



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 99-41
ОТФ

А.А. Логунов, О.А. Хрусталеv

К 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Боголюбова

Направлено в *УФН*

Протвино 1999

Аннотация

Логунов А.А., Хрусталеv О.А. К 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Боголюбова: Препринт ИФVЭ 99-41. – Протвино, 1999. – 7 с.

Abstract

Logunov A.A., Khrustalev O.A. In Commemoration of the 90th Anniversary of N.N. Bogolubov: IHEP Preprint 99-41. – Protvino, 1999. – p. 7.

Н.Н. Боголюбов родился в 1909 году в Нижнем Новгороде, но вскоре семья переехала в Киев, где и прошла молодость ученого. Детство Николая Николаевича пришлось на один из самых тревожных промежутков нашей истории, когда подчас было трудно говорить даже о простых регулярных школьных занятиях. Киевские мальчишки в это время совершенствовали свои дедуктивные способности в спорах о том, из какого пригорода доносится гул артиллерии (недаром один из любимейших писателей Николая Николаевича — Булгаков). В дальнейшем, заполняя анкеты, Николай Николаевич в графе “образование” будет писать “окончил аспирантуру”. Это означает, что он не только учился самостоятельно, но и учил младших братьев, которые, кстати сказать, избрали вовсе не математические карьеры. Кажется, сама судьба велела отроку не посещать школы, но создавать их. По счастью, его блестящие математические способности не остались незамеченными. В тринадцать лет он начал занятия в семинаре академика Н.М. Крылова и в 1924 году написал свою первую научную работу. Юноша стремительно выдвинулся в первые ряды математиков Европы. Широкую известность приносит ему оригинальное построение новой тогда теории почти периодических функций. В 1930 году Академия наук Болоньи присуждает Боголюбову премию и степень доктора за победу на международном конкурсе работ по вариационному исчислению.

Раннее проявление способностей — обычная вещь среди великих математиков. В нашем случае отличие от обыденности заключалось в том, что мальчик рос в сугубо гуманитарной семье. Отец его был профессором философии Нежинского лицея, автором известных трудов по психологии творчества, в частности творчества его великого коллеги по лицу Н.В. Гоголя. Мальчик жадно впитывал творческую атмосферу дома, ее гуманитарную направленность. Взрослых поражал его интерес к отечественной истории. Казалось, что в Киеве подрастает второй Шахматов — великий преобразователь русского языкознания и науки о русских летописях, который гимназистом принимал участие в магистерских диспутах. Получилось иначе. Кто знает, может быть, великий математик просто не захотел ждать великого лингвиста, а может быть, судьба решила уберечь талант и направила его по менее опасному в то время пути. Внешне память об увлечениях детства осталась в феноменальной способности Николая Николаевича к языкам, принеся ему среди представителей точных наук всемирную славу полиглота, от которого итальянцы могут получить сведения об особенностях орфографии древнеримских надписей.

Однако остались и более глубокие следы. Были впитаны не только знания о русской истории, но и заветы русской интеллигенции, те заветы, человечность которых до сих пор изумляет мир. Преданность им определила будущую роль Николая Николаевича как творца научных школ. Научиться техническим приемам можно и на расстоянии с помощью книг и статей в научных журналах, но только пример высоких человеческих качеств может сплотить молодежь в научную школу.

В 1932 году Н.Н. Боголюбов и Н.М. Крылов приступили к созданию совершенно новой области математической физики, провидчески названной ими нелинейной механикой. Формально новая наука имела дело с нелинейными колебаниями, т.е. с такими периодическими процессами, период которых зависит от амплитуды колебания. Среди подобных процессов есть полезные, как, например, колебания силы тока в транзисторе, есть и чрезвычайно вредные, такие как колебания крыла самолета, приводящие к его разрушению. Несомненно, все эти процессы следовало изучать с наибольшей тщательностью, однако, с точки зрения высокой математики, задачи такого типа лежат слишком близко к технике, чтобы быть предметом внимания блестящего молодого ученого, только что доказавшего, что он способен решить любую проблему. Может быть, на выборе темы сказались вкусы старшего коллеги. Николай Митрофанович Крылов, двоюродный брат знаменитого кораблестроителя, несмотря на европейскую образованность и манеры, был типичным представителем Петербургской математической школы — яркого явления в истории математики. Ее создатели во главу угла ставили практическую пользу математики. Казалось, что новая для мировых центров школа с подчеркнуто утилитарной направленностью будет обречена на повторение азов европейской науки. Однако сочетание своеобразия с яркостью талантов, которых просторная Россия поставляла в Петербург в изобилии, уже ко второй половине прошлого века заставило зарубежных ученых внимательно следить за делами этой школы. Ее работы нередко оказывались на переднем крае науки, а озарения ее светил часто определяли развитие математики вплоть до нашего времени.

Дальнейшие события еще раз подтвердили, что для гения нет мелких тем. Разработанные Н.Н. Боголюбовым новые методы асимптотического интегрирования нелинейных уравнений, описывающих колебательные процессы, привели к созданию нового математического аппарата, позволяющего изучать общие закономерности систем, в которых сохраняется энергия. основополагающие идеи и фундаментальные результаты Боголюбова в нелинейной механике составляют основу многих современных исследований по общей механике, механике сплошной среды, небесной механике, механике твердого тела и гироскопическим системам. Без этих работ ныне немислимы такие отрасли знания, как теория устойчивости движения, общая теория управления, регулирования и стабилизации космического полета, математическая экология и множество других, не менее важных направлений естествознания и техники.

Международное признание этого направления произошло несколько неожиданно. В разгар Второй мировой войны, в 1943 году, в Соединенных Штатах вышла книга, название которой в переводе на русский звучит примерно так: "Введение в

нелинейную механику Н. Крылова и Н. Боголюбова. Свободный перевод... выдержек из двух русских монографий". Очевидно, что это издание означало не только публичное признание заслуг союзников по антигитлеровской коалиции. Соединенные Штаты, собрав потенциал почти всего мира, готовились к превращению науки в непосредственную силу, которую можно было бы применить при решении как социальных, так и политических вопросов. Для этого нужно было так или иначе собрать все ее достижения. Важность результатов нелинейной механики подтверждалась способом ее популяризации. Не случайно, что, спустя всего три года, в 1947 году, в Америке вышел уже систематический перевод "Нелинейной механики". В дальнейшем Америка всегда пристально следила за публикациями Боголюбова, и ряд его статей, опубликованных на украинском языке, был переведен на английский раньше, чем появился русский перевод.

Николаю Николаевичу этот год памятен и другим: с некоторым опозданием была опубликована его работа "К теории сверхтекучести", доложенная в 1946 году на сессии Академии наук СССР. Чтобы лучше оценить значение этой работы, полезно знать, что уже год спустя, в 1948 году, один из создателей квантовой механики — Шредингер — опубликовал работу под заглавием "2350 лет квантовой механики". В этой блестящей, как и все, что выходило из-под пера Шредингера, статье говорилось, что созданная в начале нашего века квантовая механика является логическим завершением идей древнегреческих атомистов о свойствах пространства, движения и сил, управляющих этим движением. Статья утверждала как незыблемость квантовой теории (в те годы даже многие серьезные ученые часто воспринимали сюрпризы эксперимента как свидетельство крушения квантовой механики), ее связь с физикой, так и идейную завершенность. Все это, несомненно, правильно, но даже столь проницательный физик, как Шредингер, не заметил (может быть, из-за недостатка информации), что уже в 1946 году квантовая механика, блистательно решив загадочную проблему сверхтекучести жидкого гелия, ввела в обиход новые понятия, недоступные прежней физике. В докладе 1946 года Боголюбов показал, что в газе из слабо отталкивающихся частиц, каким является гелий при низких температурах, возникает новое, в некотором смысле более высокоорганизованное, состояние. При этом взаимодействие между частицами, которое обычно приводит к деградации энергии и потере порядка, в новых условиях укрепляет устойчивость высокоорганизованного состояния. Общность высказанных в докладе идей далеко превосходила потребности частной задачи о сверхтекучести гелия, и они давно уже вошли в число классических понятий квантовой физики неидеальных макросистем. Именно в этой работе, в частности, впервые возникло понятие физического "вакуума".

В сентябре 1957 года, используя идею "куперовских пар", Боголюбов применил математический аппарат, развитый при описании сверхтекучести для объяснения другого, до той поры загадочного явления физики низких температур — сверхпроводимости. Стало ясно, что сверхпроводимость — это еще одно проявление возникновения высокоорганизованного состояния системы. Развитие понятий о единой природе сверхтекучести и сверхпроводимости привело Боголюбова к открытию

в 1958 году эффекта сверхтекучести ядерной материи. В настоящее время понятие о сверхтекучести ядерной материи является одним из краеугольных камней современной теории ядра. Наконец, идея о конкуренции двух устойчивых состояний с разной степенью организации стала отправной точкой новейших теорий элементарных частиц и неуклонно проникает практически во все научные схемы, призванные объяснить сосуществование систем с неопределенной симметрией. Именно это и привело к возникновению фундаментального понятия "спонтанное нарушение симметрии".

Мы рассказали о двух вершинах творчества Боголюбова. Естественно спросить, как можно одному человеку создать столь глубокие теории, относящиеся практически к разным наукам. Ответ чрезвычайно прост: между этими вершинами есть и другие, превращающие достижения Боголюбова в Гималаи человеческого познания. При создании нелинейной механики Николай Николаевич разработал не только методы интегрирования нелинейных уравнений, но и приемы качественного исследования решений, позволяющие, говоря приблизительно, судить об общих свойствах траекторий системы. Приемы качественного исследования во многом сходны с методами вероятностей. Неудивительно, что работы Боголюбова, во-первых, во многом определили развитие так называемой теории случайных процессов, а во-вторых, позволили ему принципиально по-новому подойти к проблемам механики систем, состоящих из большого числа частиц. В одной из ранних работ этого цикла (1939 год) было изучено поведение механической системы, подверженной воздействию термостата, т.е. системы из столь большого числа произвольно движущихся частиц, что общие закономерности поведения такой системы можно выразить только с помощью понятия температуры. Эта задача стала отправной точкой развития современной статистической физики: на ее примере можно было непосредственно убедиться в том, что эффективный способ описания свойств системы существенным образом определяется выбором шкалы времени. В зависимости от этого выбора поведение системы можно толковать, начиная от полностью детерминированного до полностью случайного. Таким образом, в физику впервые было введено понятие об иерархии времен. Оно стало ключевым в современной статистической физике необратимых процессов и поставило имя Боголюбова вровень с именами основоположников статистической физики — Больцмана и Гиббса.

В 1946 году вышла в свет его ныне знаменитая книга "Проблемы динамической теории в статистической физике", и с этого года ведут отсчет все теории неравновесных процессов, основанные как на кинетических, так и на гидродинамических представлениях, в классической или квантовой физике — практически все нужные уравнения были выведены Боголюбовым. Слабым местом кинетических уравнений прежних теорий была необходимость обращения к так называемой гипотезе молекулярного хаоса. Сформулировать понятие хаоса, т.е. полной независимости свойств отдельных частиц, сохраняющейся во время всего существования системы, на языке старых теорий было практически невозможно. Боголюбов заменил понятие хаоса принципом ослабления корреляций и сформулировал это понятие математически точно.

С начала пятидесятых годов внимание Боголюбова привлекла квантовая теория поля — основа современной теории элементарных частиц. К этому времени квантовая теория имела лишь один эффективный математический аппарат — теорию возмущений, причем его практическое применение сопровождалось так называемой “вычислительной процедурой”, которую один из творцов квантовой теории — Дирак — находил “отвратительной”. Исследования Боголюбова в новой для него области науки как всегда начались с анализа основных понятий. Прежде всего, он показал, что взгляд на вычислительную процедуру как на нечто чуждое теории связан с прямолинейным перенесением в область элементарных частиц привычных понятий макроскопической физики. Для того, чтобы все элементарные частицы можно было считать похожими на фотон — квант электромагнитного поля (а экспериментальные данные показывали, что дело обстоит именно так), нужно было создать новый математический аппарат. Так под пером Боголюбова возникла “аксиоматическая теория возмущений”, опирающаяся, в первую очередь, на мало оцененное в то время понятие “матрицы рассеяния”, введенное создателем квантовой механики Гайзенбергом, и на знаменитое ныне “условие микропричинности Боголюбова”. Эти понятия, как и далеко продвинутая вперед вычислительная схема Боголюбова, лежат в настоящее время в основе каждой динамической теории элементарных частиц.

В 1956 году, впервые посетив Америку, Боголюбов выступил с докладом на конференции в Сиэтле. Крупнейший американский физик, Нобелевский лауреат, Янг рассказывал, что после этой конференции по Америке прошла серия семинаров, на которых изучалась работа Боголюбова. Это не должно вызывать удивление, потому что доклад в Сиэтле знаменовал начало нового этапа в теории элементарных частиц. Формально в этом докладе было доказано существование так называемых дисперсионных соотношений для рассеяния пионов на нуклонах. На дисперсионные соотношения возлагались надежды как на основу математического аппарата, описывающего ту часть взаимодействий элементарных частиц, где теория возмущений неприменима. Доказательством дисперсионных соотношений к этому времени занимались уже несколько лет, но безуспешно. Почему безуспешно, стало ясно после доклада: для доказательства нужных теорем Боголюбов создал не более и не менее как новое направление в математике. До сих пор такие “безделки” позволяли себе лишь несколько математиков, таких как Гаусс, Риман, Пуанкаре, Гильберт.

Трудно переоценить значение работ этого цикла. Дело не только в том, что был построен последовательный математический аппарат, не связанный с предположением о слабости взаимодействия элементарных частиц. Круг идей, введенных в физику при доказательстве дисперсионных соотношений, стал основой нового языка теории сильных взаимодействий. На этом языке удалось сформулировать новые понятия, что стало отправной точкой многочисленных теоретических и чисто эвристических работ о связях внешне далеких процессов в мире элементарных частиц. Читатель может сам оценить роль работ, устанавливающих связи между фундаментальными величинами теории, если вспомнит, как далеко продвинула физику установленная Ньютоном связь между силой и ускорением.

К середине шестидесятых годов интенсивные эксперименты в области физики высоких энергий привели к тому, что число частиц, традиционно принятых считать элементами, составило несколько десятков. Возникла необходимость в пересмотре понятий "элементарная" и "составная" частица. Эта задача и сейчас еще далека от разрешения, но кажется, что проще всего она формулируется на основе общих соображений о свойствах симметрии. Для таких рассуждений в математике давно уже существует так называемая "теория групп". Теория групп с этого времени захлестнула физику высоких энергий. Семинары, на которых обсуждались свойства элементарных частиц, стали напоминать чисто математические собрания. И в это время Боголюбов преподавал урок чисто физического подхода к проблеме. Во главу угла была поставлена задача вывода и анализа динамических уравнений, описывающих свойства составных частиц. Эти исследования показали, что для описания свойств частиц, которые претендуют на роль элементарных, следует приписать им, по крайней мере, еще одно фундаментальное свойство, т.е., по физической терминологии, приписать элементарным частицам еще одно квантовое число. Сейчас эти взгляды стали общепринятыми, и новое квантовое число, которое называют "цветом" частицы, играет существенную роль во всех современных моделях взаимодействий элементарных частиц.

С тех пор, как тринадцатилетний мальчик доложил в Киеве свою первую научную работу, родилось и умерло много физических теорий. Исследования математиков показали, что нет единой математики — существует сколько угодно математик. Нетрудно указать одну из немногих неоспоримых особенностей развития точных наук последних шестидесяти лет: оно неразрывно связано с творчеством Боголюбова. Главная черта научного стиля Боголюбова состоит в умении оценить ключевой характер проблемы и одновременно ее принципиальную разрешимость и затем, не останавливаясь перед трудностями, создать, если нужно, необходимый математический аппарат. При этом органическое слияние математики и физики заставляет каждого изучающего работы Боголюбова вспомнить о тех временах, когда всех представителей точных наук звали просто натурфилософами. Эта черта позволила Боголюбову внести решающий вклад в создание новой современной математической физики. При всех изменениях стилей и взглядов на задачи естествознания Боголюбов, верный старому принципу науки: "мы должны знать — мы будем знать", идет в первых рядах исследователей. Все это давно уже вывело Боголюбова в число крупнейших ученых мира, придавших свой индивидуальный отпечаток всему направлению развития теоретической физики во второй половине нашего века.

В заключение хочется сказать о нравственном значении творчества Боголюбова. Начало его научной деятельности практически совпадает с созданием нашего государства. Нет необходимости говорить о том, как бурно развилась за это время наука. Можно сказать одно: если создание материально-технической базы нации было беспримерным подвигом советского народа, то заслуги в развитии лучших традиций русской науки, самое главное — сбережение чести науки — принадлежат, к нашему стыду, сравнительно небольшой группе ученых. Они, как правило,

не были ни "мужами совета", ни витиями на шумных собраниях. Сам факт творчества этих ученых служил науке охранной грамотой. Достаточно назвать имена Павлова и Вернадского. Боголюбов, несомненно, из этой когорты. Конечно, в одном ряду они стоят прежде всего в силу своей беспримерной одаренности, но каждый одновременно служит образцом высочайших моральных качеств. Нет никаких сомнений, что если научная среда потеряет переданный ей нравственный капитал, такую потерю не восполнит никакое самое мудрое планирование исследований.

Рукопись поступила 19 июля 1999 г.

А.А. Логунов, О.А. Хрусталев
К 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Боголюбова.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы \LaTeX .
Редактор Л.Ф. Васильева. Технический редактор Н.В. Орлова.

Подписано к печати 20.07.99. Формат $60 \times 84/8$. Офсетная печать.
Печ.л. 0,87. Уч.-изд.л. 0,67. Тираж 130. Заказ 131. Индекс 3649.
ЛР №020498 17.04.97.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142284, Протвино Московской обл.

