

УДК 141

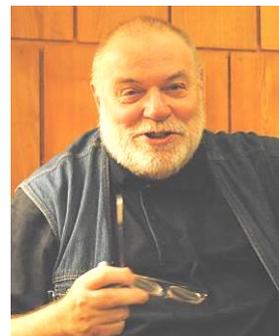
Ю.В. Линник

Петрозаводский государственный университет,  
Музей космического искусства им. Н.К. Рериха,  
Карельское отделение Ассоциации Музеев Космоса, г. Петрозаводск, Карелия

### ПЕНТАКЛЬ МАТВЕЯ БРОНШТЕЙНА



Это знаменитые «Пять углов» в Петербурге – здесь жил выдающийся космолог Матвей Петрович Бронштейн. По ассоциации с этим местом мы выделили пять измерений в его научном творчестве.



\*\*\*



Матвей Петрович родился 02.12.1906 г. Чекисты расстреляли ещё совсем молодого учёного 18.02.1938 г.

Борис Пастернак писал:

... Что только-только распогодь,  
Смерть можно будет побороть  
Усиьем Воскресенья.

Усилию *Воскресенья* предшествует усилие *Памяти*. Основоположник русского космизма Николай Фёдоров убеждает нас в том, что *Культура* есть орган *Памяти* – её носитель и хранитель. Там, где беспамятство – там бескультурье. Вспомним слова Иисуса Христа, сказанные об *анамнесисе* во время Тайной Вечери: «*Сие творите в моё воспоминание*» (Лк. 22:19; 1Кор. 11:24). *Анамнесис* – активное памятование – предшествует *Воскресению*. Является его условием! Представим, что *общее дело* Николая Фёдорова из проекта переходит в действие – и пращурьы восстают из праха. Это будет мгновенная акция? Или в ситуации, когда воскресших – а их сонмы – ждёт расселение в космосе, потребуется очередность?

Я бы в числе первых вернул к жизни Матвея Бронштейна. Он многое не досказал. Вот пять гениальных идей учёного, вызвавших запоздалый интерес спустя десятилетия после его гибели, но нашедших понимание и получивших развитие.

1. *Теория Всего*. Русскому космизму свойственен максимализм. Местоимение *Всё* – как бы его программа. Делается установка на всеохватный синтез. *Theory of everything* – интеграция всех известных фундаментальных взаимодействий – сегодня является главной целью физики. Её энтелехией! Уйдя куда дальше Альберта Эйнштейна, девятнадцатилетний Матвей Бронштейн первым заложил краеугольный камень *Теории Всего*, интуитивно нащупав её полную – исчерпывающую – форму.

Кратко наметим историю вопроса. В 1925 г. М.П. Бронштейн публикует статью "Об одном следствии гипотезы световых квантов". В 1927 г. (возможно, под влиянием этой работы и разговоров с её автором) Г.А. Гамов, Д.Д. Иваненко и Л.Д. Ландау печатают воистину провидческую статью "Мировые постоянные и предельный переход". И навсегда забывают о ней.

В 1933 г. в статье "К вопросу о возможной теории мира как целого" М.П. Бронштейн возвращается к поставленным проблемам. Это исследование я воспринимаю в контексте русского космизма. Перед тем, как раскрыть существо ошеломительных идей и показать их значение для науки будущего, напомним о ключевых константах.

Мы привыкли брать их изолированно.

$G$  – гравитационная постоянная (*теория тяготения*)

$c$  – скорость света (*релятивистская теория*)

$h$  – постоянная Планка (*квантовая теория*)

Альберт Эйнштейн осуществил  $cG$ -объединение.

Матвей Бронштейн первым стал мыслить в категориях  $cGh$ .

Прочитируем эпохальную статью: "...*решение космологической проблемы требует предварительного построения единой теории электромагнетизма, тяготения и квант*" (Бронштейн, 1933). Чекистская пуля затормозила развитие физики почти на тридцать лет. В 1967 году Стивен Вайнберг, Шелдон Глэшоу и Абдус Салам начали заново отстраивать *Теорию всего*.

2. *Гипотеза нарушения*. Среди девятнадцати парных эвристик, сформулированных Юлием Шрейдером, мы находим и эту – придадим ей форму кантовской антиномии.

Тезис: *искать законы сохранения – что сохраняется и при каких условиях?*

Антитезис: *искать ресурсы развития в нарушении законов сохранения*.

Законы сохранения для физиков – святое святых. Нарушение таковых – обычно мнимое – воспринимается трагически. Вспомним, с каким восторгом было воспринято открытие *нейтрино* – благодаря этой частице удалось-таки залатать брешь в уравнениях - симметрию поколебал  $\beta$ -распад: электроны здесь давали непрерывный спектр – это противоречило парадигме. Мужественно оценивая ситуацию, Нильс Бор на Римской конференции 1931 г. признал такое еретическое вероятие: *энергия в  $\beta$ -распаде может не сохраняться*. Подобные мысли – применительно к другим случаям – он высказывал и ранее. В среде русских физиков возникла замечательная аббревиатура: *ГН – гипотеза несохранения*. Матвей Бронштейн был самым рьяным сторонником *ГН*. Он остался её приверженцем и после того, как Нильс Бор аннулировал своё дерзкое допущение.

*Нейтрино* восполнило потерю энергии. Заметим: датский физик полагал, что нарушение законов сохранения может иметь место и при тех экстремальных условиях, которые возникают в недрах звёзд. Он предчувствовал *сингулярность*?

Дабы оправдать саму идею, нам надо задать совсем другой масштаб: не локальный, в рамках звёздной астрономии, а универсальный, предельный – опять-таки потребовать *Всё*. *Барионная асимметрия Вселенной* свидетельствует со всей непреложностью: *Большой Взрыв* – верификация *ГН*, её абсолютное торжество.

Андрей Сахаров всеу искал *антимир*. Его нет. В первый момент своего существования Вселенная нарушила законы сохранения, разбив зеркало, призванное обеспечить равноправие (+) и (-). Господи, какая это удача! Иначе не было бы звёзд и планет. Не было бы нас.

Потом законы сохранения восстановили свой авторитет. Слава Богу, что они это сделали с опозданием, дав маленькой толике материи счастливый шанс: избежать аннигиляции – и постепенно отстроить наше прекрасное мироздание. Г.Е. Горелик и В.Я. Френкель (1990) пишут: «Так же, как в модели Бронштейна, в нынешних построениях энергия может перекачиваться от «видимых» форм материи к «невидимому»  $\Lambda$ -полю» (с. 111). Что такое  $\Lambda$ -поле? Имеется в виду знаменитый лямбда-член – космологическая постоянная, с учётом которой уравнения Эйнштейна приняли такой вид:

$$R_{ab} - \frac{R}{2}g_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{ab}$$

где  $\Lambda$  – космологическая постоянная,  $g_{ab}$  – метрический тензор,  $R_{ab}$  – тензор Риччи,  $R$  – скалярная кривизна,  $T_{ab}$  – тензор энергии-импульса,  $c$  – скорость света,  $G$  – гравитационная постоянная Ньютона.

Судьба  $\Lambda$ -члена оказалась противоречивой. Долгое время он подвергался остракизму. Однако теперь триумфально вернулся в космологию, приняв на себя ответственность за *тёмную материю* – то бишь за «невидимое»  $\Lambda$ -поле.

Вселенная расширяется с ускорением. Откуда берётся энергия для этого? Опять возникает ощущение, что законы сохранения нарушены. В чисто методологическом плане можно сказать, что *тёмная материя* сыграла роль, подобную той, какая некогда выпала на долю *нейтрино* – «спасла» законы сохранения. Матвей Бронштейн как в воду глядел.

3. *Стрела времени*. Общая теория относительности (ОТО) строится на основе симметричной модели времени – оно никак не эддингтоновская *стрела*, а скорее точно выверенный *балансир*, одинаковый с обоих концов. Прошлое здесь нельзя отличить от будущего – воспоминание эквивалентно предсказанию. Известно выражение: *термодинамическое равновесие* – синоним тотальной нивелированности, сглаженности. Ни одного вздрoga! Ни одного колыхания!

Предлагаем ввести аналогичное словосочетание: *хронодинамическое равновесие* – принципиальное тождество сбывшегося и ожидаемого, некая стагнация бытия. *Хронодинамика*: это, конечно, от Н.А. Козырева. Что подвигло его на создание новой теории времени? Николай Александрович рассказывал мне, как он, будучи эзком, в ледяном карцере пережил озарение, неожиданно осознав: источником космической активности может быть *ход времени*. Николай Козырев и Матвей Бронштейн крепко дружили. Первый был младше второго на два года. Разница небольшая – но это факт: Михаил Бронштейн был в глазах Николая Козырева непререкаемым авторитетом.

Проблема *красного смещения* волновала обоих. Альберт Эйнштейн – Артур Эддингтон – Эдвин Хаббл: в сознании Матвея Бронштейна их идеи пересеклись под неожиданным углом. Учёного осенило: расширение Вселенной – будучи увиденным сквозь призму ОТО – возможно лишь в условиях *неравновесного времени*. Необходимо привнести в него зиждательную *асимметрию*? Это было сделано.

Вот цитата: «Объяснение Вселенной как целого не может быть достигнуто на основе законов, симметричных по отношению к прошедшему и будущему, по отношению к замене  $+t$  на  $-t$ ; во Вселенной должны существовать по крайней мере отдельные области, которые подчиняются законам, асимметричным по отношению к прошедшему и будущему» (Бронштейн, 1933).

Впоследствии Николай Козырев переосмыслил эту идею в понятиях термодинамики. Время у него *антиэнтропийно*. Оно вырабатывает и переносит энергию, спасая Вселенную от тепловой смерти. Два космоса – бронштейновский и козыревский – не

похожи друг на друга. Прямой зависимости – если хотите, генетической связи – между ними нет. Но это существенный инвариант: *креативное время*, вовлечённое в космогенез.

Это наше предположение: арестованный за два года до казни М.П. Бронштейна, Н.А. Козырев в узилище мысленно продолжал общение с ним – получал от него эвристические импульсы. Перехватив *стрелу времени* от М.П. Бронштейна, Н.А. Козырев сообщил ей бесконечную скорость – и этим резко противопоставил себя коллегам, как бы катапультировавшись из научного сообщества.

В 1941 г. Николай Александрович получил второй срок – вот одно из обвинений: *поддерживает теорию расширяющейся Вселенной*. Странную позицию тогда занимали советские философы. *Конечная и нестационарная* космологическая модель для них – рецидив идеализма.

Однако *красное смещение* они одобряют! Ну как так? Особым невежеством отличался некто В.Е. Львов. По поводу его опуса «*На фронте космологии*» Г.Е. Горелик и В.Я. Френкель (1990) иронизируют: «*В этой статье не хватает, пожалуй, только политической интерпретации покраснения фотонов*» (с. 181).

Асимметричная механика Н.А. Козырева и синергетика И. Р. Пригожина: это родственные явления – это новая парадигма. *Неравновесное время* М.П. Бронштейна предваряет её – пророчит о ней.

4. *Ультрабольшое и ультрамалое*. Проквантовать гравитацию: это была главная цель Матвея Бронштейна. Он уверенно приближался к ней. Процитируем последнюю статью учёного, опубликованную в приснопамятном 1937-м году: «*Возможно, что будущая квантовая «единая теория поля» должна будет рассмотреть и такие превращения (полные или частичные) квантов электромагнитного поля в гравитационные кванты*» (Бронштейн, 1937).

Фотон – это *микро-*.

Гравитация – это *макро-*.

Общепринятая дихотомия! В первом случае квантование естественно – во втором случае оно невозможно. Противоречие! Некорректная постановка задачи! Ах, так ли? Между масштабами здесь – и впрямь бездонная пропасть. Матвей Бронштейн берётся преодолеть её одним прыжком. Учёного предупреждали: это безумный риск.

Вот аргументация Якова Френкеля: электромагнитное поле – *материя*, гравитационное поле – *метрика*. Как можно искать аналогию между ними? Матвей Бронштейн не убоился трудностей.

В 1948 г. вышла монография Д.Д. Иваненко и А.А. Соколова «Квантовая теория гравитация». Бесстрашный В.А. Фок в отзыве на неё писал: «*Каковы бы ни были причины, побудившие авторов замалчивать достижения Бронштейна, их работу никак нельзя рассматривать как построение квантовой теории гравитации, ибо такая теория была создана Бронштейном за 11 лет до них*» (цит. по: Горелик, 1993).

Что было дальше?

– Джон Уилер произнесёт своё гениальное: *материя есть возбуждённое состояние геометрии*.

– Андрей Сахаров определит гравитацию как *упругость квантового вакуума*.

– Стивен Хокинг откроет *квантовое испарение чёрных дыр* – релятивистских объектов.

Всему этому предшествуют прозрения Матвея Бронштейна. Он первым сделал попытку соединить *ультрабольшое* и *ультрамалое*. Этим была предопределена магистральная линия в развитии современной физики.

5. *Антропный принцип*. Флуктуационная гипотеза Людвиг Больцмана сохраняет всю свою эвристичность. Почему произошёл Большой Взрыв? Нам говорят: причиной стало *спонтанное нарушение симметрии вакуума* – типичная флуктуация. Как изме-

ритель вероятность подобных событий? Это похоже на *игру в бисер*. Воистину божественная игра!

Матвей Бронштейн вёл её с небывалым размахом. Он выстроил своеобразную иерархию вероятий. Шанс возникновения Вселенной – потом химических элементов – потом звёзд и планет – потом жизни – потом разума!

Двигаясь по этой последовательности, мы видим: вероятность убывает по экспоненте. Вспомним формулу Фрэнка Дрейка, одного из пионеров программы *SETI*, выведенную им в 1960 году:

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L,$$

где:

- $N$  — количество разумных цивилизаций, готовых вступить в контакт;
- $R$  — количество звёзд, образующихся в год в нашей галактике;
- $f_p$  — доля звёзд, обладающих планетами;
- $n_e$  — среднее количество планет (и спутников) с подходящими условиями для зарождения цивилизации;
- $f_l$  — вероятность зарождения жизни на планете с подходящими условиями;
- $f_i$  — вероятность возникновения разумных форм жизни на планете, на которой есть жизнь;
- $f_c$  — отношение количества планет, разумные жители которых способны к контакту и ищут его, к количеству планет, на которых есть разумная жизнь;
- $L$  — время жизни такой цивилизации (то есть время, в течение которого цивилизация существует, способна вступить в контакт и хочет вступить в контакт).

Матвей Бронштейн предвосхищает подобные расчёты: «Для того чтобы мы могли наблюдать какое-либо событие, нужно, чтобы мы при этом могли существовать; существование же жизни связано с целым рядом условий, и, вероятно, к числу необходимых условий относится наличие твёрдой планеты, нагреваемой Солнцем, и т. д., т. е. уже наличие весьма значительных отступлений от термодинамического равновесия» (Бронштейн, 1933. С. 13).

По сути это исторически первая формулировка *антропного принципа*. Само понятие в 1973 г. предложит английский физик Брэндон Картер. В 1983 г. Джон Уилер раскроет его так: *Observers are necessary to bring the Universe into being* – *Наблюдатели необходимы для обретения Вселенной бытия*.

### Список использованной литературы

Бронштейн М.П. К вопросу о возможной теории мира как целого // Успехи астрономических наук. 1933. № 3. С. 3–30.

Бронштейн М.П. О возможности спонтанного расщепления фотонов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1937. № 7. С. 335 - 358.

Горелик Г.Е. В.А. Фок: философия тяготения и тяжесть философии // Природа. 1993. № 10. С. 81-107.

Горелик Г.Е., Френкель В.Я. Матвей Петрович Бронштейн: 1906—1938. М.: Наука, 1990. 272 с.

**Рецензент статьи:** профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор техн. наук Р.Н. Ковалев.