность

и настойчивость запущенной репрессивной машины, как будто бы ничего не происходит, никто ничто не слышит, не видит, не понимает. Вся эта ужасная, обвинительная работа идет своим чередом без остановок и поправок на здравый смысл.

Единственное противоядие против этого безумия, которое у нас осталось, — это публичность, открытый разговор о том, что происходит. Но, к сожалению, все ждут каких-то сенсаций, ничемных поводов, скандалов. Подскажите, пожалуйста, ведете ли вы дневник? Может быть, публикуете где-то заметки, наблюдения за людьми и собой? Планируете ли публикации? Я уверен, что важны именно мелочи, то, чему сейчас не придается значения, что кажется бытовым, проходящим.

Неловко писать из удобного кресла человеку в неволе. Простите за, возможно, бессмысленные, неловкие слова. Просто держитесь и пишите о себе. Это очень важно для всех нас. Спасибо вам.

С уважением,  
Дмитрий Рогозин, социолог

Подготовила Наталья Демина

# О темной энергии замолвите слово

Олег Верходанов



Это классно, когда люди умеют читать. Особенно на английском языке. Еще больше радует, что любители астрономии читают статьи по астрофизике и активно их обсуждают. Другое дело, что большая масса обсуждаемых популярных статей, написана либо по аннотациям, либо содержит излишне усиленные выводы. В последний год целое направление астрофизики — наблюдательная космология — буквально бурлит от революционных новостей: нобелевский лауреат Адам Рисс с коллегами в нескольких статьях утверждает, что Вселенная расширяется быстрее, чем предполагается в согласованной космологической модели (см., например, в [1]), т. е. плотность темной энергии выше, чем ожидалась; известные космологи Джо Силк и Алесандро Мельхиори, а также Элеонора Ди Валентина, которая является первым автором, в своей работе в *Nature Astronomy* [2] заявляют, что из данных космической обсерватории Planck следует, что Вселенная имеет положительную кривизну. И вот наконец появляется работа корейских коллег [3], где по результатам анализа данных по SN Ia и химического состава их родительских галактик делается вывод, что эволюционными свойствами галактики и вспыхивающих в ней SN Ia можно объяснить эффект, интерпретированный как ускоряющееся расширение Вселенной в диаграмме Хаббла в области красных смещений  $z > 0.7$ . Обнаружение этого эффекта и привело к открытию нового компонента плотности Вселенной, названного темной энергией. Красное смещение  $z$  (т. е. смещение спектров излучения объектов в красную сторону) с величиной порядка 0.7 соответствует этапу перехода примерно 6 млрд лет назад от эпохи доминирования вещества к эпохе доминирования темной энергии (когда  $z < 0.7$ ). Большинство космологов о возникающих проблемах молчат или занимаются (что скорее всего) другими делами. Так что же вообще происходит? К радости или к сожалению, всегда есть опция, которая любому заинтересованному читателю поможет разобраться в проблеме: надо читать оригинальные тексты. Но также понятно, что обывателю проще их не читать, а узнавать о происходящем из популярных изданий. Тогда начнем разбираться.

Данный текст можно рассматривать как продолжение истории, начатой в ТрВ-Наука в прошлом году [4]. Но сначала надо сказать несколько общих слов о терминологии. Сверхновые типа Ia (обозначаются SN Ia) — это вспыхнувшие объекты в результате взрыва одного из типов звезд, белого карлика, в двойной звездной системе. Белый карлик — это плотный компактный объект, который является финальной стадией не очень массивной звезды. Ожидается, что Солнце станет белым карликом через несколько миллиардов лет. Белый карлик имеет фиксированный верхний предел массы (1,44 массы Солнца), называемый чандрасекаровским пределом, поэтому если на него стекает вещество с соседней звезды в двойной звездной системе, то белый карлик теряет устойчивость и взрывается полностью либо (по расчетам в некоторых моделях) коллапсирует в нейтронную звезду, что также сопровождается взрывом известной мощности. Кривая блеска (т. е. изменение яркости со временем, а именно ее затухание) у таких объектов хорошо изучена. И даже если не удается успеть зафиксировать максимум блеска SN Ia, то по дальнейшему спаду яркости всё равно удается откалибровать кривую и определить расстояние (точнее, модуль расстояния) до этого объекта. В космологических исследованиях объекты SN Ia рассматриваются как стандартные свечи, т. е. объекты с известной яркостью. Эти объекты очень удобны в космологии, потому что их яркость сравнима с яркостью родительских галактик и они видны на больших удалениях от нас. Для того чтобы использовать сверхновые Ia как стандартные свечи, необходимо было выполнить процедуру независимой привязки расстояний, для которой ис-

пользуется так называемая лестница расстояний (см. [4]), включающая метод тригонометрических параллаксов — определения расстояний до близких звезд тригонометрическим способом (точный метод) и косвенные: привязку по переменным звездам цефеидам по диаграмме «светимость — период», по диаграмме Хаббла «красное смещение — звездная величина», как для сверхновых Ia. Также есть множество других методов. Лестница расстояний позволяет переходить в измерениях расстояний от близких объектов к далеким.

Далее. Кривизна Вселенной — особая топологическая характеристика, позволяющая выразить будущее Вселенной через ее плотность. Вселенная хорошо описывается как трехмерная гиперсфера очень больших размеров, и мы наблюдаем, по-видимому, только ее мизерную часть радиусом примерно 45 млрд световых лет. Если плотность Вселенной больше критической, то Вселенная имеет положительную кривизну, т. е. замкнута, и в этом случае в будущем расширение может смениться сжатием. «Может» — потому что могут существовать гипотетические механизмы изменения ее физических и космологических свойств в будущем. Если же плотность Вселенной меньше критической, то ее кривизна отрицательна, и Вселенная будет расширяться с ускорением. Если плотность Вселенной равна критической, то Вселенную называют плоской. И она будет описываться евклидовой моделью мира с постоянной расширением. Евклидова модель — это физически однородный (с одинаковой плотностью), изотропный (статистически одинаковый по всем направлениям), неискривленный и неэволюционирующий мир. В геометрии плоским называют мир, в котором сумма углов любого треугольника равна  $180^\circ$ . Мир при этом не обязан быть двумерным. Критическая плотность Вселенной — примерно 5.5 атомов водорода на кубический метр в эквиваленте вещества. Это такая плотность, которая соответствует всей энергии, пересчитанной в количество видимого вещества в виде атомов водорода. Но во Вселенной много различных компонент энергии. Кроме видимого вещества, это темная материя, темная энергия, электромагнитное излучение, нейтрино, гравитационные волны, энергия кривизны и др. Астрофизики измеряют компоненты энергии по отношению к критической плотности. Поэтому говорят, что если относительная плотность Вселенной  $\Omega_0$  равна единице, то наш мир плоский. Плотность энергии пространственной кривизны Вселенной равна  $\Omega_k = 1 - \Omega_0$ .

По данным космической обсерватории Planck 2018 года, относительная плотность энергии кривизны  $\Omega_k = 0.0007 \pm 0.0019$ , т. е. близка нулю и Вселенная с высокой точностью плоская. Отметим еще, что, несмотря на то что мир плоский, Вселенная расширяется с ускорением из-за особых свойств темной энергии, которая имеет отрицательное давление (см. интересное обсуждение свойств темной энергии [5] и серьезный обзор [6]).

Вернемся теперь к революционно звучащим заявлениям, которые воспринимаются как критика стандартной космологической модели. Стандартной космологической моделью называется космологическая модель  $\Lambda$ CDM, описывающая эволюцию Вселенной, с доминированием темной энергии (в простейшем случае в уравнении общей теории относительности, описываемой  $\Lambda$ -членом) и холодной темной материи (Cold Dark Matter — CDM) в настоящую эпоху (см. также [4]). По данным Planck 2018 года, компонентный состав энергобаланса в относительных плотностях Вселенной такой:  $\Omega_\Lambda = -0.69$ ,  $\Omega_{\text{CDM}} \sim 0.26$ ,  $\Omega_b = -0.05$ . Последний параметр  $\Omega_b$  — плотность видимой (барионной) материи. Все остальные компоненты энергобаланса в настоящую эпоху — лишь малая толика от перечисленных. Мы живем в эпоху доминирования темной энергии, которая, как уже упоминалось, началась примерно 6 млрд лет назад (что соответствует красному смещению  $z \approx 0.7$ ), при том что возраст Вселенной по последним данным — 13.8 млрд лет.

Перейдем к пресс-релизу Университета Ёнсе (Южная Корея) от 6 января 2020 года [7] и подчеркнем некоторые моменты в этом сообщении. Авторы обнаружили:

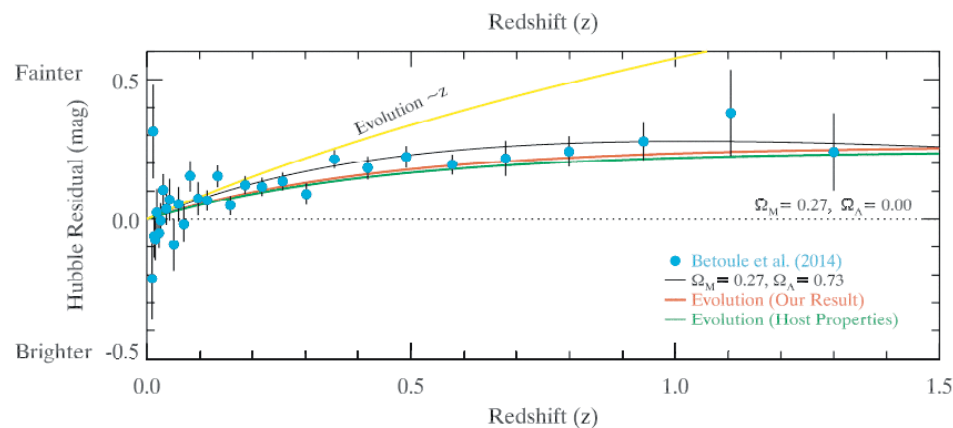


Рис. 1. Диаграмма «Невязки Хаббла — красное смещение», демонстрирующая эволюцию светимости в космологии сверхновых, которая предсказывается в рассматриваемой работе [3]. Невязки в диаграмме Хаббла вычисляются в рамках космологической модели без  $\Lambda$  ( $\Omega_m = 0.27, \Omega_\Lambda = 0.00$ ; черная пунктирная линия). Красная и зеленая линии — два варианта модели эволюции сверхновых, предложенных авторами статьи [3]. Голубые кружочки — это бинированные (усредненные в некотором диапазоне красных смещений) данные по сверхновым из работы Betoule et al. (2014). По выводам авторов, сравнение эволюционных кривых с данными по сверхновым показывает, что эволюция светимости может имитировать значительную долю невязок в диаграмме Хаббла, использованных при открытии и заключении о существовании темной энергии (см. черную сплошную линию)

«... Значимую корреляцию между светимостью сверхновых и возрастом звездного населения на уровне достоверности 99.5%. Это [показал] самый прямой и строгий тест, который когда-либо проводился для эволюции SN Ia. Так как прародители в родительских галактиках становятся моложе с ростом красного смещения (при взгляде назад по времени), этот результат указывает на серьезный систематический байес (сдвиг в распределении) с ростом красного смещения в космологии сверхновых. Если применить эти величины, то обнаруженная эволюция светимости получается настолько значимой, что ставит под сомнение само существование темной энергии. При учете должным образом эволюции светимости сверхновых команда обнаружила, что доказательство существования темной энергии просто уходит».

И еще.

«Другие космологические способы проверки, такие как космический микроволновый фон (CMB) и барионные акустические колебания (BAO), также, как известно, дают непрямые и косвенные доказательства темной энергии; но недавно были выдвинуты предположения, что CMB, по данным Planck, более не поддерживает согласованную космологическую модель, что может потребовать новой физики (Di Valentino, Melchiorri, & Silk 2019). Некоторые исследователи также показали, что BAO и другие космологические тесты при малых красных смещениях могут быть совместимы с неускоряющейся Вселенной без темной энергии (см., например, Tutusaus et al. 2017). В этом отношении настоящий результат, показывающий эволюцию светимости, мимикрирующую под темную энергию в космологии по сверхновым, чрезвычайно важный и очень своевременный».

И также отметим окончание того же текста:

«Эта работа принята для публикации в *Astrophysical Journal* и будет опубликована в январском выпуске в 2020 году».

Далее идем по ссылке на соответствующую работу [3] и... никаких таких чрезвычайных выводов в ней не находим.

Если мы посмотрим на график (рис 1), который обсуждался среди научных новостей как доказательство отсутствия темной энергии, то увидим, что по измерениям 51-й специально отобранной галактики, данные по которым приведены в оригинальной статье, наблюдается связь между светимостью сверхновых и возрастом Вселенной, определяемым красным смещением  $z$ . Здесь, конечно, важный момент — число (которое, на самом деле, очень мало) и правило отбора галактик.

Естественный вопрос: как работу по эволюционным данным с критикой космологической модели, основанной на тяжелых данных Planck, приняли в ArJ? И здесь стоит сказать, что приведенные в работе данные измерений действительно хорошие и вывод о связи светимости некоторых сверхновых с возрастом галактик тоже интересный. Авторы использо-

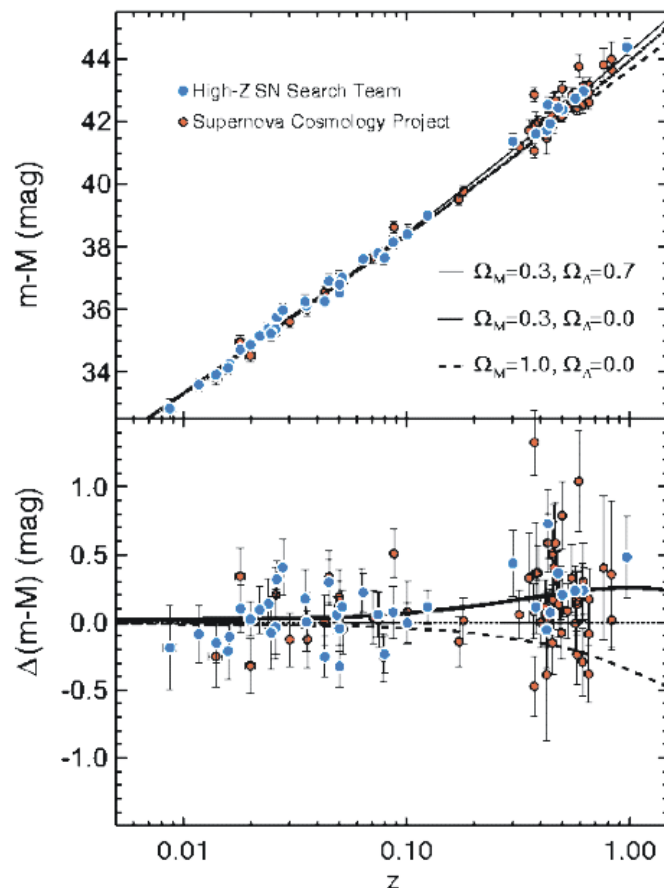


Рис. 2. Диаграмма Хаббла («модуль расстояния — красное смещение»), построенная по результатам исследований двух групп, открывших темную энергию. Верхний график — результаты измерений, нижний график — разность между данными верхнего графика и ожидаемыми измерениями в простом расширяющемся евклидовом мире без темной энергии

вали ряд корреляций, обнаруженных в работах других групп, например, что объекты SNe Ia в менее массивных галактиках (с массой, меньшими раз в 10) на  $\sim 0.08$  зв. величины слабее, чем вспыхнувшие в более массивных галактиках; что менее массивные (тоже на порядок) родительские галактики примерно на 2 млрд лет моложе, чем более массивные галактики, а также что яркость сверхновых типа Ia коррелирует с морфологией родительской галактики и темпом звездообразования в ней. Эти факты могут предполагать возможную корреляцию со свойствами звездного населения. Что и изучалось. Измерения новые, результаты интересные. Поэтому и приняли в ArJ. Но поломать текущую космологическую модель, на мой взгляд, с таким малым количеством точек (в таблице данные для 51 галактики с  $z < 0.1$ ) не удастся. Отметим, что борьба за точность измерения вклада темной энергии по SN Ia сейчас идет, когда число объектов больше 1.5 тыс. и объектов с  $z > 0.7$  несколько десятков (см. данные групп исследователей SN Ia на рис. 2). И естественно, для такой малой выборки объектов заявление о закрытии темной энергии в *Astrophysical Journal* и критика других методов звучали бы слишком громко, и в оригинальной статье авторы без нее обошлись. ▶

► Зачем они это делают в пресс-релизе? Прочитав Бориса Штерна: «Жажда деятельности и т. п. — вполне нормальные движущие мотивы» [8]. Отметим, как пример, еще один момент, связанный с другим рисунком (см.: [3]), где демонстрируется зависимость возраста родительской галактики от отклонения (невязки) на диаграмме Хаббла от прогнозируемой кривой в стандартной космологической модели (рис. 3). Разброс данных, используемых для регрессии, большой (больше половины звездной величины). И наклоны рассчитанных регрессионных кривых разные для разных моделей, что говорит о различии методов оценки возрастов и не дает однозначно выбрать оценку возраста родительской галактики. А именно эта оценка в дальнейшем используется в подгонках при «отмене» темной энергии.

Вернемся к самому пресс-релизу — там еще есть интересные моменты. Вот два утверждения, например:

1) реликтовое излучение (или космический микроволновый фон) дает лишь непрямые косвенные доказательства существования темной энергии; и 2) СМВ, как предполагают сейчас, по данным Planck, более не поддерживает согласованную космологическую модель.

Про первое замечание я подробно говорил [4]. Повторю здесь лишь тезисно. Нет по-настоящему прямых измерений космологических параметров. Все эксперименты проходят

через набор предположений, часть из которых удается проверить легко, а часть нет. При этом использование данных по реликтовому излучению — самый надежный способ оценки космологических свойств среди разных наблюдательных экспериментов. Возвращаясь к статье [3], можно, например, сказать: чтобы сделать вывод об эволюционных свойствах родительских галактик, использованных для поиска связи с яркостью сверхновых, авторы должны были измерить возраст этих галактик. Для этого следовало применить модели распределения энергии в спектрах галактик (синтетические спектры), в которые исходно надо заложить свойства о распределении звезд по массам в галактике, содержание газа, скорость звездообразования и прочие параметры, а также рассчитать их совместную эволюцию на различные космологические эпохи. Авторы используют данные о синтетических спектрах из трех разных моделей, результаты применения которых немного отличаются. И если дальше детально рассматривать построение теории, альтернативной модели темной энергии, то нужно обратить внимание на то, как вообще оценивается светимость стандартной свечи типа SN Ia, и держать в голове не только потенциальную неуверенность в точности измерений расстояний до цефеид по данным спутника GAIA, где малые поправки приводят к накапливающимся сдвигам в оценках светимости, и нетривиальность взрывов SN

Ia (см. обсуждение [4]), но и неожиданно открывшуюся и выглядящую катастрофически проблемой проблему использования цефеид как стандартных свечей [9]. Весь этот набор сложностей пока отодвигает на задний план утверждение о возможности прямых измерений эволюционных параметров [3] и выводов о значимых проблемах в наблюдениях существования темной энергии в пресс-релизе [7]. В то же время отметим еще раз важность данных по реликтовому фону. Скорость расширения Вселенной и связанный с ней параметр темной энергии отразились в данных СМВ в нескольких космологических эпохах в следующих факторах РИ: в характерном масштабе сферы последнего рассеяния, в наблюдаемых угловых размерах неоднородностей СМВ в распределении реликтового фона (чем быстрее сейчас расширяется Вселенная, тем меньше их наблюдаемый угловой размер) и даже в температуре космического микроволнового фонового излучения (чем больше скорость расширения, тем меньше температура РИ). Темная энергия также параметрически входит в описание эффекта Сакса — Вольфа, используемого при расчетах углового спектра мощности РИ (когда фотон СМВ меняет свою частоту при прохождении через область с меняющимся за космологическое время гравитационным потенциалом, например при росте скоплений галактик) или расширения войдов. Полнота данных Planck и колоссальный объем измерений в сочетании с данными по барионным осцилляциям в обзоре BOSS создают фундамент, который сложно пока разрушить, в том числе и при оценке вклада темной энергии.

Ссылка в пресс-релизе на то, что СМВ, по данным Planck, более не поддерживает согласованную космологическую модель, тоже не совсем корректна. Если остановиться только на аннотации [2], на репутации журнала, в котором она была опубликована, и на известных именах соавторов, вдобавок на названии статьи, на том, что выводы следуют из данных Planck, то результаты кажутся громкими. И привидимый результат такой: Вселенная имеет положительную кривизну ( $-0.007 > \Omega_k > -0.095$ ) на уровне достоверно-

сти 99%. Это значение получено при освобождении параметра  $\Omega_k$ , который обычно связан с параметрами плотности и определяется только через них. При его независимом определении авторы использовали также эффект аномального линзирования СМВ. В качестве данных Planck при этом используется измеренный угловой спектр мощности. В целом подход исследования этого параметра интересен, хотя и не применяется в стандартных методах определения параметров. И чтобы не повторяться, что именно сделано там не так гладко, как должно быть при громких заявлениях, рекомендую посмотреть разбор статьи Михаилом Ивановым [10]. Еще любопытно взглянуть в статье [2] на значения других космологических параметров, определяемых при применении такой методики: они резко противоречат как точным измерениям обсерватории Planck, так и друг другу при использовании разных наборов данных.

Вот что мы видим в публикации: применение предложенной методики к данным Planck дает оценку значения постоянной Хаббла  $H_0 = 54^{+1.4}_{-1.4}$  км/с/Мпк с достоверностью 68%, а для [комбинированного] набора данных BAO + SN-Ia + BBN, что  $H_0 = 79.6 \pm 6.8$  км/с/Мпк на уровне достоверности 68%, т. е. они [эти оценки] несовместимы на уровне 3.4 стандартных отклонения. Отметим, что согласованные измерения  $H_0$  независимыми методами, включая измерения уровня неоднородностей РИ обсерваторией Planck, дают величину  $H_0 = 67.66 \pm 0.42$  км/с/Мпк.

Вывод о кризисе космологической модели  $\Lambda$ CDM делать пока рано. А почему опубликовали тогда эту работу в *Nature Astronomy*? Ответа нет. Ну разве что авторы — известные сильные астрофизики.

Итак, что мы видим. Для малого набора точек при многоступенчатом сложном анализе, т. е. в системе данных, описываемых моделью со множеством параметров, с отсутствием измерений в наиболее существенную космологическую эпоху ( $z > 0.7$ ), требующуюся при фиксации вклада темной энергии, и следующих из измерений оценок параметров эволюции галактик строится модель эволюционирующей кривой блеска SN Ia в зависимости от  $z$ . Прямого вывода о закрытии темной энергии в оригинальной статье нет, кроме предположения о возможной имитации эффекта темной энергии. А приведенный в пресс-релизе строгий вывод не может быть сделан по данным оригинальной статьи из-за небольшого числа объектов и нечеткости оценок, использующих несколько этапов в эволюционном моделиро-

вании. В принципе, на этом вопрос можно и закрыть. Однако, по моему мнению, любая критика устоявшейся модели всегда полезна. А вдруг что-нибудь выскочит интересное. Другое дело, что часто вопросы о «революционных» сенсациях каждый может исследовать сам, только лишь прочитав оригинальную статью. И когда разговор идет о существовании самой загадочной компоненты Вселенной — темной энергии, дающей максимальный вклад во вселивский энергобаланс, то, как в фильме «Звездные войны», можно подумать, что война космологическая началась. Но нет. Равновесие современной космологической модели еще не нарушено. Пока не нарушено.

1. Riess A. G. et al. *Astrophys. J.*, V. 861, N2, arXiv:1804.10655

2. Valentino E. Di, Melchiorri A., Silk J. *Planck evidence for a closed Universe and a possible crisis for cosmology // Natature Astronomy* (2019), arXiv:1911.02087.

3. Kang Y., Lee Y.-W., Kim Y.-L., Chung C., Ree C. H. *Early-Type Host Galaxies of Type Ia Supernovae. II. Evidence for Luminosity Evolution in Supernova Cosmology // Astrophysical Journal*, accepted, arxiv.org/pdf/1912.04903.pdf

4. Верходанов О. В. *Есть ли проблемы с согласованием скорости расширения Вселенной? // ТрВ-Наука*. № 280, с. 4–5, 04.06.2019. [trv-science.ru/soglasovanie-skorosti-rasshireniya-vselennoj/](http://trv-science.ru/soglasovanie-skorosti-rasshireniya-vselennoj/)

5. Рубаков В. А. *Темная энергия во Вселенной // ТрВ-Наука*, № 258, с. 4–5, 17.07.2018. [trv-science.ru/2018/07/17/temnaya-energiya-vo-vselennoj/](http://trv-science.ru/2018/07/17/temnaya-energiya-vo-vselennoj/)

6. Лукаш В. Н., Рубаков В. А. *Темная энергия: мифы и реальность. УФН* 178 301–308 (2008).

7. Yonsei University, January 6, 2020. *New evidence shows that the key assumption made in the discovery of dark energy is in error.* [m.phys.org/news/2020-01-evidence-key-assumption-discovery-dark.html](http://m.phys.org/news/2020-01-evidence-key-assumption-discovery-dark.html)

8. Штерн Б. 7.01.2020. [facebook.com/boris.stern.7/posts/2733210950132779](https://www.facebook.com/boris.stern.7/posts/2733210950132779)

9. Lin W., Mack K. J., and Hou L. *Investigating the Hubble Constant Tension — Two Numbers in the Standard Cosmological Model.* arXiv:1910.02978

10. Иванов М. *Астрономы доказали, что Вселенная замкнута. Что? Нет!* [nplus1.ru/blog/2019/11/08/cosmology-notes](http://nplus1.ru/blog/2019/11/08/cosmology-notes)

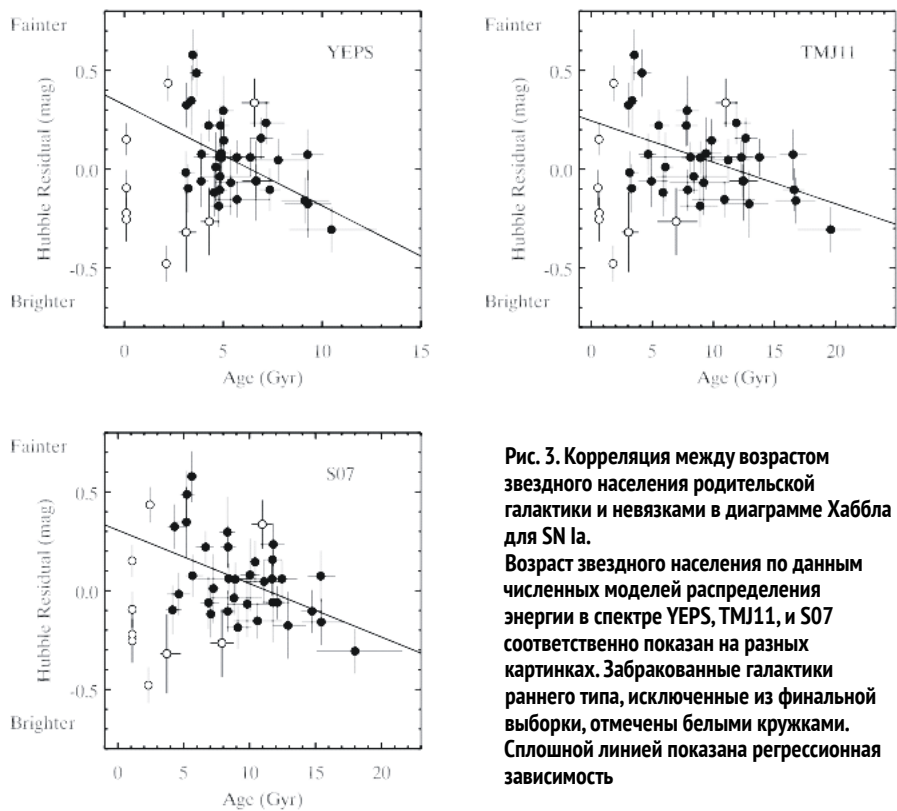


Рис. 3. Корреляция между возрастом звездного населения родительской галактики и невязками в диаграмме Хаббла для SN Ia. Возраст звездного населения по данным численных моделей распределения энергии в спектре YEPS, TMJ11, и S07 соответственно показан на разных картинках. Забракованные галактики раннего типа, исключенные из финальной выборки, отмечены белыми кружками. Сплошной линией показана регрессионная зависимость

## Подписка на «Троицкий вариант — Наука» (газета выходит один раз в две недели)

Подписка ([trv-science.ru/subscribe](http://trv-science.ru/subscribe)) осуществляется ТОЛЬКО через редакцию (с Почтой России на эту тему мы не сотрудничаем). Подписку можно оформить начиная с любого номера, но только до конца любого полугодия (до 1 июля 2020 года; до 1 января 2021 года и т.д.). Стоимость подписки на год для частных лиц — **1 200 руб.** (через наш интернет-магазин [trv-science.ru/product/podpiska](http://trv-science.ru/product/podpiska) — **1 380 руб.**), на полугодие — **600 руб.** (через интернет-магазин — **690 руб.**), на другие временные отрезки — пропорционально длине подписного периода. Для организаций стоимость подписки на **10%** выше. Доставка газеты осуществляется по почте простой бандеролью. Подписавшись на **5 и более** экземпляров, доставляемых на один адрес, вы сэкономите до **20%** (этой возможности нет при подписке через интернет-магазин). Все газеты будут отправлены вам в одном конверте. Речь идет о доставке по России, за ее пределы доставка осуществляется по индивидуальным договоренностям. Но зарубежная подписка, как показывает практика, тоже возможна. Газеты в Великобританию, Германию, Францию, Израиль доходят за 2–4 недели.

В связи с очередными техническими трудностями, обеспеченными нам государством, система оплаты подписки изменилась.

1. Если в банковском переводе от физического лица на наш счет в Сбербанке будет упомянуто слово «подписка», то мы будем вынуждены **вернуть деньги плательщику**, объявив перевод ошибочным.
2. Однако если вы переведете на наш счет некую сумму (например, 600 или 1200 руб.) и сделаете пометку в назначении платежа **«Адресное благотворительное пожертвование на уставную деятельность»**, то мы обязательно отблагодарим вас полугодовым или годовым комплектом газет «Троицкий вариант — Наука». Но не забудьте при этом указать адрес, по которому вы хотите получить наш подарок!
3. При переводе со счета юридического лица на счет АНО «Троицкий вариант» ограничений нет.

## Оплатить подписку можно

1. **«Адресное благотворительное пожертвование на уставную деятельность»** можно произвести банковским переводом на наш счет в Сбербанке: заполнив квитанцию или используя наши реквизиты. Сам процесс перевода адресного пожертвования можно осуществить из любого банка, со своей банковской карты, используя системы интернет-банкинга.

2. Используя системы электронного перевода денег с вышеуказанной формулировкой или простым пополнением кошелька на счет Яндекс-деньги № **410011649625941**

3. Воспользовавшись услугами интернет-магазина ТрВ-Наука ([trv-science.ru/product/podpiska](http://trv-science.ru/product/podpiska)). Стоимость подписки через интернет-магазин немного выше, но некоторым подписчикам такая форма оплаты покажется более удобной.

Переведя деньги, необходимо сообщить об этом факте по адресам [miily@yandex.ru](mailto:miily@yandex.ru) или [podpiska@trv-science.ru](mailto:podpiska@trv-science.ru).

Кроме того, необходимо указать **полные ФИО человека, оказавшего поддержку, и его точный адрес с индексом**. Мы будем очень благодарны, если к письму будет приложено скан квитанции или электронное извещение о переводе. Редакция старается извещать КАЖДОГО написавшего ей партнера о факте заключения нашего неформального договора о сотрудничестве.

Высылать заполненный бланк подписки вместе с копией квитанции об оплате **НЕ НАДО**, особенно если получено электронное извещение о получении адресной поддержки.

Для **жителей Троицка** действуют все схемы дистанционной подписки и адресной поддержки. Стоимость подписки — **800 руб.** на год, **400 руб.** на полгода. Для организаций Троицка стоимость подписки на **10%** выше.

Приглашаем тех, кто уже не может представить свою жизнь без актуальной информации о науке и образовании в России, подписаться на «Троицкий вариант»!

# Красивые номера

**В** «Фейсбуке» промелькнуло сообщение, что кто-то продает тысячерублевую банкноту за 7 млн 770 тыс. руб. Потому что номер у нее 7777770. Видимо, автор сообщения округлил: ясно, что если уж просить, то побольше: 7 млн 777 тыс. 770 руб.

На самом деле, конечно, столько выручить продавцу не светит. Но вообще банкноты с интересными номерами действительно продаются на интернет-аукционах, иногда с заметной надбавкой к номиналу (или к коллекционной стоимости, если речь идет о банкнотах, вышедших из обращения). Размер надбавки зависит от необычности номера, и тут возникает интересный вопрос. С формальной точки зрения вероятность обнаружить у себя в кошельке какой-то номер не зависит от последовательности его цифр — с двумя мелкими уточнениями: во-первых, относительно меньшие номера чуть более вероятны, потому что не все серии доходят до конца нумерации; во-вторых, некоторые номера изымаются из обращения коллекционерами или просто любителями сувениров. Тем не менее, если пренебречь этим, то вероятность встретить купюру № 7699742 (пример из моего бумажника) ничуть не больше, чем купюру № 7777770, однако последнюю мы явно будем воспринимать как необычную.

Дело, видимо, в том, что человек подсознательно замечает наличие каких-то регулярностей в конкретном номере и, относя такой номер к целому классу (например, «почти все цифры одинаковые» или «начинается с нескольких нулей»), оценивает уже вероятность всего класса: чем меньше номеров попадает в этот класс, тем менее вероятным он является (это тривиально); далее это ощущение малой вероятности распространяется на индивидуальные номера из этого класса (а это уже является когнитивной подменой). Кроме того, видимо, играют роль и какие-то эстетические предпочтения.

С математической точки зрения всё это кажется близким к теории колмогоровской сложности — подходу, который придает формальный смысл интуитивному представлению о том, что такое «неслучайность единичной последовательности» (в классической теории вероятностей такая постановка вопроса не имеет смысла: все последовательности равновероятны). Кажется, было бы очень поучительно исследовать, какие комбинации цифр в номере сколько стоят — и тем самым оценить, как человек воспринимает неслучайность, но дело это очень трудоемкое. Потому дальнейшее — это, с одной стороны, пересказ обсуждений на нескольких бонистических форумах, а с другой — результат беглого просмотра первых страниц поиска на «красивый номер» на аукционе «Мешок» и на fancy serial number и low serial number на eBay. И так, что же одни граждане стремятся втюхать другим гражданам? (Номера со знаком № реальные, в том смысле, что такая купюра продается, и ее фотография где-то приведена; без знака № — возможные, но не зарегистрированные; я, как правило, не буду упоминать цены, потому что разброс большой и запросы разных продавцов не очень сопоставимы: зависят от темперамента, ср. самый первый абзац.)

Начнем с самого простого (не в колмогоровском, а в быденном смысле): хорошо, когда в номере много раз встречается одна цифра, желательно группой подряд, и чем больше, тем лучше: за № 0866666 просят в четыре раза больше, чем за соседний № 0866667. Еще лучше, если разных цифр всего две, скажем, № 1441444 или если подряд идет пять или шесть цифр, причем на конце лучше, чем в начале. И еще лучше, когда частые цифры — нули, да еще подряд, да еще на краю: № 1500000 лучше, чем был бы 1000005, но хуже (кстати, это исключение из общего правила, см. ниже), чем 0000015. Конечно, идеален номер со всеми одинаковыми цифрами. Кстати сказать, только № 4444444 можно относительно легко (за несколько десятков тысяч рублей) купить в настоящий момент (речь о России и о рублевых банкнотах). Интересно, связано ли это с тем, что число 4 считается несчастливим в Китае (и потому такие купюры, возможно, пользуются меньшим спросом)?



1. Все четверки. (А) 50 руб, ЧИ 4444444 (nordklad.ru); (Б) 100 руб., ЛО 4444444 (monetnik.ru); (В) 1000 руб., РБ 4444444 (monetnik.ru)



2. (А) Все семерки. Китай, 10 юаней, GG7777777; (Б) все восьмерки, Индия, 10 рупий, 88E888888 (pmgnotes.com)

Исключение с нулями в начале связано с другой тенденцией — хороши малые номера, близкие к началу серии. Впрочем, сравнение «Мешка» и eBay показывает, что это больше ценится не в рублях, а в долларах, у которых даже один или два нуля в начале считаются достойными упоминания (например, № 00167125), правда, скорее для банкнот, имеющих какую-то коллекционную ценность помимо номера. Но вот, скажем, № 0000001 — это в любой валюте не прикольный сувенир, а очень дорогой экземпляр для профессионалов; № 0000002 будет уже существенно дешевле. У долларов же отмечают и повторы с периодом 2 или 3: № 45454345 или № 26112112; такие рубли пытаются продать реже, но бывает: № 120247474.



3. Первый номер. 5000 руб, ББ 0000001 (moneta-russia.ru)

Зато более полные повторы или симметрии — это в любой системе хорошо. Скажем, ценятся палиндромы: доллар № 11366311 или рубль № 7428247 (в номерах с нечетным числом цифр центральная может быть любая: можно ожидать, что ноль будет предпочитаться, но парных примеров, отличающихся только этим, нет, а для вывода на основе единичных наблюдений нужна большая выборка). И в России, и в США такие номера называются радар; возможно, потому что само это слово — палиндром. Есть и антирадары — повторы 4–4 (для долларов) или (3–любая–3) для рублей, например, № 04390439 и № 3045304, соответственно. Дороже будет радар и антирадар одновременно, такой как № 5253525.

Впрочем, есть и другая, более строгая терминология [1]: радар — это не просто палиндром, а такой, у которого цифры увеличиваются от середины: 8741478; соответственно, антирадар будет увеличиваться от края к середине: 1478741. Еще более строгое определение требует арифметической или геометрической прогрессии цифр, например 7531357 или 1248421 — но примеров таких в продаже нет, потому насколько это добавляет стоимости, оценить трудно.

Интересны лесенки: номера с цифрами, идущими подряд, причем 1234567 дороже, чем 0123456, а это, в свою очередь, дороже, чем, например, 2345678. Дальше опять идут отличия: рублевые дорожки (что в России, что в Белоруссии) интересны, только если цифры идут строго подряд, тогда как в долларах достаточно просто монотонности, например, 12346789. Это подтверждает важность фактора субъективной редкости: монотонных номеров из семи цифр (как в рублях) относительно больше, чем монотонных номеров из восьми цифр (простая комбинаторная задача — посчитать число тех и других). Можно ожидать, что цены на монотонные девятизначные (как у 200-рублевых и 2000-рублевых банкнот) номера будут немалыми, а на номер 123456789 — близкими к максимальным. Более того, у долларов считается интересным даже просто то, что все цифры различны. Исходя из сформулированной выше «теории редкости» можно предсказать, что для девятизначных (но не семизначных) рублевых номеров это может иметь значение, и купюры с такими номерами (видимо, без нуля) будут иногда выставляться на продажу.

Иногда продают пары купюр разных серий, но с одинаковым номером. Тут уже не важно, каков он; можно даже предположить, что чем проще (по Колмогорову), т.е. чем регулярнее номер, тем проще такую пару собрать (хватило бы денежных ресурсов) — с ростом «интересности» увеличивается концентрация подобных номеров на аукционах и форумах, а банальный номер где искать?

Еще одно интересное направление — номера, в которых можно увидеть даты, например день рождения на долларовой купюре: № 06301986 (напомним, это американский стиль: 30 июня 1986 года; впрочем, двусмысленность бывает хороша: № 10081984 можно подарить и на 8 октября, и на 10 августа). Нули при этом можно игнорировать: № 19745500 предлагается рассматривать как 5 мая, № 19680170 — как 7 января (а мы бы приняли и как 1 июля) — но это уже сильно на любителя, лично мне такие варианты не кажутся интересными. Мрачновато выглядят могильные камни (tombstones) — номера, в которых видно два года, образующих годы жизни: № 19181952. Неясно, кто бы принял такую купюру в подарок — призрак? Историк, изучающий жизненный путь какого-то персонажа?

Наконец, в номерах банкнот можно искать почтовые индексы. Впрочем, в российской бонистике (и сувенирном деле) даты и индексы не считаются представляющими интерес, во всяком случае, ничего подобного на продажу не выставляется — пока? Вообще, тут открываются богатые перспективы: как насчет купюры с вашим номером телефона? Кстати, есть любители красивых номеров, но как раз тут имеется прямой практический смысл: такие номера легко запомнить — вот еще одна инкарнация колмогоровской сложности. Зато у нас уже сейчас можно подобрать на заказ и подарить кому-нибудь банкноту с обозначением серии, совпадающим с инициалами одариваемого (ну, или дарителя).

М. Г.

Окончание следует

1. Нумерология на банкнотах. Номера купюр, увеличивающие их цену. raritetus.ru, 22.08.2017. raritetus.ru/texts/Redkie-i-krasivye-nomera-banknot-Rossii

## ИНФОРМАЦИЯ

### Где найти газету «Троицкий вариант — Наука»

Точки распространения ТрВ-Наука

**Новосибирск:** «АРТ-ПАБ» (ул. Терешковой, 12а); НГУ, новый корпус (ул. Пирогова, 1); НГУ, старый главный корпус (ул. Пирогова, 2); книжные магазины BOOK-LOOK (ТЦ, ул. Ильича, 6; Морской пр., 22); книжный магазин «Капиталь» (ул. М. Горького, 78); ГПНТБ, ул. Восход, 15; Институт ядерной физики СО РАН, пр. Акад. Лаврентьева, 11.

**Казань:** центр современной культуры «Смена», ул. Бурхана Шахида, 7, тел.: +7987 289-5041 (Денис Волков).

**Пермь:** Пермский государственный национальный исследовательский университет, холл главного корпуса (ул. Букирева, 15) и профком (ул. Генкеля, 4, каб. № 45).

**Нижегород:** Институт прикладной физики РАН, ул. Ульянова, 46 (холл); Волго-Вятский филиал ГЦИ «Арсенал», Кремль, корп. 6; Нижегородский филиал Высшей школы экономики, ул. Большая Печерская, 25/12; музей занимательных наук «Кварки», ул. Родионова, 165, корп. 13 (ТЦ «Ганза»); НГТУ им. П. Е. Алексеева, ул. Минина, 24, корп. 1; НГУ им. Н. И. Лобачевского, пр-т Гагарина, 23, корп. 2.

**Санкт-Петербург:** Санкт-Петербургский союз ученых, Университетская наб., 5, офис 300, во дворе, в будни с 10 до 17 часов, тел.: +7812 328-4124 (Светлана Валентиновна); Европейский университет (eu.spb.ru), ул. Гагаринская, 3а (проходная); Санкт-Петербургский государственный университет.

**В Москве** газета распространяется в ряде институтов (ФИАН, МИАН, ИОНХ, ИФП, ИКИ) и вузов (МГУ, ВШЭ), в Дарвиновском и Сахаровском музеях, в Исторической библиотеке, в центре «Архэ». Следите за дальнейшими объявлениями в газете и на сайте trv-science.ru.

Страницы газеты ТрВ-Наука

в «Фейсбуке» — facebook.com/trvscience,  
«ВКонтакте» — vk.com/trvscience,  
«Твиттере» — twitter.com/trvscience,  
Telegram — t.me/trvscience.

Доставка подписчикам в Троицке осуществляется Троицким информационным агентством и службой доставки газеты «Городской ритм»: Троицк, ул. Лесная, 4а. e-mail: gor\_ritm\_tr@list.ru.

# По следам мегагрантов – 3 (физика и некоторые сравнения) Исследования подробностей (около)научной жизни

Галина Цирлина, Михаил Фейгельман, Екатерина Малинкина

**К**ак и в предыдущем сообщении [1], мы рассматриваем ряд «показателей», извлеченных путем ручной и полуручной обработки данных Web of Science (WoS) — на этот раз для мегагрантов по физике. В Supplementary Information [2] приведены все данные (xls) и методический комментарий о способах извлечения цифр в каждой колонке (имена колонок ниже упомянуты). Рисунки доступны в онлайн-версии. Напомним обозначения: ПУ — приглашенный ученый, ПО — принимающая организация.

Мы рассматриваем ниже 54 мегагранта, исключив из рассмотрения мегапроект вовлечения Томского университета в ATLAS. В этом особом случае номер гранта так и не удалось установить. Но все равно методика [2] в этом случае не работает, так как в статьях коллаборации (немногим меньше трех тысяч соавторов) номеров грантов не указывают. Были проблемы еще с четырьмя мегагрантами по физике высоких энергий и физике плазмы: коллаборационный характер ряда статей (несмотря на куда меньшее число соавторов) не позволяет использовать принцип поиска «немегагрантных» статей по месту работы. В этих случаях искали по соавторам «мегагрантных» статей.

Яркой особенностью мегагрантов по физике являются пресечения ряда ПУ в публикациях. В единичных случаях это статьи с указанием сразу двух мегагрантов (в указанной ниже сумме статей их доля на уровне долей процента). Гораздо чаще наблюдается «преемственность» (ПУ, закончивший более ранний мегагрант, участвует в работе по мегагранту следующего этапа). Для биологии такие ситуации были крайне редки, а у физиков они встречаются почти для четверти всех ПУ и возникают даже при локализации грантов в разных городах.

Как мы уже отмечали ранее [3], физики прогенерировали с отсылкой к мегагрантам значительно больше статей, чем биологи, — 2344 по данным автоматического поиска, который не видит части статей из-за неточностей в указании номера гранта. В списках трудов ПУ-физиков найдено (ручной поиск) 1078 мегагрантных статей. С учетом немного разного числа мегагрантов по физике и биологии «производительность» мегагрантных коллективов в целом оказывается выше в 2.1 раза, а ПУ-физиков — в 1,75 раза. Отличие от биологов состоит также в том, что статьи с участием ПУ-физиков точно составляют меньше половины «мегагрантной продукции», т. е. сами ПО в этом случае более самостоятельны (или более активны).

## Но вовсе не потому, что... А почему?

Связана ли плодovitость мегагрантов по физике с более высокой степенью интеграции ПУ в коллектив ПО? Эту степень в первом приближении можно оценить как долю «мегагрантных» статей ПУ с «местными» соавторами (отношение колонок Q/O, рис. 1 в онлайн-версии). Она высока (>70%) только в половине случаев. Средние доли статей с «местными» соавторами у биологов и физиков значимо не отличаются. И посвящали себя мегагранту ПУ-физики тоже далеко не в полной мере (доля мегагрантных статей в общем числе статей ПУ за те же годы, отношение колонок O/T, рис. 2 в онлайн-версии). Хотя, пожалуй, на этапах 4 и 5 уже все посвящали себя хотя бы на 20% (про этап 6 судить пока трудно, не так давно начались публикации).

Распределение мегагрантов по разным разделам физики гораздо менее однородно, чем в случае биологов, и конечно, нет никаких оснований для утверждения, что «вообще физики всегда публикуются чаще». Но в выборке мегагрантных лабораторий получилось именно так, причем и для «немегагрантных» статей тоже, особенно для проектов более ранних этапов (колонка AB, на рис. 3 в онлайн-версии учтены только такие статьи без\*, т. е. имеющие «местных» соавторов). Если все совместные статьи (Q+AB) нормировать на длительность периода сотрудничества (рис. 4, см. в онлайн-версии), то более четверти коллективов оказываются выше планки 5 статей/год. У физиков в среднем немного больше «вовлеченных соавторов», чем у биологов, и всего в одном мегагранте таких соавторов вообще не было. Доля ПУ-физиков, имевших ранее контакты со «своими» ПО, заметно выше, чем доля таких ПУ-биологов (63 и 48% соответственно). В [1] мы сообщали о наблюдении трех видов мегагрантных лабораторий, из которых у физиков, пожалуй, явно доминирует (I) — «ПУ укрепляет работу активной лаборатории». Может быть, в этом и причина различий количественного результата по «публикационному выхлопу» (чудесный термин, почерпнули в отзывах читателей на часть 2)? «Укрепить» работающий коллектив всё же можно быстрее, чем создать новую лабораторию или собрать консорциум. Это предположение подтверждается и значительным вкладом в «выхлоп» самих ПО...

## А что в высшей лиге?

Мегагранты по физике породили 17 статей в журналах с IF >30, из них 7 в *Nature Photonics* (см. общую таблицу для физиков и биологов [2]). И еще три мы не учитывали, так как в них номер мегагранта был, а ни одной российской аффилиции не было — а то бы получилось 20. И еще 4 сообщения в News & Views — там номера грантов не указываются, но WoS их индексирует. Один мегагрант засветился аж с импактом 74,45 (*Nature*

*Rev. Mater.*). Забавно, что породивший этот рекорд ПУ, успешно работающий в Европе кандидат физико-математических наук, после завершения мегагранта защитил в ПО докторскую диссертацию. Что, пожалуй, лестно для тамошнего диссертационного совета.

В следующей высокоимпактной группе (20 < IF < 30) ПУ-физики «принесли стране» 11 статей. Как ни считай, выходит, что в высшей лиге урожай по физике примерно в четыре раза выше, чем по биологии. Но вряд ли это признак возникновения лабораторий мирового уровня, поскольку лишь менее чем в половине высокоимпактных публикаций присутствуют соавторы «с мест», т. е. в значительной степени этими высокими импактами ПУ выполняют формальные обязательства.

А вообще разброс импактов (колонки U, V, W) очень велик. Почти в половине проектов по физике появлялись статьи в журналах с IF <1, в 47 из 54 — в журналах с IF <2. Отчасти это связано с привычкой публиковать статьи в российских журналах, но есть и международные низкоимпактные. Проекты с невысоким средним IF относятся к более или менее технической физике. Обсудить импакты мы доселе большого смысла не видим. В связи с сопряженными вопросами о цитировании мегагрантных статей пока готовы предложить вниманию читателей только корреляцию между цитированием всех мегагрантных статей (автоматический поиск) и «активным» цитированием ПУ (цитирование статей, опубликованных в последние семь лет по методике [4]). На этом графике линии с единичным наклоном отвечает гипотетическая ситуация работы ПУ только «на мегагрант» с 2013 года. Соответственно, ниже такой линии должны лежать точки для более поздних этапов и/или для заведомо небольшой доли работ по мегагранту в творчестве ПУ, а выше могут оказаться точки для более ранних этапов и/или для значительных вкладов статей ПО без ПУ. Как видно из рис. 5 (см. в онлайн-версии), выше оказывается не так много. А среди того, что ниже, много примеров сильных отклонений от единичного наклона даже для мегагрантов ранних этапов. Очень высокое «активное» цитирование характерно для работающих в мейнстримных областях. При ручной обработке замечено, что некоторые вполне мейнстримные ПУ, прежде всего иностранцы, систематически не указывают мегагрант и российскую аффилицию в ряде статей в престижных журналах. И это обстоятельство не надо драматизировать: возможно, у них есть какие-то обязательства на местах основной работы. На наш взгляд, рис. 5 вполне наглядно демонстрирует, что отбор победителей конкурса с учетом их цитируемости совершенно не гарантирует повышения цитируемости статей с российской аффилицией под крылом победителя.

## Замкнутый круг имитации

Допустим, кто-нибудь захотел бы оценить эффективность программы мегагрантов в любых терминах с нормированием на вложенные средства. Мы уверенно утверждаем, что любой полученный таким образом результат не имеет отношения к реальности, потому что работа по мегагрантам в большинстве случаев поддерживалась одновременно из разных источников. Так, в публикациях ПУ-физиков указание мегагранта как единственного источника финансирования встречается в 115 статьях (10.7%). Это еще меньше, чем у ПУ-биологов, хотя доля хотя бы иногда соблюдавших этот «принцип единственного источника» несколько выше. Рекорд у физиков: 10 источников российской поддержки в одной статье, что совершенно не отличается от рекорда биологов (11) и представляется некоторым перебором.

На рис. 6 в онлайн-версии суммированы данные о среднем для каждого мегагранта числе источников российской поддержки статей. Не торопитесь радоваться тому, что около половины мегагрантов занимают синее поле «1–2» (источника). Именно в этих половинах содержатся в основном мегагранты с раздельным существованием ПУ и ПО. Например, всего два биолога и три физика из числа ПУ, указывающих в среднем 1–2 источника, опубликовали 50% или более мегагрантных статей с соавторами из ПО. А половина синего поля — это мегагранты, в которых доля статей ПУ с «местными» соавторами ниже 20%. Публикуя статьи отдельно от ПО, ПУ указывает мегагрант + свое обычное зарубежное финансирование, и к созданию лаборатории это вряд ли имеет отношение.

Мы полагаем, что наиболее очевидной особенностью программы мегагрантов является ее имитационный характер. Не то чтобы тут было что-то новое для нашей системы поддержки науки, но очень уж наглядно и в высокой концентрации проявилось в изучаемом примере.

Правительство/министерство (П/М) ратуют за создание лабораторий мирового уровня, на самом деле имея в виду выполнить план по проценту статей РФ в WoS (или иной аналогичный план), т. е. повысить урожайность. ПУ откликаются на этот призыв, имея в виду, ну допустим, помочь коллегам «на местах», которым трудно. А иногда просто чтобы усилить финансирование своего научного направления. Оба эти намерения ничем не плохи, но все-таки не идентичны идее создания лаборатории... Прежде чем круг замыкается, в него неизбежно вовлека-

ется третья сущность — ПО. Она, независимым образом, находится под воздействием требований П/М повышать свой научный уровень, под каким-то требованием *имеется в виду* наращивать тот или иной рейтинг. «Подписываясь» на мегагрант, ПО хочет использовать ПУ, чтобы выполнить заодно свою рейтинговую задачу, и начинает его стимулировать параллельно (это уже два источника финансирования на статью). Мы не знаем масштабов локального финансирования, но судя по тому, с какой регулярностью оно упоминается в статьях, — это не копейки. За стимулирование ПО хочет «показателей» по полной программе, т. е. и статей, и грантов, и побольше. Начинается лихорадочная подача проектов в РФФИ и РФНФ, в успехе заявок играют роль имя и индекс Хирша ПУ. Число источников в статьях нарастает, достигая 3, 4 и даже более. В каждом новом гранте, написано решение какой-то конкретной задачи — но, безусловно, не задачи создания лаборатории. Довольно явным признаком работы на рейтинг ПО являются немегагрантные статьи ПУ без «местных» соавторов (цифры со звездочкой в колонке AB, которые выше не рассматривались). Мы насчитали таких статей 88 у 13 ПУ-биологов и 292 у 28 ПУ-физиков. Физики явно в среднем более интегрированы в «свои» ПО. Эти «статьи-обязательства» распределены крайне неравномерно, и в некоторых случаях их число невелико по сравнению с числом немегагрантных статей с российскими соавторами. Показательным в этом смысле представляется томский неуспешный мегагрант первого этапа, после которого в соавторстве с тамошними коллегами ПУ опубликовал аж 160 статей. Видимо, локальная поддержка оказалась более комфортной.

Мегагрант кончается, локальное финансирование и гонка за грантами продолжают. Когда круг замкнут, то нет смысла говорить, с чего (кого) он начался. Декларируемые цели все время иные, чем то, что бегущие по кругу *имеют в виду на самом деле*, и в этом смысле мы говорим об имитации.

## Востребованная профессия — «приглашенный ученый»

Конечно, среди ПУ есть те, кто по полной программе посвятил себя мегагрантной лаборатории и у кого она работает. На мировом ли уровне и выполнены ли все 7 задач постановления 220 [5] — нельзя судить без детальной профильной экспертизы результатов каждой лаборатории.

Но даже простой просмотр публикаций (структура соавторства и указания финансирования) показывает, что иногда экспертиза ПУ, уверенных, что их имя стоит дорого и что достаточно моторно вставлять номер гранта и/или российскую аффилицию в статьи с привычными соавторами. Разновидностью этого мегагрантного стиля является сохранение привычного круга соавторов путем их временного аффилирования с мегагрантной лабораторией, вроде как чтобы соблюсти приличия. «Местные» люди остаются за бортом создаваемой «лаборатории мирового уровня», а ПУ по завершении срока мегагранта возвращается в привычный ритм, который, может быть, не сильно и нарушался. Поимитировали, и хватит. Это, по нашей предварительной оценке, относится примерно к четверти всех ПУ.

Вызывает определенные сомнения и результативность ПУ другого типа, готовых распространять мировой уровень широко, в разных регионах последовательно или даже одновременно. Это происходит в рамках многочисленных параллельных грантов и с участием большого числа соавторов, но в основном «одноразовых». Такие активные ПУ в некотором роде перераспределяют потоки госфинансирования, направляя их из разных источников на свою тематику. У них обычно несколько мест работы (встречалось до шести аффилиций одновременно в одной статье). Нам кажется, что это признаки отдельной профессии «приглашенный ученый», в которой важно умение крутиться в замкнутом кругу, и что овладели этой профессией едва ли не 25% всех ПУ. Крутиться можно с самыми благими намерениями, но возможна ли систематическая работа лабораторий — или тем более лабораторий — под руководством перелетных ПУ? При выявлении ключевых «местных» участников у нас сложилось пока впечатление, что успех в подобных случаях определялся присутствием в лаборатории сильных и известных в мире российских ученых, уступающих ПУ разве что «по хиршам». Бывало, что такие специалисты ранее не работали в ПО, а привлекались к мегагранту в том же городе. Может быть, именно они и есть реальные создатели лабораторий?

## Продолжение следует

Нам хотелось бы для дальнейшего углубленного исследования выбрать мегагранты, в рамках которых действительно мог произойти прогресс в работе тех или иных лабораторий. Уточним: мы предлагаем абстрагироваться от мегагрантов, обнаруживающих явные признаки имитации, и тех, из которых явно торчат уши административного ресурса. Выбрать предположительно удачные случаи нужно из мегагрантов трех первых этапов. От биологов мы некоторые предложения уже получили, ждем теперь от физиков. Смотрите данные [2]. Пишите, пожалуйста, на адрес: corr.lists@gmail.com (с кратким обоснованием). Продолжение в марте 2020.

1. [trv-science.ru/2020/01/14/po-sledam-megagrantov-2/](http://trv-science.ru/2020/01/14/po-sledam-megagrantov-2/)
2. [expertcorps.ru/science/publications](http://expertcorps.ru/science/publications)
3. [trv-science.ru/2019/12/24/po-sledam-megagrantov-1/](http://trv-science.ru/2019/12/24/po-sledam-megagrantov-1/)
4. [expertcorps.ru/science/whoswho](http://expertcorps.ru/science/whoswho)
5. [p220.ru/home/projects](http://p220.ru/home/projects)

Онлайн-версия статьи с графиками: [trv-science.ru/2020/01/28/po-sledam-megagrantov-3/](http://trv-science.ru/2020/01/28/po-sledam-megagrantov-3/)

# Альберт Эйнштейн и квантовая механика — 2<sup>1</sup>

Евгений Беркович

<sup>1</sup> Окончание. Начало см. в ТрВ-Наука № 295

## «Часть окончательной истины»

Последнее десятилетие жизни Альберт Эйнштейн работал так же напряженно, как в молодые годы. Конечно, подорванное здоровье давало о себе знать, но голова была ясная, а стремление глубже проникнуть в тайны природы не стало слабее.

В 1945–1955 годах Эйнштейн опубликовал восемь статей по единой теории поля и статью «Квантовая механика и действительность» для швейцарского философского журнала *Dialektica* (русский перевод (Эйнштейн, 1966b)).

Суть работы четко выражена в предисловии: «В этой статье я хочу кратко и элементарно изложить, почему я не считаю метод квантовой механики в принципе удовлетворительным. Однако в то же время я хочу заметить, что никоим образом не собираюсь отрицать того, что эта теория представляет выдающийся, в известном смысле даже окончательный шаг в физическом познании. Мне представляется, что эта теория будет содержаться в более поздней примерно так, как геометрическая оптика в волновой оптике: связь останутся, но основа будет развита и соответственно заменена более широкой» (Эйнштейн, 1966b, стр. 612).

Текст, написанный в 1948 году, ясно показывает, что взгляды Эйнштейна, высказанные им во времена Пятого и Шестого Сольвеевских конгрессов, за прошедшие двадцать лет не изменились, несмотря на впечатляющий прогресс квантовой механики в эти годы.

Эту точку зрения автор статьи подтвердил в письме Мишелю Бессо от 24 июля 1949 года: «Мое неприятие статистической квантовой теории связано не с количественной ее стороной, а с тем, что к настоящему времени полагают, будто бы такой подход является окончательным в своей основе для фундамента физики» (Эйнштейн — Бессо — 2, 1980, стр. 22).

Летом 1949 года Альберт Эйнштейн не раз возвращался к мыслям о квантовой механике, стараясь сформулировать свое отношение к новой науке всё более точно и понятно. Как обычно, первым читателем новых формулировок был Мишель Бессо. В письме от 16 августа 1949 года Эйнштейн пишет своему старому товарищу: «Я убежден в том, что принципиальная статистическая теория, несмотря на ее большие успехи, сути вещей глубоко не затрагивает и что необходимо опираться на общий принцип относительности: обобщение гравитационных уравнений пустого пространства» (Эйнштейн — Бессо — 2, 1980, стр. 26).

Альберт Эйнштейн не собирался ограничиваться одним слушателем. Он решил еще раз объяснить свое отношение к квантовой механике всему научному миру, к тому времени явно утратившему интерес к позиции автора теории относительности, еще недавно считавшегося бесспорным авторитетом в теоретической физике. Вскоре представился и подходящий случай проинформировать научную общественность: 70-летие Эйнштейна решили отметить специальным томом «Библиотеки современных философов». Книга получила название «Альберт Эйнштейн — философ-ученый» и вышла в свет в 1949 году (Einstein — philosopher, 1949). Ее хотели выпустить точно к юбилею Эйнштейна — в марте, но издание задержалось, и том появился лишь к концу года. Принять участие в этом коллективном труде и тем самым выразить уважение юбиляру и его вкладу в современную науку вызвались двадцать пять крупнейших физиков и математиков первой половины XX столетия. Среди них Нильс Бор, Макс Борн, Луи де Бройль, Джеймс Франк, Курт Гёдель, Лепольд Инфельд, Макс фон Лауэ, Вольфганг Паули, Арнольд Зоммерфельд...

Сам юбиляр представлен в сборнике «Автобиографическими заметками» (русский перевод (Эйнштейн, 1967a)) и «Замечаниями к статьям» (русский перевод (Эйнштейн, 1967b)).

Именно об этой книге сообщил Эйнштейн Мишелю Бессо в том же письме от 24 июля 1949 года, которое мы уже цитировали: «Скоро должна появиться книга из серии «Современные философы». В ней я защищаю милого господина бога против обвинения в его неизменном пристрастии метать кости» (Эйнштейн — Бессо — 2, 1980, стр. 33).



Евгений Беркович

Подобных сборников, посвященных юбилею того или иного ученого, издавалось и издается немало, но я не знаю ни одного, в котором юбиляр возражал большинству коллег, о нем написавших. Только Эйнштейн позволил себе в заключительной статье сборника выступить против научной позиции, занятой авторами других статей. Правда, он рассмотрел только 17 из 25 присланных работ, но это не меняет его мнения о своих выдающихся коллегам: «Все они твердо убеждены в том, что загадка двойственной природы всех частиц (их корпускулярные и волновые свойства) нашла в принципе свое окончательное решение в статистической квантовой теории. По их мнению, крупные успехи этой теории свидетельствуют о том, что теоретически полное описание некоторой системы может содержать лишь статистические утверждения относительно измеримых величин этой системы. По-видимому, все названные выше физики придерживаются того мнения, что соотношение неопределенностей Гейзенберга (правильность которого, на мой взгляд, с полным основанием считается окончательно доказанной) убедительно свидетельствует в пользу того, что все мыслимые разумные физические теории должны иметь именно тот статистический характер, о котором говорилось выше» (Эйнштейн, 1967b, стр. 295).

Свое мнение патриарх теоретической физики определил однозначно: «Я твердо убежден, что существенно статистический характер современной квантовой теории следует приписать исключительно тому, что эта теория оперирует неполным описанием физических систем» (Эйнштейн, 1967b, стр. 295).

Теперь Альберт Эйнштейн не ставит под сомнение и не пытается с помощью мысленных экспериментов опровергнуть соотношение неопределенностей Гейзенберга. Он считает это соотношение правильным в рамках принятого в квантовой механике формализма. Весь квантово-механический формализм войдет, по его мнению, составной частью в любую разумную теорию.

Основное расхождение между Эйнштейном и большинством его выдающихся коллег, авторов статей юбилейного сборника, состоит в отношении к тому, что он считает высшей целью всей физики: «полному описанию реального состояния произвольной системы (существующего, по предположению, независимо от акта наблюдения или существования наблюдателя. — Прим. А. Эйнштейна)» (Эйнштейн, 1967b, стр. 296).

Квантовая механика не претендует на полное описание отдельной физической системы. Эйнштейн более осторожно формулирует этот тезис так: «Пытаться рассматривать квантотеоретическое описание как полное описание отдельных систем, мы приходим к неестественной интерпретации теории» (Эйнштейн, 1967b, стр. 300).

Вот если считать, что квантовая механика описывает не отдельную систему, а целый ансамбль систем, то эта «неестественная интерпретация» становится ненужной. Почему же никто из представителей квантовой механики не согласен с тем, что ее выводы относятся не к конкретной системе, а к их множеству? Ответ, по мнению Эйнштейна, прост: «Дело в том, что если статистическая квантовая теория не ставит перед собой задачи полного описания отдельной системы (и ее развития во времени. — Прим. А. Эйнштейна), то такое описание, очевидно, приходится искать где-то еще» (Эйнштейн, 1967b, стр. 300).

Где именно, Эйнштейн не уточняет, но ясно одно: не в кругу идей квантовой механики. Ибо в нее принципиально не заложены элементы полного описания системы. То есть достичь высшей цели всей физики — полного описания реального состояния произвольной системы — квантовая механика одна не может. И дальше автор теории относительности развивает эту мысль: «В будущей физике (при условии, если попытки построить полное описание физической системы увенчаются успехом. — Прим. А. Эйнштейна) статистическая квантовая теория будет занимать примерно такое же положение, какое занимает статистическая механика в рамках классической механики. Я твердо убежден, что развитие теоретической физики будет происходить именно так, но путь ее будет долгим и трудным» (Эйнштейн, 1967b, стр. 300).

В веере критических «Заметок к статьям» досталось и главному оппоненту юбиляра Нильсу Бору. Отмечая, что неправильно ставить теоретическое описание в непосредственную зависимость от актов эмпирических наблюдений, Эйнштейн пишет: «Тенденцию к подобному подходу можно, например, усмотреть в принципе дополнителности Бора, точную формулировку которого я так и не смог получить, несмотря на все мои усилия» (Эйнштейн, 1967b, стр. 302).

В статьях Макса Борна и Вольфганга Паули о работах юбиляра по физической статистике и квантам Эйнштейн без труда увидел «обвинение, высказанное самым дружественным тоном. Кратко его можно было бы сформулировать так: „Ярая приверженность классической теории“» (Эйнштейн, 1967b, стр. 302).

Не столько оправдываясь, сколько объясняя свою позицию, Эйнштейн называет «классической теорией» еще не созданную единую теорию поля, которая существует пока как программа. В таком случае, говорит юбиляр, его «с полным правом можно назвать непоколебимым сторонником этой программы» (Эйнштейн, 1967b, стр. 303).

В другом месте «Заметок о статьях» Альберт Эйнштейн назвал поиск реальности в физике «своего рода программой» (Эйнштейн, 1967b, стр. 302). Названными программами он руководствовался последние три десятка лет своей жизни.

\*\*\*

После смерти Эйнштейна у многих его коллег сложилось представление, что автор теории относительности, отказывая квантовой механике в полноте, пошел по неверному пути и отдался от магистрального направления развития физики. Роберт Оппенгеймер назвал последнее тридцатилетие жизни ученого «бесплодным» (Брайен, 2000, стр. 674).

Но с годами всё больше исследователей признают, что великий физик, возможно, был прав. Приведу только два авторитетных мнения. Поль Дирак в своих «Воспоминаниях о необычной эпохе», по сути, соглашается с точкой зрения вечного оппонента Нильса Бора и Вернера Гейзенберга, считавшего их детище «теорией правильной, но неполной»: «Я не исключаю возможности, что в конце концов может оказаться правильной точка зрения Эйнштейна, потому что современный этап развития квантовой теории нельзя рассматривать как окончательный. Современная квантовая механика — величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно. Мне кажется весьма вероятным, что когда-нибудь в будущем появится улучшенная квантовая механика, в которой мы вернемся к причинности и которая оправдает точку зрения Эйнштейна. Но такой возврат к причинности может стать возможен лишь ценой отказа от какой-нибудь другой фундаментальной идеи, которую сейчас мы безоговорочно принимаем. Если мы собираемся возродить причинность, то нам придется заплатить за это, и сейчас мы можем лишь гадать, какая идея должна быть принесена в жертву. Таковы основные положения, связанные с фундаментальными уравнениями новой механики и с их интерпретацией» (Дирак, 1990, стр. 131).

В 1979 году академик Зельдович в статье, посвященной столетию Эйнштейна, подчеркивал: «На долгом и трудном пути познания природы мы снова и снова находим идеи, восходящие к Эйнштейну» (Зельдович, 1979, стр. 8). Мне думается, что эти слова не устарели и в XXI веке.

## Литература

Дирак П. Воспоминания о необычной эпохе. Сб. статей. Пер. с англ. Н.Я. Смородиной. Под ред. и с посл. Я.А. Смородинского. М.: Наука, 1990.

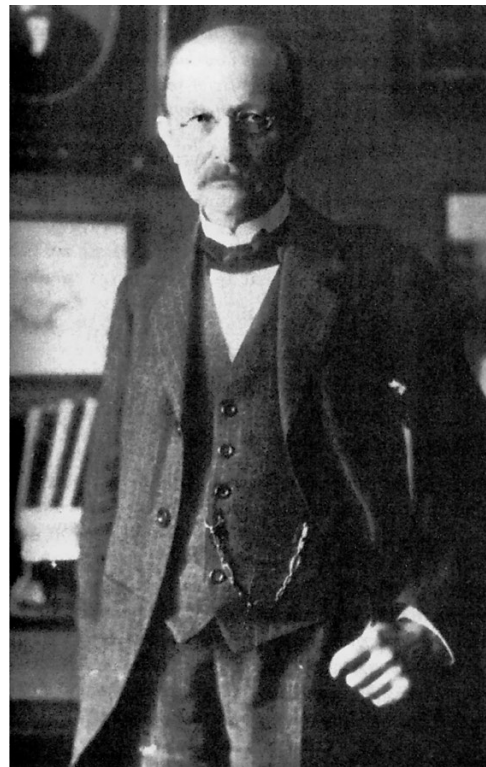
Зельдович Я.Б. Альберт Эйнштейн, его время и творчество, с. 5–8. Природа. 1979, Т. 3 (763).

Эйнштейн А. Автобиографические заметки. Собр. науч. трудов в 4 тт. Т. IV, с. 259–293. М.: Наука, 1967a.

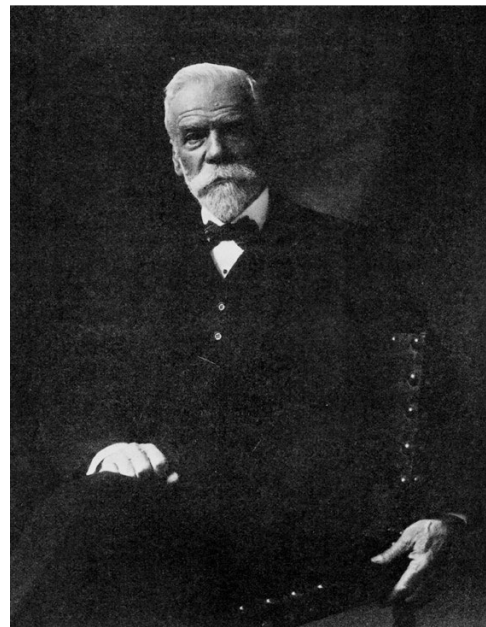
Эйнштейн А. Замечания к статьям. Собр. науч. трудов в 4 тт. Т. IV, с. 294–315. М.: Наука, 1967b.

Эйнштейн А. Квантовая механика и действительность. Собр. науч. трудов в 4 тт. Т. III, с. 612–616. М.: Наука, 1966b.

Эйнштейн — Бессо — 2. Переписка А. Эйнштейна и М. Бессо. 1903–1955. У.И. Франкфурт (сост.). Эйнштейновский сборник. 1977, с. 5–72. М.: Наука, 1980.



Макс Планк в 1920-е годы



Эрнест Сольве, инициатор первых Сольвеевских конгрессов, 1910-е годы

## ИНФОРМАЦИЯ

### Помощь газете «Троицкий вариант — Наука»

Дорогие читатели!

Мы просим вас при возможности поддержать «Троицкий вариант» необременительным пожертвованием. Почти весь тираж газеты распространяется бесплатно, электронная версия газеты находится в свободном доступе, поэтому мы считаем себя вправе обратиться к вам с такой просьбой. Для вашего удобства сделан новый интерфейс, позволяющий перечислять деньги с банковской карты, мобильного телефона и т.п. (trv-science.ru/vmeste).

«Троицкий вариант — Наука» — газета, созданная без малейшего участия государства или крупного бизнеса. Она создавалась энтузиастами практически без начального капитала и впоследствии получила поддержку фонда «Династия». Аудитория «Троицкого варианта», может быть, и невелика — десятки тысяч читателей, — но это, пожалуй, наилучшая аудитория, какую можно вообразить. Газету в ее электронном виде читают на всех континентах (нет данных только по Антарктиде) — везде, где есть образованные люди, говорящие на русском языке. Газета имеет обширный список резонансных публикаций и заметный «иконостас» награды.

Несмотря на поддержку Дмитрия Борисовича Зимина и других более-менее регулярных спонсоров, денег газете систематически не хватает, и она в значительной степени выживает на энтузиазме коллектива. Каждый, кто поддержит газету, даст ей дополнительную опору, а тем, кто непосредственно делает газету, — дополнительное моральное и материальное поощрение.

Редакция



# Передайте мультифору

Ирина Фуфаева,  
науч. сотр. Института лингвистики РГГУ



Ирина Фуфаева

Что вы скажете, если вас в офисе попросят передать... мультифору? Таким будничным голосом, как будто речь идет о флешке, листе бумаги, ручке. Если вы не сибиряк или сибирячка, скорее всего, вы не скажете ничего. Вы впадете в ступор и ни за что не догадаетесь, что загадочная мультифора — это действительно самый что ни на есть будничный элемент офисной жизни. Гибкая прозрачная тонкая... папочка с дырками на боковой стороне? Кармашек для бумаг? Файл? Возможно, именно файлом называть эту штуку для вас наиболее привычно. Но вот девушка из Сибири, приехавшая, например, в Нижний Новгород, впадет в ступор уже от файла. Ведь файл в компьютере, а листки бумаги кладут... конечно, в мультифору!

Да. Явление, о котором мы думаем как о чем-то едином — национальный русский язык — на самом деле оказывается совокупностью русских языков, далеко не во всем совпадающих. В одних местах прозрачный кармашек-папочка превратился в файл, а в других стал мультифорой (т. е., как предполагается, «многодырчатый», от латинского multiforus), и нельзя ведь сказать ни на то, ни на другое «фу, неграмотно, диалект, деревня» — оба слова носителями «разных русских языков» используются в СМИ, в том числе в серьезных профессиональных журналах.

Относительно новый раздел лингвистики — изучение региональной лексики не в рамках оппозиции «литературный язык — всё остальное (диалекты, просторечие, жаргоны...)» — немножко переворачивает наши пирамидальные, иерархические представления о языке. Даже где-то заставляет мельком подумать о «языковых привилегиях».

Скамейку у Ленинградского вокзала занимали женщина и ее сумка. «Сейчас отниму», — сказала женщина. Я не поняла. «Ну, сниму».

Да, конечно, сейчас это диалектное. Но было и в московском языке XVII века: «...отнимали старое сукно и обшивали новым сукном» (цит. по книге И.Е. Забелина «Домашний быт русских царей в 16 и 17 веках»). И чем, собственно, русская приставка с- лучше приставки от-?

«Мы ткнулись в поребрик, остановились, я с ключами в руках решительно вышел, осмотрелся...»

В повести «Славный конец бесславных поколений» (1994) Анатолий Найман называет поребриком то, что в Москве называют бордюром, и кто исключит автора из носителей русского литературного языка?

Что мы знаем о региональной лексике? В основном всё тот же поребрик, шутку о том, что в Бологом шаурма превращается в шаверму, наконец, опять же питерские парадные, сосули, кура и пышки, т. е. подъезды, сосульки, курица и пончики.

Между тем тема «пышка или пончик» отнюдь не однозначна. Несмотря на региональность, Питер — культурная столица и не меньшее гнездо лексикографов, т. е. составителей словарей, чем Москва. Поэтому, между прочим, в «Большой толковый словарь русского языка» попало то самое питерское пышка без пометы «региональное» и, более того, культовое, воистину питерское явление — пышечная, тоже без всяких помет о региональности. Но где вы найдете пышечную за пределами города на Неве?

**Пышечная**, и, род. ж. чек, ж. Разг. Уменьш.-ласк. к пышка. Из милозвонной блондинки, прозванной в семействе за ее жесткую пышечкой, образовалось истом.тенот. существ. полупрозрачного вида. Григор. Порф. Петр. Кукушкин, 4. Слово Акад. 1793: пышечка. **Пышечный**, а, о. Отвоявшийся к пышке. Пышечное тесто. || Пышечный, о й, ж., в зап. суц. Торговое предприятие, в котором пекут и продают пышки. **Пышка**, и, род. ж. шек, ж. 1. Обжаренная в масле пышная лепешка. Они только что выткнули пышками со сметаной. Чех. Степь, 1. — Стешка — дешвая видная, гладкая, на медовик пышках выкормленная. Тендряк. Не ко двору. 7. В сравн. — Она была как розовая пышка. Карамз. Письма русск. путеш. 1. 2. Перен. Разг. О похолом и румяном человеке. [Он] догадался, что это Сама.; помнил ее румяной пышкой. Снвтал. Кандали, II, 9. В бригаде парней работала белокожая пышка, Маруся. Гаадк. Энергия, IV, 6. — Нордстет. Слов. 1782: пышка; Слов. Акад. 1793: пышка.

Так вот, если пышка не хуже пончика, мультифора не лучше и не хуже файла.

А как вам простое русское слово воспелегивать? Да-да, русское. Пусть и псковское. Чем оно хуже поребрика? И в конце концов, бордюра?

Так говорят наши современники горожанки псковитянки, вполне возможно, с высшим образованием: «Ты воспелегивала его неправильно!», т. е. «неправильно воспитала». Знакомый до боли дискурс... Правда, не могу представить себе, что у кого-то язык повернется назвать «неправильно воспелегиванными» школьников во всей России, которые в составе двухсот (!) команд исследовали осенью 2019 года слова, которыми пользуются их сверстники, родители, учителя, люди из поколения бабушек и дедушек в рамках проекта «Региональные особенности русской речи». Организовали всё это и руководили школьными командами сотрудники «Центра современных образовательных технологий». Нас, сотрудников лаборатории социолингвистики, интересует восприятие региональной лексики и идентификация ее носителей, в том числе в рамках исследования политкорректности в русском языке и русской культуре, поддержанного Российским научным фондом.

Благодаря проекту можно узнать много нового о современной живой лексике региональных вариантов русского языка. И понять, что тот язык, точнее, тот вариант русского языка, которым пользуешься ты лично (да-да, в любом случае это вариант!), только часть огромного моря — настоящего русского языка. У кого-то спички, у кого-то сырники. У кого-то занавеска, у тамбовчан — багетка.

Еще выдающийся русский лингвист XIX века Измаил Срезневский призывал «изучать русский язык в географической проекции». Сейчас этим занимаются разные взрослые коллективы, в том числе просто любители



В течение ноября дети собрали около трех тысяч региональных слов! Часто ли вам приходится сталкиваться с новым словом? А тут целых три тысячи! В том числе и то самое воспелегивать, и буроба (по-саратовски — необщительный, интроверт), и опять псковское ворощка (неаккуратный). Вила — тоже псковское, человек, который перебрывается с одного дела на другое: «Что ж ты за вила такая, доделай этот проект до конца!»

Знакомясь с этими словами, я словно увидела раскиданные под ногами драгоценности, которых никто не замечает. Что уж говорить о самарском популярном, в том числе у молодежи, слове курмыши — глушь, захолустье, происходящем от имени некогда бойкого, но затем обезлюдившего города?

Эти слова входят в различные региональные варианты русского языка: псковский, карельский, саратовский, самарский/тольяттинский, дальневосточный/находкинский, алтайский, вятский и т. д.

языка. И вот теперь и школьники.

В записанной лексике есть и местные неологизмы, например: лимониться — «медлить, делать что-то медленно» (Петрозаводск), малебушка — «жевательная резинка» (Саратовская обл.), филка — «пятьсот рублей, от фиолетовый» (Тольятти). В Свердловской области обычную коробку для яиц называют почему-то грохоткой. Есть переосмысленные слова, например: फिल्деперсовый — «красивый» (Саратовская обл.). Как оказалось, весьма богато представлено в современной городской речи

диалектное наследие: процеведать — «пробовать» (Самарская обл.), гомонка — «кошелек» (Кировская, Самарская обл., Алтайский край, Красноярск), видельё — ботва (псковское).

Есть топонимы — новые неформальные образования, называющие городские районы, площади и пр. Псковские школьники могут жить на Янушке (улица Яна Фабрициуса), покупать шаурму на Культах (раньше здесь был магазин «Культтовары», он закрылся, но название сохранилось), ходить на дискотеку в Таблётку (круглое здание внешне похоже на таблетку). Есть даже шикарные образные выражения, идиомы: «Дорога — хоть бокм катись!» — «хорошая, ровная дорога».

Сохраняются слова — архаизмы или полностью забытые в современном русском языке: батог — «палка», буди — «может быть», солдкие — «сладкие», губы, губница — «грибы, грибной суп». Вы, безусловно, знаете слово

пращур — «предок». Но, скорее всего, для вас оно архаичное, возвышенное, древнее, никогда современные люди так не скажут. А вот в Саратовской области скажут, потому что здесь это обычное разговорное слово. «Мой пращур был председателем колхоза», — говорит 39-летний социальный работник; саратовское же сакира — чуть измененное славянское секира, от сечь, т. е. попросту топор: «Здесь без сакиры не обойтись». Зимогор не такое древнее слово, но старое, в современном русском языке его вроде бы нет... Стоп,

в Пермском крае есть: «Я сегодня оделся, как зимогор», — говорит 16-летний школьник, т. е. очень тепло оделся.

Казалось бы, всего лишь слова и короткие бытовые реплики, но в результате слышишь людей из разных регионов нашей страны, проникаешься их жизнью.

Самыми активными участниками проекта стали команды из Тольятти, Балашова, Кирова, Петрозаводска и Пскова, а по числу исследовательских команд в лидеры вышли Саратовская и Кировская области, Алтайский и Приморский края, Карелия, Архангельская и Владимирская области, Пермский край, Псковская область, Краснодарский край, Новосибирская область, Самарская и Свердловская области.

Итог работы команд — конференция на Алтае с участием команд — лидеров и экспертов проекта. Дети представили результаты своей исследовательской работы, приняли участие в открытых лекциях экспертов, посетили музей писателя В.М. Шукшина в селе Стортки. В работах учащихся продемонстрированы современные тенденции словообразования, в частности образование топонимов. Они могут пригодиться в этимологических исследованиях и, конечно, в работе лингвистов, изучающих региональную вариативность русского языка.

Не менее важный результат: дети объявили, что теперь непрерывно слушают, как говорят вокруг, и записывают интересные слова. В России появилось много юных Далей.

Кстати, вот тут по ссылке находится карта слов: bit.ly/2TUDbRO.

Можете посмотреть, кто такие междворка и шемела, что значит еваниться и бунеть, что за птица пырка и где растет яранка (подсказка: на окне).

Фото организаторов проекта И. Карповича



## «Троицкий вариант»

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

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.  
Тираж 5000 экз. Подписано в печать 27.01.2020, по графику 16:00, фактически — 16:00.  
Отпечатано в типографии ООО «ВМФ-Принт». 127247, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 100.