

P2-2019-25

Э. А. Тагиров

**ОБ ИЗБРАННЫХ ТРУДАХ Н. А. ЧЕРНИКОВА**

Мемориальный очерк, посвященный 90-летию  
со дня рождения профессора Н. А. Черникова

Тагиров Э. А.

P2-2019-25

Об избранных трудах Н. А. Черникова. Мемориальный очерк, посвященный 90-летию со дня рождения профессора Н. А. Черникова

В очерке рассказывается о двух циклах работ Н. А. Черникова 1960-х гг., которые получили большое признание в международном сообществе физиков-теоретиков и остаются актуальными по сей день. Первая часть очерка посвящена обобщению Н. А. Черниковым кинетической теории Больцмана на общую теорию относительности, в том числе построению фундаментального общерелятивистского уравнения, которое в последние десятилетия называется уравнением Больцмана–Черникова.

Во второй части рассказывается почти приключенческая история об открытии общерелятивистского уравнения скалярного поля, которое впоследствии получило название уравнения с конформной связью с гравитацией. Отмечается принципиальное отличие квантового подхода Черникова и автора данного очерка (1967–1968) для общего случая поля с ненулевой массой при произвольной размерности пространства-времени от подхода Р. Пенроуза (1964), сформулировавшего такое уравнение для классического безмассового поля в четырехмерном пространстве-времени из соображения конформной ковариантности. Тем не менее эта частная классическая формулировка сыграла роль решающей подсказки для квантового поля с ненулевой массой и при произвольной размерности пространства-времени. Отмечено, что именно полученное при квантовании поля общее уравнение с конформной связью действительно удовлетворяет принципу эквивалентности.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова ОИЯИ.  
Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2019

Tagirov E. A.

P2-2019-25

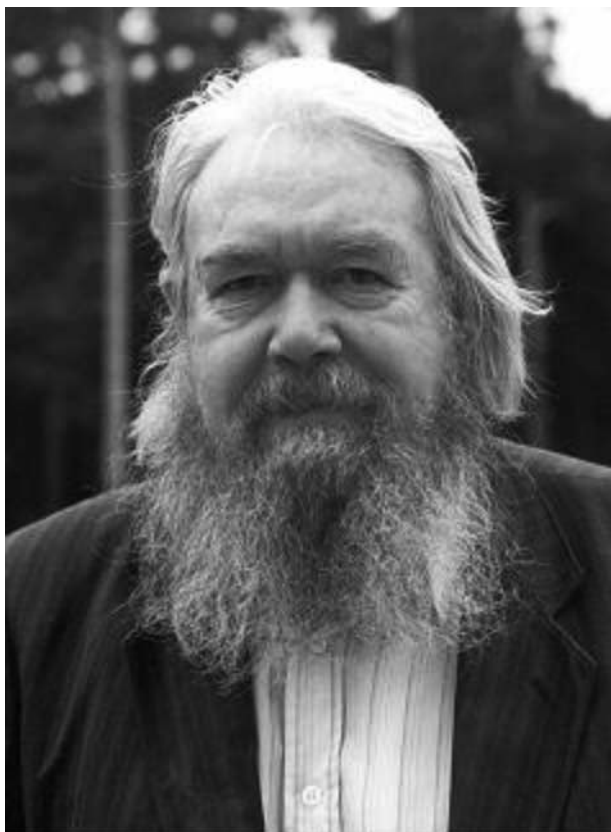
On Selected Works of N. A. Chernikov. Memorial Essay Dedicated to the 90th Anniversary of the Birth of Professor N. A. Chernikov

The essay reports on two cycles of works of N. A. Chernikov in the 1960s, which received great recognition in the international community of theoretical physicists and remain relevant to modern times. The first part of the essay describes N. A. Chernikov's generalization of the Boltzmann kinetic theory to the general theory of relativity, including construction of the fundamental equation, which in recent decades was called the Boltzmann–Chernikov equation.

In the second part, an almost adventure story is told about the discovery of a general-relativistic equation for a scalar field, which later became known as the equation conformally coupled with gravity. There is a fundamental difference of the quantum approach of Chernikov and the present author (1967–1968) for the general case of a field with a non-zero mass in space–time of arbitrary dimensionality from the classical consideration by R. Penrose (1964), the particular case of massless field based on conformal covariance of the latter. Nevertheless, his classical result has been a decisive hint for the quantum case with a non-zero mass and an arbitrary dimension of space–time. It is noted that it is the general equation with conformal coupling obtained by the field quantization that does satisfy the equivalence principle.

The investigation has been performed at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2019



Николай Александрович Черников  
16.12.1928 – 17.04.2007

Предлагаемый здесь очерк хотя и подготовлен в связи с указанной в подзаголовке датой, но ни в коей мере не является биографией Николая Александровича Черникова. Скорее, это попытка сделать как можно более доступными и известными не только специалистам (можно сказать, высветить в понятийных терминах) два цикла его работ, в которых он получил результаты, снискавшие особое признание в международном сообществе физиков\*. Эти работы опубликованы в 1960-е гг., но со временем их признание научным сообществом только нарастало. Поскольку в одном из этих направлений (квантовая теория поля в общей теории относительности) мне повезло сотрудничать с Николаем Александровичем и в указанные годы мы с ним были очень дружны, хочу добавить в конце несколько штрихов о нем как о весьма яркой личности. В целом суждения, высказанные здесь, отражают личный взгляд автора данного текста. Что касается более полных биографических сведений о нем, то их можно найти на сайте <http://jinrmag.jinr.ru/win/2008/16/po16.htm> в небольшой статье «Памяти выдающегося физика-теоретика» за авторством профессоров Б. М. Барбашова и В. Н. Первушина и академика А. Н. Сисакяна (2008). Также заслуживают внимания физиков изданные в 2004 г. Труды международного семинара, посвященного 75-летию Н. А. Черникова, «Применение и развитие идей Лобачевского в современной физике». Это буквально кладезь идей, в большинстве актуальных и по сию пору. В этом издании также есть список избранных научных трудов юбиляра, составленный им самим.

Так уж исторически сложилось, что признание выдающихся достижений российских ученых приходит, как правило, из-за рубежа. Кем остался бы в истории науки Н. И. Лобачевский (кстати, кумир Черникова со школьной скамьи), если бы его великое открытие не стало известно Карлу Гауссу и тот, отозвавшись об этом восторженно, не выдвинул бы его в члены-корреспонденты Геттингенского научного общества? Остался бы Николай Иванович в истории одним из лучших в числе ректоров Казанского университета. Д. И. Менделеева, действительного члена многих европейских академий, Санкт-Петербургская академия наук избрала только в члены-корреспонденты, а А. Г. Столетова от выборов в действительные члены вообще отстранила по своеволию одного из великих князей. Могу вспомнить и моего научного руководителя в Казанском университете профессора А. З. Петрова, для которого там была создана кафедра общей теории относительности и гравитации, и во-

---

\*Имея целью доступность очерка возможно более широкому кругу читателей, я выделяю терминологические и т. п. пояснения как подстрочные примечания.

обще он получил большую известность в советской науке после того, как его классификация пространств Эйнштейна вызвала большой интерес среди зарубежных гравитационистов.

Существуют разные измерения научного успеха. Для большинства людей, далеких от науки, очевидным мерилom успеха ученого являются размер и количество звездочек на академических погонах: знаменитые премии, пост большого научного начальника, лестные публикации в СМИ и т. п. Это справедливо, но есть, на мой взгляд, критерий, который перевешивает эти оценки. Это когда результат начинают упоминать в научной литературе вообще без ссылок на конкретную публикацию, просто по имени автора. Например, механика Ньютона, геометрия Лобачевского, таблица Менделеева, уравнения Эйнштейна или Больцмана. Это уже признание высочайшего уровня и залог долговечности такого признания. Как раз такое случилось в связи с первым из двух циклов работ Николая Александровича, которые мне хотелось здесь особо отметить.

## **КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И УРАВНЕНИЕ БОЛЬЦМАНА–ЧЕРНИКОВА**

Кинетическая теория материи и термодинамика на ее основе в современном виде были сформулированы начиная с 1872 г. великим австрийским физиком Людвигом Больцманом (1844–1906) и являются наряду с электродинамикой Максвелла–Лоренца, теорией относительности и квантовой механикой основой основ современной физики. В работах 1957–1964 гг. по кинетической теории Н. А. обобщил молекулярно-кинетическую теорию Больцмана на случай общей теории относительности (далее буду упоминать ее как ОТО). При этом он начинал с идеи «абсолютного содержания» любой физической теории, т. е. той ее части, которая не зависит от того, какая геометрия — Евклида или Лобачевского — реализуется в пространстве скоростей подсистем (в простейшем случае — частиц газа), составляющих рассматриваемую кинетическую систему. Эти работы Черникова по кинетической теории в ОТО поддерживал и высоко ценил великий советский физик В. А. Фок (1898–1974). Он представил с 1957 по 1962 г. в журнал «Доклады Академии наук СССР» 7 статей Черникова.

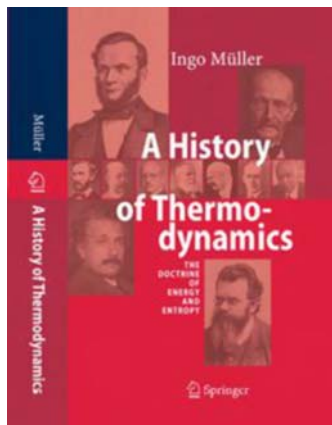
В первой половине 1960-х гг. Н. А. обобщил и дополнил свои результаты по кинетической теории в больших статьях в польском журнале «Acta Physica Polonica». Вместе с тем мне вспоминается, как на больших научных конференциях середины 1960-х гг. видные представители школы академика Л. Д. Ландау критиковали теорию Черникова, утверждая, что для ее применения нет реального физического объекта. С учетом уровня развитости и применения ОТО в то время их можно было понять, но мне, молодому стажеру ОИЯИ, было несколько странно видеть, с какой страстью они это



Н. А. Черников и академик В. А. Фок (1965)

делали. Н. А. отвечал им спокойно: *«Пусть, по-вашему, для моей теории нет реального предмета, но по крайней мере вы не можете сказать, что она ошибочна»*. Время все расставило по местам: критики успокоились, а предмет для теории нашелся в глубинах Вселенной, в частности, в теории процессов вблизи таких экстремальных астрофизических объектов, как черные дыры и нейтронные звезды. А в то время даже самого термина «черная дыра» еще не существовало, хотя математические предпосылки для него появились в 1916 г. (термин введен в научный обиход А. Уилером в 1967 г.). Неприятие теории Черникова даже некоторыми выдающимися специалистами имеет отдаленное сходство с отношением к теории Больцмана в начале XX в.: считается, что Больцман покончил с собой в 1906 г., впад в депрессию из-за непонимания его теории научным окружением. Хорошо, что Н. А. не был столь чувствителен к мнению некоторых маститых коллег, тем более, что поддержку со стороны В. А. Фока, Н. Н. Боголюбова и Д. И. Блохинцева он имел.

Поскольку я не занимался кинетической теорией, то узнал о существовании в науке уравнения, в названии которого имена великого Больцмана и Черникова стоят рядом, уже после кончины Николая Александровича: случайно обнаружил в Интернете монографию Инго Мюллера «История термодинамики» (Ingo Müller «A His-



Обложка монографии И. Мюллера «История термодинамики»

tory of Thermodynamics»), изданную крупнейшим издательским концерном Springer.

В ней есть трехстраничный раздел, который так и озаглавлен: «Boltzmann–Chernikov Equation». Это нелинейное интегродифференциальное уравнение для функции распределения  $A(x, p)$  вероятностей на 8-мерном фазовом пространстве (координат и импульсов):

$$p^\nu \frac{\partial}{\partial x^\nu} A(x, p) - \Gamma_{\alpha\beta}^k p^\alpha p^\beta \frac{\partial}{\partial p^k} A(x, p) = I(x, p, [A]).$$

Здесь  $x^\alpha, \alpha, \beta, \dots, \nu = 0, 1, 2, 3$  — произвольные координаты в римановом пространстве-времени  $V_4$ , описывающем гравитацию,  $\Gamma_{\alpha\beta}^k$  — коэффициенты связности в этом пространстве, причем индекс  $k = 1, 2, 3$  нумерует проекции импульса  $p^\alpha$  на координатный базис в пространстве импульсов (в слое над базой  $V_4$ ). В правой части этого уравнения стоит так называемый интеграл столкновений  $I(x, p, [A])$ , являющийся квадратичным функционалом функции распределения  $A(x, p)$ , что обозначено заключением ее в квадратные скобки в аргументе функционала  $I$ . Расписать подробно выражение для него потребовало бы большого объема разъяснений; это к тому же не вполне доступно мне без серьезного изучения статей Черникова в «Acta Physica Polonica» (1963. V. 23. P. 529; 1964. V. 26. P. 1069). Поэтому отсылаю интересующегося деталями читателя к этим статьям.

Совсем недавно я догадался набрать «*boltzmann–chernikov equation*» в поисковике Google и при самом поверхностном просмотре обнаружил около 20 ссылок на работы (последняя в 2018 г.), в которых, без библиографических ссылок, т.е. как нечто общеизвестное(!) специалистам, используется этот термин. Русскоязычный поиск не дал ни одной такой ссылки. (Я уже упоминал о роли зарубежных публикаций для признания в России даже трудов Н. И. Лобачевского, В. А. Фока, академика А. З. Петрова, моего учителя в Казанском университете, и не только их.) В заключение этой темы надо отметить, что Николай Александрович Черников не просто обобщил уравнение Больцмана на ОТО, а создал развитую кинетическую теорию в ОТО, насколько это было возможно. Этим он навсегда оставил свое имя в теоретической физике.

## **КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Уже завершая работу по кинетической теории, Черников наметил заняться другой фундаментальной проблемой — формулировкой в ОТО основ квантовой теории поля (КТП), быстро развивавшейся в 1950–1960-х гг. в рамках специальной теории относительности. Это была опять же весьма амбициозная задача, и ему был нужен помощник. Он обсудил это с профессором А. З. Петровым, для которого в Казанском университете только что была со-

здана кафедра теории относительности и гравитации в связи с международным признанием его выдающихся работ по классификации пространств Эйнштейна. В итоге по рекомендации профессора Петрова, аспирантом которого я был, Николай Александрович пригласил меня стажером в Лабораторию теоретической физики (ЛТФ) Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне. Поскольку в Казанском университете КТП в то время еще не преподавалась (я заканчивал университет по специальности «магнитная радиоспектроскопия»), я дважды, весной и осенью 1962 г., приезжал в Дубну для сдачи экзамена по КТП заместителю директора ЛТФ профессору Анатолию Алексеевичу Логунову (впоследствии академику и вице-президенту РАН). Директором ЛТФ в то время был академик Н. Н. Боголюбов.

В первые полтора года моей работы в ЛТФ Николай Александрович предоставил мне полную свободу в выборе направления для исследовательской работы, и я устремился хоть что-то самостоятельно сделать в стандартной КТП, основанной на геометрии (псевдо)евклидова пространства-времени Минковского и группе Пуанкаре\*. Однако при отсутствии опыта и хорошего наставника никаких существенных результатов мои попытки не принесли, и я почти впал в депрессию.

Тогда Николай Александрович предложил мне более серьезно заняться упомянутой задачей учета ОТО в КТП, начав с вычисления перестановочной функции для такого поля в двумерном римановом пространстве-времени, когда геометрия выступает в виде одной произвольной функции. Результат мы доложили Н. Н. Боголюбову, и он поддержал нас, представив нашу статью в журнал «Доклады Академии наук СССР». После этого Николай Александрович предложил рассмотреть процедуру квантования свободного скалярного поля в близком к космологии частном случае искривленного, расширяющегося со временем пространства-времени де Ситтера 1-го рода. Это риманово пространство-время постоянной кривизны, симметрия которого (группа де Ситтера) также является 10-параметрической, как и группа Пуанкаре пространства-времени Минковского, но принципиально отлично от группы Пуанкаре по своей структуре, а само пространство-время — по топологии. Для понимания этого различия возможно более широким кругом читателей поясню геометрическую разницу на двумерных моделях, где одна координата — это время, а другая — это пространство. Тогда, если кусок двумерной модели пространства Минковского можно представить себе как лист бумаги, то кусок аналогичной модели пространства-времени де Ситтера — это кусок поверхности Шуховской башни на Шаболовке в Москве; горизон-

---

\*Пространство-время Минковского — плоская геометрическая основа специальной теории относительности, группа Пуанкаре — 10-параметрическая группа симметрий (движений) этой геометрии.



тальные круги по этой квазицилиндрической поверхности — это пространство, вертикальные линии — это время. Иначе говоря, эта геометрическая модель может быть изображена как вертикально стоящий однополостный гиперболоид вращения, бесконечный вверх и вниз (т. е. физически в прошлое и будущее). С такой двумерной модели мы начали пытаться строить пространство состояний Фока для квантового скалярного поля и действующие в нем операторы рождения и уничтожения частиц (квантов поля), применяя те же методы теории представлений групп пространственно-временных симметрий, что и в случае пространства-времени Минковского.

Честно признаюсь, я приступил к этой работе с неохотой, считая ее слишком умозрительной, неактуальной для реальной физики элементарных частиц. В самом деле, когда на вопрос физиков-сверстников: «Над чем ты работаешь?» — я отвечал, что над квантованием поля в пространстве де Ситтера, мне говорили: «Ну-у, это же такая экзотика! Как можно этим заниматься?»

Так или иначе, но методы и результаты двумерной «экзотики» 1966–1967 гг. в дальнейшем привели к важным результатам как в наших следующих работах (вместе и порознь), так и в работах зарубежных исследователей. Например, мы установили, что в деситтеровском случае бесконечно много деситтер-инвариантных состояний (вакуумов), которые образуют однопараметрическое семейство, тогда как в стандартном случае пространства Минковского вакуум единственный. Затем мы установили, что это явление множественности унитарно-неэквивалентных вакуумов имеет место в пространстве-времени де Ситтера любого числа пространственных измерений. А теперь, при подготовке настоящего очерка, я обнаруживаю в Интернете, что в сравнительно недавних зарубежных работах для представлений Фока квантового поля в пространстве де Ситтера для этого семейства вакуумов употребляется термин *Chernikov–Tagirov modes*. Радует, что этот результат 1967 г. (который мы считали промежуточным) до сих пор используется. Например, в 2012 г. в Гарвардском университете была защищена докторская диссертация, в которой эти моды упоминаются как отправная идея для весьма продвинутых космологических построений.

Однако более чем полвека назад мы упорно искали физический принцип, который выделял бы из этого множества единственный вакуум, как и в пространстве-времени Минковского. И нашли его! (Но подлинный смысл этого выделенного состояния, отличный от стандартного, был найден позднее и не нами.) Нас же в то время волновала уже другая загадка. Если в двумерном пространстве согласие с принципами ОТО было полное, то аналогичный подход к четырехмерному и в этом смысле реалистическому случаю пространства-времени де Ситтера привел к неожиданному результату: масса частицы (кванта поля) сдвигалась на постоянную величину по сравнению со стандартным уравнением поля в пространстве-времени Минковского.

Иной «пешеход» может сказать: «Что же тут удивительного? Другое пространство — другое уравнение». Но в том и смысл фундаментальных принципов физики, что они определяют общий вид для каждой категории фундаментальных уравнений. В случае ОТО такими фундаментальными категориями считались в то время уравнения Клейна–Фока–Гордона (для скалярного поля), уравнения Дирака (для электронов и других частиц со спином  $1/2$ ) и уравнения электромагнитного поля Максвелла (для фотонов, их спин равен 1) *в любом римановом пространстве-времени*. Было ясно, что эта постоянная связана со скалярной кривизной пространства-времени де Ситтера, которая равна нулю в случае пространства-времени Минковского. Мы даже понимали, как она связана, но введение кривизны в общерелятивистское обобщение уравнения Клейна–Фока–Гордона представлялось тогда нарушением фундаментального принципа ОТО — принципа эквивалентности\*. Позволить себе покуситься на столь фундаментальный принцип мы не смели. В отчаянии Николай Александрович предлагал опубликовать все как есть, с непонятным «довеском» к члену с массой покоя  $m$  для кванта поля в общепринятой в то время версии уравнения Клейна–Фока–Гордона в ОТО (сейчас называемой *минимальной версией уравнения скалярного поля в ОТО*). Я сопротивлялся, надеясь, что какое-то оправдание для введения напрашивающегося дополнительного члена с кривизной найдется. Оно нашлось в статье известнейшего английского математика, физика и популяризатора науки Роджера Пенроуза, репринт которой оказался в архивах упомянутого выше моего казанского учителя А. З. Петрова.

Пенроуз решал совсем иную проблему в ОТО, чем мы: он рассматривал классические (т. е. не связанные с КТП) поля с  $m = 0$ , но «довесок» в случае скалярного поля в его статье присутствовал, и ключевые слова «конформная инвариантность» в связи с этим для нас прозвучали. Это взаимное свойство категории римановых пространств, объединенных тем, что их световые конусы отображаются друг в друга поточечно\*\*. Конечно, понятия конформной инвариантности и ковариантности, введенные в математическую физику Германом Вейлем (1884–1955), выдающимся математиком, лауреатом меж-

---

\* Принцип эквивалентности требует, чтобы в ничтожно малой окрестности любой точки искривленного пространства-времени уравнение движения точечного объекта могло быть приведено к виду, который оно имеет в плоском пространстве-времени (как если бы в этой окрестности кривизна, а следовательно, гравитация себя не проявляла).

\*\* Эту симметрию правильнее было бы назвать *конформной ковариантностью*, что я и буду делать в этом тексте. Предполагается, что частицы (кванты) всех физических полей с  $m = 0$  движутся именно по этим конусам и в этом смысле их движение инвариантно. Если это свойство для уравнений частиц со спинами  $1/2$  (нейтрино) и 1 (фотон) при перезаписи в ОТО оправдывается автоматически (а Пенроуз, как было уже отмечено выше, сформулировал его для безмассовых *классических* полей любого спина), то для минимальной версии уравнения скалярного поля (т. е. без «довеска» к массе) это не имеет места.

дународной премии им. Н. И. Лобачевского (1927), было известно не только Николаю Александровичу, но и мне. Однако мы ведь рассматривали КТП скалярного поля с произвольной массой покоя  $m$ , где конформная ковариантность не имеет места, и получили упоминаемый «довесок», как в квантовой теории такого поля. Полученное нами уравнение — это, как сейчас принято его называть, *уравнение скалярного поля, конформно связанного с гравитацией*. Конформно-ковариантным оно становится, только если  $m = 0$ .

Уместен вопрос: почему же в двумерном пространстве-времени с построением КТП получалось все хорошо без «довеска», а в четырехмерном он понадобился? Дело в том, что для произвольной размерности  $n$  искривленного пространства-времени «довесок» пропорционален так называемой *константе неминимальности*  $\zeta(n) = \frac{n-2}{2n+4}$ ; тогда при  $n = 2$  получаем  $\zeta(0) = 0$ , а при  $n = 4$  получаем  $\zeta(4) = 1/6$  и т. д.

Введенное таким образом уравнение нейтрального скалярного поля (т. е. простейшего из физических полей) для искривленного четырехмерного пространства-времени, в котором мы живем, содержит в себе в виде приближений все другие уравнения квантовой теории этого поля. Единственное теоретическое обобщение, которое здесь возможно без введения в физику новых фундаментальных констант, — это считать  $\zeta$  произвольной константой, что в некоторых работах (в том числе и моих) делается в качестве исходного пункта. Однако внимательный читатель может вспомнить сказанные выше слова о противоречии «довеска» основополагающему принципу ОТО — принципу эквивалентности. На это с удовольствием отвечу любимым выражением Николая Александровича: «Это только кажимость». Суть в том, что в квантовой теории физически содержательным является в первую очередь не вид, к которому можно привести дифференциальное уравнение поля, а особое решение этого уравнения — функция Грина, структура особенностей на световом конусе которой в любом искривленном пространстве-времени (в любом гравитационном поле) должна быть такой же, как и в пространстве-времени Минковского. Именно эти особенности дают однозначный ведущий вклад при вычислении физических величин. В ОТО функции Грина определяются, вообще говоря, весьма неоднозначно, но именно упомянутый «довесок» обеспечивает требующееся совпадение структуры особенностей как при наличии искривления (т. е. гравитации), так и в плоском пространстве-времени. Этот важный результат был получен мной совместно с аспирантом Саратовского университета С. Б. Ильиным и опубликован в 1970-х гг. в двух сообщениях ОИЯИ, хотя и на английском, но, надо признать, не замечен коллегами. Не удивительно, что в 1993 г. итальянские ученые В. Фараони и С. Сонего представили его в четкой форме в ведущем международном журнале по гравитации «Classical and Quantum Gravity», очевидно, не будучи знакомыми с нашими публикациями. Но их статья, как мне кажется, пока тоже убеди-

тельно не указала на то, что уравнение с конформной связью обоснованнее и «фундаментальнее», чем версия с минимальной связью: в теорфизической литературе и сейчас можно встретить использование обеих версий.

Я пишу о развитии этой проблемы столь подробно, вспоминая изречение Эйнштейна, что наука — это трагедия идей. Наш случай, конечно, не трагедия, но незавершенная драма, в которой ваш покорный слуга к тому же еще и одно из многих действующих лиц.

Мы оформили полученные результаты в виде большой статьи для произвольного риманова пространства-времени произвольной размерности  $n$ , а не только реального четырехмерного\*. При этом обнаружился еще один важнейший результат: тензор энергии-импульса скалярного поля также получал свой «довесок», который решал проблему с некоторыми сохраняющимися величинами, возникавшую даже в пространстве-времени Минковского. (О существовании такой проблемы в специальной теории относительности нам сказал В. И. Огиевецкий, который был очень рад нашему решению ее в результате квантования в ОТО.) С трудом удалось уговорить Н. А. наряду с препринтом ОИЯИ на русском языке опубликовать англоязычную версию в весьма уважаемом французском журнале «Annales de l'Institut Henry Poincaré» («Анналы Института Анри Пуанкаре»). Н. А. «сдался» из-за имени А. Пуанкаре в названии журнала, поскольку к великим математикам относился с большим пиететом.

Очень нескоро, но статья стала привлекать внимание, особенно в связи с появлением инфляционной модели возникновения Вселенной, в основе которой также лежит геометрия пространства-времени де Ситтера, хотя и в иной «нарезке» (slicing) на пространство и время. Более того, наиболее современная, так называемая хаотическая инфляционная модель возникновения Вселенной, впервые предложенная в 1982 г. нашими соотечественниками А. Д. Долговым и А. Д. Линде, объясняет возникновение наблюдаемой материи во Вселенной распадом фундаментального скалярного поля. Этим Линде объясняет выполнение *антропного принципа* в космологии\*\*.

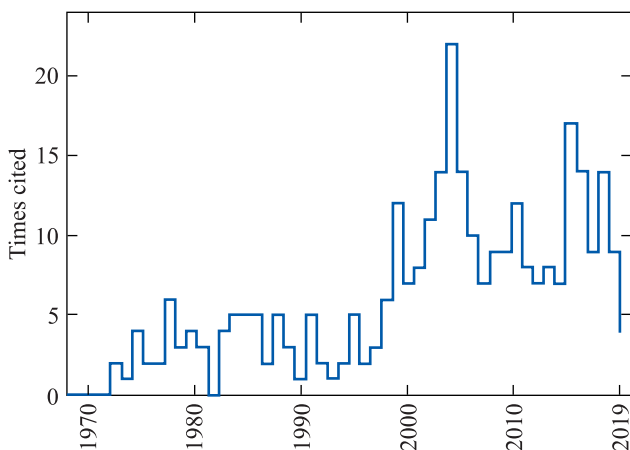
Получилось, что Николай Александрович провидчески угадал, какой задачей стоит заниматься. Это, впрочем, для него было не ново: он и кинетической теорией в ОТО занялся в то время, когда эта теория казалась

---

\*Это немаловажно, так как самые продвинутые современные теории микромира (струнные теории и так называемые М-теории) рассматриваются в пространстве-времени с 10 и 11 измерениями соответственно. Независимо от этого теоретически развиваются геометрические возможности рассматривать реальное трехмерное пространство как брану, т.е. вложение его в пространство большего числа измерений.

\*\*На вопрос: «Почему мы видим Вселенную именно такой, какой мы ее видим?» — *антропный принцип* отвечает так: «Потому что именно в такой Вселенной или ее части реализуется такая версия физических условий из возможно бесконечного числа версий, которая позволяет появление и развитие такого существа, кто может эту Вселенную наблюдать».

неактуальной для какого-либо применения, как я отмечал это уже выше. Где-то к 40-летию своего опубликования работа, в которой было введено в теоретическую физику фундаментальное уравнение с конформной связью, попала в категорию «Famous» («Знаменитая») в очень авторитетной среди физиков базе данных по цитируемости публикаций INSPIRES Стенфордского университета\*. Ее продолжают и сейчас цитировать довольно часто, о чем свидетельствует следующая гистограмма из того же INSPIRES (около 10 ссылок только в 2018 г. и уже четыре в 2019 г., и это на работу 1968 г.!).



К сожалению, работы Н. А. по кинетической теории не учтены в этой базе данных, посвященной работам по физике высоких энергий и элементарных частиц.

Сама по себе высокая цитируемость не такая уж невидаль, в том числе и для работ сотрудников нашей лаборатории, но вот такая ее долговечность, и тем более долговечность работ начала 1960-х гг. — это впечатляет! Надо отметить, что сравнение цитируемости работ из разных (пусть даже близких) областей науки — это сомнительное дело, но мы ведь говорим о цитируемости одной и той же работы в разное время. Когда еще не было нынешних систем индексирования данных о цитировании, про значение своей известности Д. И. Менделеев писал вот что: *«Плоды моих трудов — прежде всего в научной известности, составляющей гордость — не одну мою личную, но и общую русскую. . .»*

Однако Н. А. быстро охладел к этой важнейшей проблеме соединения квантовой теории с ОТО, переключившись на другие проблемы, тоже в той

---

\*Цитируемость публикации — это количество ссылок на нее в других публикациях, один из важных признаков ее известности у коллег и полезности.

или иной мере фундаментальные. По моему мнению, Николай Александрович при всей мощи своего интеллекта недостаточно задумывался о роли и перспективах своих научных идей и трудов, о том, чтобы они были достойно продолжены его сотрудниками. Вспоминается такой случай. В самом конце 1980-х гг. от крупного международного издательского концерна «World Scientific» мне пришло письмо с просьбой как соавтору дать согласие на перепечатку нашей статьи в сборнике, посвященном 20-летию КТП в ОТО. Я, конечно, обрадовался и пошел к Черникову с этим письмом. Он реагировал очень холодно: *«Я тоже получил такое письмо. Вы отвечайте, что хотите, а я в западных изданиях не публиковался и не собираюсь»*. Это, конечно, была просто поза самобытной личности, воспитанной и получившей образование еще в сталинское время. В наивной надежде на то, что издательству будет достаточно согласия только одного из соавторов, я все же написал о своем согласии, притворившись, будто мнение Черникова мне неизвестно. Конечно, увы. . .

Несколько слов о Черникове как о старшем товарище. В 1960-е гг. мы с ним были очень дружны. Я часто бывал у него дома. На работе увлеченно просиживали с 10 утра до 2 часов ночи. Из того, что мне особенно запомнилось, отмечу, что, работая, он нередко пел. Преимущественно русские романсы. Мне хотелось ему подпевать, но с моими вокальными данными лучше было этого не делать. Любили мы природу и многодневные турпоходы на байдарках. Никогда не забуду поход в июле 1965 г. по красивейшей реке Мсте на Новгородчине с ночевками под открытым звездным небом на стогах сена. Совместные командировки на конференции в Тарту и Тбилиси тоже сопровождались прогулками в прекрасных окрестностях этих городов. С моей татарской точки зрения, Николай Александрович был воплощением самобытного русского характера со всеми его большими достоинствами и отдельными недостатками. И физически он был богатырского сложения.

Я благодарен судьбе, что она свела меня с этим замечательным, необыкновенно талантливым подвижником науки, и стараюсь и в нынешнем преклонном возрасте в меру способностей и сил идти по той научной стезе, которую начал вместе с ним.

**Благодарности.** Когда идею провести мемориальный общелабораторный семинар в связи с 90-летием со дня рождения Н. А. Черникова я высказал директору ЛТФ члену-корреспонденту РАН Д. И. Казакову, он с готовностью ее поддержал и добавил: «А может, и соответствующий буклет издать?» Ну прямо как при сотворении мира: «Вначале было слово. . .», и слово было «буклет». В итоге получилось то, что получилось. Это в определенном смысле продолжение семинара от 17 января, для того чтобы сказать то, что я хотел бы рассказать или рассказал плохо. Таким образом, моя первая благодарность Дмитрию Игоревичу. Во время работы над этим трудным текстом

я увидел нечто новое и важное как в моих работах с Николаем Александровичем Черниковым, так и в продолжении оных. Большая благодарность моим коллегам из ЛТФ Ирине Георгиевне Пироженко, Владимиру Витальевичу Нестеренко, Айвенгу Борисовичу Пестову, Владимиру Александровичу Кузьмину и коллегам из Москвы Кириллу Александровичу Бронникову и Виктору Александровичу Березину, в разных случаях тепло поддерживавших меня в связи с данной работой.

Получено 23 апреля 2019 г.

Редактор *Е. В. Сабеева*

Подписано в печать 05.06.2019.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,98. Тираж 345 экз. Заказ № 59708.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: [publish@jinr.ru](mailto:publish@jinr.ru)

[www.jinr.ru/publish/](http://www.jinr.ru/publish/)