

DOI: 10.22363/2224-7580-2024-3-48-53

EDN: NRAEIM

## «ЭТО УЖЕ СЛИШКОМ!»

**П.И. Пронин**

*Физический факультет*

*Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова  
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 2*

**Аннотация.** Статья посвящена 120-летней годовщине со дня рождения профессора Д.Д. Иваненко и представляет собой ретроспективный анализ небольшого числа идей и работ, в которых проявилась прозорливость профессора, его умение сгенерировать, принять и глубоко проанализировать порой неортодоксальные идеи и направления, в которых он сыграл важную роль и которые сыграли не менее важную роль в развитии и становлении современных направлений фундаментальной физики.

**Ключевые слова:** анализ размерности, теория гравитации, основания фундаментальной физики, калибровочные поля

Я позволил себе озаглавить статью о моем многолетнем наставнике профессоре физического факультета МГУ Дмитрие Дмитриевиче Иваненко несколько необычно не из желания пооригинальничать, а с тем, чтобы подчеркнуть уже в названии и отразить то, что это будут воспоминания о необычном человеке с необычной судьбой, сделавшем такой вклад в науку и организацию науки в прошлом столетии, который будет оцениваться еще в течение долгого времени.

Фраза, ставшая заголовком данной статьи, взята не с потолка – это высказывание из гороскопа, и история её появления следующая. В период с начала 1980-х годов до начала 1990-х в моде были различные гороскопы, в которых, исходя из даты рождения человека, ему давалась некоторая характеристика. Дмитрий Дмитриевич как православный, крещеный и до конца жизни верующий человек при попытках в его присутствии обсуждать те или иные сведения из гороскопов интеллигентно посмеивался и просил не заниматься ерундой, характерным для него жестом – как бы слегка защищаясь поднятой правой рукой, – останавливал людей, поднимающих такие вопросы в его присутствии. Лишь один раз он с одобрением и смехом воспринял нашу с моим другом Геной Сарданашвили шутку, когда мы в новогоднем выпуске стенгазеты (накануне наступления 1983 г.) привели характеристику на людей, родившихся в год Дракона в созвездии Льва (дата рождения Иваненко – 1904 год – год Дракона, 29 июля – созвездие Льва), поместив в новогодний выпуск газеты в качестве примера высказывания о личности такого человека, одну и ту же одинаковую фразу, взятую из китайского, японского, корейского и вьетнамского гороскопов – «Ну это уже слишком!».

Дмитрий Дмитриевич забрал потом эту стенгазету себе домой.

Наверное, такое восприятие гороскопа, одновременно выражающее изумление, недоумение, восхищение и согласие, можно считать самым уместным в оценке личности такого масштаба, как Иваненко Дмитрий Дмитриевич.

Фамилию Иваненко я впервые встретил в третьем томе школьного учебника по физике и, прочитав «модель ядра Иваненко – Гейзенберга», первоначально отнес его к числу «птеродактилей» сродни Фарадею, Максвеллу и прочим. Как оказалось впоследствии, я ошибся только во времени, но не в оценке его вклада в науку, поскольку его имя упоминалось рядом с именами Бора и Резерфорда, внесших уже широко известный вклад в изучение строения ядра и квантовую теорию.

Хотелось бы избежать стандартных и протокольных фраз в своих воспоминаниях и посему я, не говоря о достижениях и открытиях Дмитрия Дмитриевича, прослежу судьбу лишь нескольких из его идей и работ.

Начну с работы с Гамовым и Ландау «Мировые постоянные и предельный переход», напечатанной в 1928 году в Журнале русского физико-химического общества. Статья посвящена анализу способов построения системы единиц в физике и обсуждению в этой связи некоторого эталона для способа выбора системы единиц. Авторы устанавливают связь между числом независимых фундаментальных констант, которые должны существовать для описания физических законов, и числом измерений, закладываемых в основу системы единиц. Здесь я впервые прочел об обсуждении системы TLM (время, расстояние, масса). В дальнейшем, просматривая научную литературу, я натолкнулся на книгу Г. Хантли «Анализ размерностей» (изд. «Мир», Москва 1970 год), основной целью которой провозглашалось обучение технике применения анализа размерностей для решения практических задач. В предисловии к книге я обнаружил утверждение о том, что анализ размерностей позволяет получить решение физических задач, если разность между числом основных переменных (в действительности мировых постоянных!) и числом основных измеряемых единиц равна единице. Цитируются в предисловии работы в основном 1938 года.

Мне хотелось бы привлечь внимание к тому факту, что авторство утверждения о связи измеряемых величин и числа фундаментальных констант (скорость света, постоянная Планка и др.) смело можно отнести к достижениям в вышеприведенной статье трех авторов.

В работах советского авиаконструктора Р.О. ди Бартини (им впервые в начале 50-х годов прошлого столетия был спроектирован, построен и прошел заводские испытания самолет вертикального взлета), написанных как им самим, так и в соавторстве с П.Г. Кузнецовым, была установлена связь геометрических и физических законов на основе так называемой [LT] – таблицы (см., например, статью Р.О. ди Бартини, П.Г. Кузнецов «О множественности геометрий и множественности физик» в сборнике «Проблемы и особенности современной научной методологии», изд-во Уральского научного центра АН СССР. 1979. С. 55–64), которая берет начало в статье Гамова, Иваненко и Ландау.

Эта идея – идея тесной связи физики, имеющей дело с наблюдаемыми величинами, фундаментальных констант и системы измерений, как мы видим, – была идеей пролонгированного действия и значения. И в настоящее время я встречаю в литературе статьи и книги, направленные на обсуждение этих идей и алгоритмов изучения тех или иных явлений, в том числе в теории подобия.



**Фото при открытии мемориальной доски около кабинета, где много лет работал Д.Д. Иваненко. Установка доски состоялась по инициативе П.И. Пронина.  
Стоят справа налево: А.Б. Молчанов, Ю.В. Грац, Б.И. Садовников, Ю.С. Владимиров, П.И. Пронин, А.П. Исаев, А.В. Борисов, В.В. Белокуров (декан физического факультета МГУ) и другие сотрудники физического факультета**

Другой областью исследований, которая, смело можно сказать, стартовала с работы Д.Д. Иваненко и Л.Д. Ландау 1928 года, была работа «Zur Theorie des magnetischen Electrons. I.», напечатанная в журнале «Zeitschrift für Physik, Bd. 48, s. 340–348, (1928)» и посвященная описанию динамики электрона (вообще-то динамике частиц полуцелого спина) с помощью уравнения, написанного на языке антисимметричных тензорных полей. Эта работа вышла практически одновременно со знаменитой работой П.А.М. Дирака (работа Дирака на месяц раньше), в которой впервые было написано спинорное уравнение. По воспоминаниям самого профессора Иваненко, их совместная с Ландау работа была только первой частью задуманного цикла исследований, но работа Дирака, в которой предсказывался полный спектр атома водорода, отодвинула актуальность такого исследования, отошла на дальний план и работа не была продолжена. Я смело могу утверждать, что и сам Дмитрий Дмитриевич надолго забыл о ней.

История развития этого направления напоминает динамику качелей. Дело в том, что в 1960-е годы немецкий математик Е. Кэлер («Innerer und

auserrer Differential kalkül» Abh. Deutsch. Acad. Wiss. Berlin (Math.-Phys., v. 4 (1960)) смог записать спинорное уравнение Дирака в терминах внешних дифференциальных форм. На тот момент эта работа имела чисто академический и методологический интерес. Е. Кэлер, естественно, не знал о работе Иваненко и Ландау и посему ее не упомянул. Эта работа также была благополучно забыта на долгие годы.

Интерес к описанию фермионов с помощью антисимметричных тензорных полей проснулся в середине восьмидесятых годов прошлого столетия в связи развитием квантовой теории поля на решетке. Дело в том, что спиноры плохо описываются в решеточном формализме и приводят к неоднозначным результатам. В то же время на решетке хорошо воспроизводятся антисимметричные тензорные поля, которые аналогичны внешним дифференциальным формам. И в это время заново были переосмыслены и работы Иваненко с Ландау, и работа Кэлера. Польский математик А. Траутман в работе (A. Trautman and P. Budinich “An introduction to the spinorial chessboard”, preprint 6/88F.M., 1988) проанализировал представления группы специальных линейных преобразований и нашел, что такое представление может быть построено как в терминах спиноров, подчиняющихся уравнению Дирака, так и в терминах внешних дифференциальных форм, то есть фактически на языке антисимметричных тензорных полей, подчиняющихся уравнениям, предложенным ранее в статье Иваненко и Ландау.

По предложению Траутмана это уравнение стали называть уравнением Иваненко – Ландау – Кэлера – Дирака. Развитие такого подхода продолжает оставаться актуальным, о чем свидетельствуют появляющиеся статьи и книги (см. Benn I.M., Tucker R.M. Pure spinors and real Clifford algebras).

Посему для меня было удивительным, при ознакомлении с двухтомным собранием научных трудов Л.Д. Ландау под редакцией Е.М. Лифшица и И.М. Халатникова, обнаружить обе вышеприведенные работы в числе не помещенных в собрание трудов и узнать из биографического эссе, написанного Е.М. Лифшицем, что именно эти работы Лев Давидович считал неправильными (см.: Ландау Л.Д. Собрание трудов. Т. 2. М.: Наука, 1969. С. 427).

Пропустив несколько лет и важных работ и идей, которые упоминаются достаточно часто разными авторами, например таких, как работы по синхротронному излучению, я напомним об одной буквально революционной и до безумия смелой работе Д.Д. Иваненко и А.А. Соколова «Новые следствия квантовой теории тяготения» (ДАН СССР, т. 58, № 8 с. 1633–1636, 1947), в которой рассматривались трансмутации гравитонов в кванты материи. Стоит обратить внимание, что это был 1947 год – год начинающегося скептического отношения к чисто математическим предсказаниям в физике и технике, – год, когда начинались гонения на «буржуазную науку» – кибернетику, и вдруг переход материи в структуру пространства-времени и наоборот.

Возрождение этих идей началось в конце шестидесятых годов прошлого столетия с работ по рождению частиц в сильных гравитационных полях и переросло в отдельное направление – исследование поведения квантованных свободных и взаимодействующих полей во внешнем гравитационном поле.

С того момента уже можно видеть работы с названием типа «трансмутация гравитации в материю», и это уже никого не смущает, хотя в очень редких работах, в основном обзорного характера, можно найти упоминание пионерской работы Иваненко и Соколова.

В завершение этой небольшой статьи об Иваненко следует обратить особое внимание на его многочисленные идеи и статьи, в том числе и с соавторами, относящиеся к калибровочной теории гравитации.

Я склонен, пусть это даже рискованно, утверждать, что именно идеи по описанию уравнения Дирака в неевклидовом пространстве, как единоличные (см. ДАН СССР, № 4, с. 73–78 (1929)), так и продолженные с В.А. Фоком (Zeit. Fur Physic, Bd. 54, s. 798–802 (1929)), основанные на идеях Иваненко о линейной метрике, фактически перенесения метода коэффициентов Ламе на случай риманова пространства, стали провозвестниками идей калибровочной теории гравитации и построения тетрадного формализма. Не случайно возобновление интереса к этому формализму в рамках теории пространства абсолютного параллелизма в последние 10–15 лет фактически повторяет методы введения коэффициентов Фока – Иваненко. Как подчеркивал лауреат нобелевской

премии А. Салам, коэффициенты Фока – Иваненко стали первым примером калибровочной теории гравитации, причем с заложенным в самом способе построения спонтанным нарушением симметрии.

Развитие этих идей привело в дальнейшем к возникновению целого направления – калибровочной трактовке гравитационного взаимодействия, и среди соратников и последователей Иваненко были такие известные физики, как А.М. Бродский, Г.А. Соколик, В.И. Родичев и многие другие.

В связи с этим я упомяну один анекдотический момент, в котором мне невольно пришлось принять участие. Дело в том, что с 1961 г. редакция ЖЭТФ отказывалась печатать статьи по калибровочной теории гравитации, которая с необходимостью приводила к выходу за рамки эйнштейновской теории относительности, мотивируя это тем, что пока не прояснится физическая сущность новых величин, таких как кручение, редакция не может публиковать работы, посвященные этой тематике. Этот запрет распространялся на тематику докладов московского теоретического семинара, проходившего в ФИАНе (в конце девяностых под руководством академика В.Л. Гинзбурга).

Представьте себе мое изумление и ошеломление, когда где-то в районе 2003 г. мне позвонил академик В.Л. Гинзбург и, сославшись на рекомендации профессоров В.Б. Брагинского и А.А. Рухадзе, которые и дали ему мой мобильный телефон, предложил мне сделать доклад на теоретическом семинаре в ФИАНе по теории гравитации с кручением.

В тот вторник актовЫй зал ФИАНа был набит битком. По результатам регистрации, объявленным секретарем семинара, присутствовало около 140 человек. Академик предложил мне 20–30 минут на доклад, однако в итоге мое выступление продолжалось более полутора часов с вопросами и перебиваниями.

Вот так завершилась «холодная война» между неприемниками нового и тем, что на сегодняшний день считается магистральным направлением – калибровочным (Иваненко считал более правильным термин не калибровочные, а компенсирующие поля) подходом к построению физики фундаментальных взаимодействий, среди первооткрывателей которого – Г. Вейль (калибровочный подход к электродинамике), Ч. Янг и Г. Миллс (калибровочная теория неабелевых симметрий), Д.Д. Иваненко и В.А. Фок и огромная плеяда физиков отдающих должное поискам решений фундаментальных проблем физики.

Как человек творческий и ценящий искусство Д.Д. Иваненко стал инициатором и основоположником одной замечательной традиции, которая сохранилась по сегодняшний день – каждый лауреат Нобелевской премии по физике, который посещал его кабинет на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, получал право сделать памятную надпись на стене комнаты 4-59. Таких надписей набралось уже около десятка. Среди них есть одна оставленная нобелевским лауреатом К. Торном (2018 год), которая, по моему глубокому убеждению, является точнейшей характеристикой того, чему посвятил всю свою сознательную жизнь профессор Дмитрий Дмитриевич Иваненко: «Познание природы, является величайшим удовольствием в жизни».

## “THIS IS TOO MUCH!”

**P.I. Pronin**

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University  
Bldg 2, 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

**Abstract.** The article is dedicated to the 120th anniversary of the birth of Professor D.D. Ivanenko and presents a retrospective analysis of a small number of ideas and works in which the professor’s insight was demonstrated, his ability to generate, accept and deeply analyze sometimes unorthodox ideas and directions in which he played an important role and which played an equally important role in the development and establishment of modern trends fundamental physics.

**Keywords:** dimensional analysis, theory of gravity, foundations of fundamental physics, gauge fields