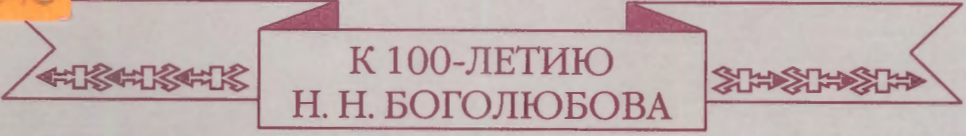


СЗГ  
Ш-643



*Д. В. Ширков*

ВСПОМИНАЯ  
О НИКОЛАЕ НИКОЛАЕВИЧЕ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЗГ  
Ш-643

*Д. В. Ширков*

ВСПОМИНАЯ  
О НИКОЛАЕ НИКОЛАЕВИЧЕ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
Дубна  
БИБЛИОТЕКА  
2009



1950 г.

## Оглавление

<b>1. Личные впечатления</b>	<b>5</b>
1.1. Конец сороковых .....	5
1.2. На «объекте» .....	10
1.3. Боголюбов и Лаврентьев .....	13
<b>2. Совместная работа</b>	<b>16</b>
2.1. Квантовая теория поля .....	16
2.2. Рождение боголюбовской ренормгруппы .....	18
<b>3. Боголюбов и Ландау</b>	<b>20</b>
3.1. Три эпизода. ....	21
3.2. Дополняя друг друга .....	23
3.2.1. Сверхтекучесть .....	25
3.2.2. Сверхпроводимость .....	26
<b>4. Ученый и учитель</b>	<b>27</b>
4.1. Особенности творчества Боголюбова .....	27
4.2. Учитель .....	28
<b>Список литературы</b>	<b>30</b>

**Ширков Д. В.**

Ш64      Вспоминая о Николае Николаевиче. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 31 с., фото. —  
(К 100-летию Н. Н. Боголюбова).

ISBN 978-5-9530-0219-6

ISBN 978-5-9530-0219-6

© Объединенный институт ядерных  
исследований, 2009

## 1. Личные впечатления

**1.1. Конец сороковых.** Первое впечатление относится к весне 1947-го, когда Н. Н. читал спецкурс по динамическим уравнениям статфизики. Напомню, что Боголюбов стал профессором МГУ в 1943 г., после возвращения из Уфы, куда во время войны была эвакуирована Академия Украины. В описываемый период он делил свое время между Институтом математики в Киеве и московским физфаком. В конце 1947-го Н. Н. был удостоен Сталинской премии за две работы по теоретической физике, в том числе за монографию «Динамические уравнения статистической физики».

Небольшого роста, в элегантном сером костюме и галстук-бабочке, «в меру упитанный мужчина в самом расцвете лет», подвижной и жизнерадостный, с энтузиазмом рассказывал материал, в общем следуя своей упомянутой книге, незадолго до этого вышедшей из печати. Было видно, что и предмет изложения, и сам процесс общения со студентами доставляют ему удовольствие. Это было несколько необычно, не в принятой тогда на физфаке суховатой манере, что само по себе производило впечатление и вызывало симпатию.

Сюжет не показался мне поначалу очень интересным (незадолго до этого был опубликован на русском языке отчет Смита об испытании атомной бомбы, и воображение было занято более «сокровенными» тайнами мироздания), однако личный шарм молодого (ему еще не было сорока) и уже известного профессора, члена-корреспондента Академии наук, ясный и четкий стиль сделали свое дело, и я прослушал курс до конца.

В конце следующего года мой однокашник Валентин Николаевич Климов (с которым мы проработали бок о бок у Н. Н. около пяти лет, впоследствии трагически погибший на Кавказе в снежной лавине) сообщил, что у Н. Н. появился небольшой теоретдел в Институте химической физики АН СССР и нужны дипломники.

К этому времени, по совету моего старшего приятеля Юры Широкова, я уже с полгода числился в таковых у Дмитрия Ивановича Блохинцева, однако успел разочароваться в своем статусе. В те времена Д. И. возглавлял секретный тогда проект по строительству атомной электростанции в Обнинске и в Москву наезжал спорадически. Увидеться с ним можно было, лишь потратив время на телефонные переговоры и проявив настойчивость. Ни-

какой проблемы, кроме простой «испытательной» задачи, за это время я не получил. Так что мое согласие стать дипломником Н. Н. возникло без особых раздумий. Оказалось, что в Химфизике, наряду с имевшимся издавна теоретическим отделом во главе с проф. Александром Соломоновичем Компанейцем, образован еще один по профилю Атомного проекта. После моего появления он состоял из Н. Н., Бориса Валентиновича Медведева и двух дипломников-лаборантов — Вали Климова и меня.

Тут в памяти всплывает сценка в кабинете директора института академика Семенова, впоследствии лауреата Нобелевской премии. Н. Н. отправился к директору вместе с Климовым и мною для того, чтобы оформить наш статус в ИХФ. Предполагалось положить нам по полставки лаборанта по совместительству. Однако вызванный кадровик доложил, что оформление совместительства займет порядочно времени: необходимо обращение в Президиум АН, оттуда в ВАК, которому подчинялся тогда Московский университет, затем уже согласование с ректоратом и факультетом МГУ и т. д. и, наконец, в случае положительного решения — обратный ход бумаг тем же долгим путем. Тогда, после всеобщего минутного замешательства, со стороны Н. Н. последовал вопрос: «Ну, а если взять их на полную ставку?» Оказалось, что такой вариант не представляет формальных затруднений для отдела кадров и возражений со стороны Семенова. И двух шурят приказом директора тут же бросили в реку.

Теоретический отдел помещался в одной комнате средних размеров. Посреди нее, друг напротив друга, стояли два письменных стола. На двух диванах усаживались посетители, а иногда случалось вздремнуть и хозяевам. Непременным атрибутом было оборудование для приготовления и питья чая. В комнате имелись также шахматы и шахматные часы. Для того чтобы сторонние наблюдатели всегда могли застать нас за напряженным трудом, вход в комнату организационными усилиями Б. В. был снабжен двумя дверями с небольшим тамбуром между ними. Обе двери «из соображений секретности» постоянно были заперты, и, пока один из нас открывал на стук, второй убирал шахматы и посуду со стола.

Режимные условия работы подразумевали также, что научное творчество должно кончаться не позже 17.45, так как все расчеты, включая черновые, следовало вести только в прошнурованных и просургученных общих тетрадах, которые в конце рабочего дня сдавались в спецотдел. Тем не менее наиболее плодотворным оказывалось вечернее время, когда нас не тревожили ученые соседи, равно как и инспекционные набегі пожарников, режимщиков и т. п. Зачастую мы сидели до последних троллейбусов. Н. Н. совершенно спокойно относился к нашим шахматам (хотя сам не играл) и вольному режиму. Он ценил деловые качества и полученные результаты.

Передо мной шеф поставил задачу упрощения кинетического уравнения переноса, т. е. диффузии и замедления нейтронов. Это, довольно звероподобное, интегродифференциальное уравнение для функции распределения

даже в сферически-симметричной геометрии содержит три независимые переменные. В общем случае оно поддавалось лишь громоздкому численному счету. Известные приближения (односкоростное, диффузионное, возрастное) были слишком грубы для имевшихся в виду реальных задач.

С моей теперешней точки зрения, замечательным является тот факт, что Н. Н. лишь сформулировал задачу студенту и даже не наметил пути решения. Задача была интересна технически и очень важна по существу — любое серьезное продвижение позволяло надеяться на существенную экономию в численных расчетах, что приводило к выигрышу во времени.

В те времена, когда еще не было ЭВМ, численные решения сложных уравнений проводились на настольных электромеханических счетных машинах, этаких громоздких усовершенствованных арифмометрах — «Мерседесах» и «Рейнметаллах», получаемых по репарациям из побежденной Германии. На них обычно работали девушки-расчетчицы, сведенные в вычислительные бюро, возглавлявшиеся профессиональными математиками. Эти последние подготавливали разностные схемы, пригодные для распараллеливания, анализировали их устойчивость, степень точности и т. п. Подобные вычислительные бюро имелись далеко не в каждом институте — расчеты сколько-нибудь сложных задач были дороги и занимали много времени. А фактор времени сурово довлел над нашей деятельностью. Ведь первая советская атомная бомба была испытана лишь в августе следующего, 1949 г.

В течение нескольких месяцев удалось серьезно продвинуться в решении поставленной задачи. За основу нового приближения я взял упрощение ядра интегрального оператора, так называемые индикатрисы рассеяния. Помню, что главная идея пришла мне в голову во время комсомольской конференции МГУ. Специально сев на галерке, подальше от других физфаковских делегатов, под монотонный рокот отчетного доклада, я погружился в размышления...

Опуская детали, скажу, что в середине 1950-х гг., когда с чисто теоретической части моих исследований был снят гриф секретности, в журнале «Атомная энергия» появились две статьи, посвященные методу так называемого синтетического ядра в теории диффузии и замедления нейтронов. Первая отвечала дипломной работе, выполненной в Химфизике в 1949 г., вторая, включавшая в себя обобщение на более сложный случай — перенос нейтронов в средах, содержащих ядра водорода, — кандидатской диссертации, защищенной в мае 1953 г. в спецсовете Лаб-2 (теперешний «Курчатник») под председательством самого Игоря Васильевича.

Спустя примерно 10 лет обе статьи были полностью изложены в американской монографии Дэвисона. Прием приближенного преобразования индикатрисы рассеяния составил главу «Метод Ширкова». Этот факт был сообщен мне на теннисном корте в Дубне Бруно Понтекорво, который, буду-

чи учеником Ферми, следил за вновь поступающей в библиотеку ОИЯИ литературой по профилю интересов своего великого учителя. Стало ясно, что ничего равноценного американским коллегам придумать не удалось. Доступность мощных вычислительных средств потворствует философии «компьютер есть, ума не надо». Эта коллизия русской смекалки с избалованными американскими теоретиками повторилась в середине 1970-х с участием моих учеников на материале вычисления трехпетлевых диаграмм Фейнмана в глюодинамике.

Наряду с этой, так сказать, основной деятельностью, я стал посещать семинар Н. Н. в Стекловке. МИАН помещался тогда в слегка выступающем на Ленинский проспект обильно застекленном здании как раз напротив теперь уже старого Президиума АН. Заседания семинара происходили раз в неделю и в отсутствие Н. Н. велись Сергеем Владимировичем Тябликовым. Тематика покрывала в основном статистическую физику, а также квантовую теорию поля. На семинаре изучался, например, известный цикл статей Швингера.

Чрезвычайно полезной традицией семинара был обзор литературы. В конце каждого заседания руководитель семинара, перелистывая свежий номер журнала — ЖЭТФ или «Physical Review», отмечал любопытные статьи и раздавал их молодым коллегам. В свою очередь, основной доклад очередного заседания семинара предварялся одним-двумя пятиминутными рефератами по розданным ранее сюжетам.

Эта система давала два результата: во-первых, все участники регулярно получали краткую информацию по новостям; во-вторых, аудитория не делилась на активную и пассивную части. Начал ходить на семинар — изволь работать и своим рефератом показать, что ты знаешь и насколько критически можешь подойти к чужому результату. Мой первый реферат касался публикации в «Physical Review» «сенсационного» утверждения о наличии классически устойчивых орбит электронов вокруг положительно заряженного ядра. Ошибка состояла в пренебрежении квадрупольным и высшими излучениями. Мне удалось раскусить орешек без труда, поскольку к этому времени за плечами уже была сдача экзамена по теории поля самому Льву Давидовичу. Эпизод с рефератом сразу укрепил мой статус среди участников семинара.

Надо сказать, что в то время, в конце 1940-х гг., Н. Н. как раз делал поворот от статистики к теории частиц. (Такие повороты в тематике исследований были характерны для Боголюбова, когда он, решив сложную задачу до конца, охладевал к ее теме навсегда.) Его первые публикации по ковариантной формулировке уравнения Шредингера появились в 1951 г.

Семинар заседал в конце рабочего дня, после чего Н. Н. вместе с участниками выходил на улицу, и вся компания, пройдя с полкилометра в сторону центра, заворачивала в торговое заведение в торце жилого академиче-



ского дома номер 13, украшенное вывеской «Арарат» (где позднее одно время располагалась булочная). Там не только открывали бутылочку армянского коньяка, но, помимо рюмок, подавали и нарезанный лимон. После этого аккорда семинар действительно заканчивался.

В то время, в 1948–1949 гг., Н. Н. семейно жил в Киеве, а в Москву регулярно наезжал, останавливаясь в гостиницах «Москва» или «Якорь» на улице Горького. Его приезды и отъезды были небольшими праздниками, отмечаемыми в ресторанах, куда Н. Н. приглашал всех своих сотрудников, включая студентов. Впервые в жизни я попал в ресторан именно по такому поводу. Вообще Н. Н., и особенно в те, молодые для него годы, был очень жизнелюбивым и активно дружелюбным человеком. Он любил радоваться жизни и разделять эту радость с другими.

Два сильных впечатления от личности Н. Н. в то время (глазами студента) — преданность делу и высокая культура. Казалось, что научные занятия составляют главный смысл и основной источник радости его существования. Он не играл в шахматы или карты, не занимался спортом. Хорошо провести время для него означало хорошо поработать головой. Воспоминание по этому поводу из 1960-х — на мой вопрос Н. Н., только что вернувшемуся из санатория на Кавказе: «Как отдохнули, Николай Николаевич?» — последовал ответ: «Отлично. Сделал две работы».

Общение с Н. Н., рождавшее симпатию и невольное желание подражать, приводило к изменению шкалы жизненных ценностей — умственная деятельность становилась не просто на первое место, она приобретала исключительный приоритет. Огромная эрудиция Н. Н. в вопросах истории, лингвистики и литературы поражала меня, начитанного мальчика из профессорской семьи. Эти впечатления возникали постоянно, вкрапливались в серьезные научные обсуждения, усиливались сатирическими аккордами. Его мудрое, спокойное и несколько ироническое отношение к жизни основывалось, так сказать, на незыблемых инвариантах, сформированных в молодости. Хотя Н. Н. никогда не говорил о религии, его моральные правила, подспудно передававшиеся ученикам, находились в согласии с христианскими заповедями. В то время как основным источником юмора у интеллигентной московской публики были романы Ильфа и Петрова, Н. Н. наизусть цитировал Шедрина, римских авторов, все еще малоизвестного у нас Жюль Ромена и т. п. Вечные мотивы и образы, созданные классиками, в его устах влетали как в довольно простые психологические ситуации, так и в неожиданные повороты мировой политики. Исходя из опыта общения с большим числом крупных ученых, накопленного за более чем полвека моей академической жизни, теперь могу добавить, что со временем это впечатление интеллектуальной и нравственной исключительности Н. Н. только усилилось.

Описываемый период окончился весной 1950 г., когда наша группа была переведена из Москвы туда, куда, по образному выражению, «телят гоняет Харитон»\*.

**1.2. На «объекте».** В один прекрасный мартовский день я был вызван в спецотдел, где услышал, что меня переводят из Химфизики и направляют в распоряжение отдела кадров Лаборатории-2 АН СССР. Под таким лапидарным названием в те времена фигурировал теперешний «Курчатник». В данном случае Лаб-2, однако, был лишь прикрытием для ПГУ — Первого главного управления при СМ СССР, ведавшего атомными делами и впоследствии превратившегося в Средмаш. ПГУ располагалось в огромном здании в северо-западной части Москвы. В отделе кадров этого учреждения меня ошарашили сообщением, что в недельный срок я должен уехать к новому месту работы. Его местоположение и даже расстояние от Москвы мне сообщено не было.

Отъезд на «объект» (так в общем разговорном обиходе именовался наш городок в те времена) происходил следующим образом. Отдел кадров Большого Дома направлял впервые отъезжающего на одну из центральных площадей, где ему следовало «войти под неосвещенную арку дома номер NN, свернуть в обшарпанную дверь без вывески, пройти определенное количество метров по узкому коридору в полной темноте, нащупать и открыть дверь налево». Выполнив указанные действия, ты оказывался в освещенном помещении перед человеком, сидящим за столом, который сразу обращался к вошедшему по имени-отчеству, как к знакомому ему человеку.

Он вручил мне проездной документ и предписал на следующий день «явиться в аэропорт Внуково с вещами, где в такое-то время сидеть на такой-то скамейке в зале ожидания». На все мои вопросы о каких-либо подробностях или разъяснениях ответ был: «Этого я Вам сказать не могу, но ни о чем не беспокойтесь». Назавтра в назначенное время во Внуково ко мне подошел незнакомец, назвал меня по имени и сообщил, что посадка начнется через несколько минут и мне следует ориентироваться на него. Спустя четверть часа без какого-либо объявления рейса группа людей вслед за провожатым, минуя контроль, пересекла летное поле и погрузилась в двухмоторный, кажется 12-местный, «Дуглас» транспортного исполнения с алюминиевыми скамейками вдоль бортов, который не мешкая пошел на взлетную полосу. Благодаря ясной погоде к моменту посадки я смог примерно определить координаты места назначения. На выходе из самолета — контроль в форме МВД и ... встречающий меня Валя Климов.

---

\* Полный текст куплета А. С. Компанейца:

«Я буду прытким, как блоха, и скользким, как тритон,  
Чтоб не попасть туда, куда телят гоняет Харитон».

Термин «Звонковое» принадлежит Н. Н., который взял его из популярной довоенной оперетты. Расхожее выражение из нее: «Приезжайте к нам в Звонковое» звучало особенно уместно в применении к нашему сверхзакрытому городу, расположенному в огромном лесном массиве и опоясанному рядами колючей проволоки. Группа Н. Н. в «Звонковом» первоначально состояла из В. Климова и меня. Довольно скоро к ней примкнул Дмитрий Николаевич Зубарев, а в 1951-м Юрий Александрович Церковников (Юецк) и Василий Сергеевич Владимиров.

Наша группа в рабочем отношении тесно примыкала к группе Игоря Евгеньевича Тамма. Обе команды были одновременно переведены из Москвы на «объект» одним и тем же закрытым Постановлением СМ весной 1950 г. для интенсификации работ по созданию водородной бомбы.

И в бытовом отношении наши команды составляли одно целое. С осени 1950-го нескольким бессемейным (включая тех, у кого семьи оставались в Москве) теоретикам отвели двухэтажный двухквартирный коттедж стандартной застройки атомного ведомства конца 1940-х гг. Подобные коттеджи еще сохранились не только в Сарове, но и в Дубне на Черной речке. Наверху в двухкомнатных апартаментах каждой из половин размещались члены-корреспонденты АН СССР Игорь Евгеньич (И. Е.) и Н. Н. По комнате внизу занимали поначалу одинокий Андрей Дмитриевич Сахаров, которого по приезде жены Клавы с дочерьми сменил Юецк, и молодой теоретик из ФИАНа Юра Романов — под И. Е., а в другой половине Валя Климов и я — под Н. Н.

Обитатели теоретоттеджа вместе с несколькими молодыми теоретиками из групп И. Е. и Н. Н., обитавшими в стоящей рядом гостинице, образовали неформальное бытовое объединение — «Организацию объединенных теоретиков». У членов ООТ был общий пансион: приходящие кухарки — пожилая и веселая «баба Соня» и, помоложе, Валя — готовили и подавали завтрак и обед. Молодежь заготавливала провизию. Для оптовых закупок использовалась служебная легковушка «Победа», которая была прикреплена к теоротделу и обычно отвозила нас на работу утром к девяти за пару километров и днем домой на обед.

Временами для оптового «фуражирства» мы отправлялись по выходным (в те времена шестидневка заменяла неделю, а каждое число, кратное 6, было нерабочим) в большое село Дивеево (в храм которого в постсоветское время были перенесены мощи Серафима Саровского), лежащее вне Зоны. Выезд из Зоны требовал разрешения и оформления пропусков для КПП (контрольно-пропускного пункта). Зона представляла собой территорию порядка нескольких сотен квадратных километров, огороженную по полной лагерной форме изгородями из колючей проволоки, контрольной полосой, сторожевыми вышками, прожекторами и т. п.

Воскресные базары были обильными, приезжавшие из Зоны покупатели не скупилась, и в народе ходила молва о том, что «там, за колючей загородкой» в экспериментальном порядке строят коммунизм.

Начальство, т. е. И. Е. и Н. Н., обычно появлялось на работе часам к одиннадцати. Н. Н., который проводил на «объекте» около половины времени, регулярно делал обзорные доклады по новостям «открытой» науки, главным образом по квантовой теории поля. Примечательно, что сразу после обеда — тогда 40-летний! — Н. Н. обязательно отдыхал, «промывал мозги», по его выражению. Примерно после четырех пополудни сверху раздавались звуки музыки из радиоприемника. Это означало, что шеф встал, напился чаю и сел заниматься. В это время его уже было можно потревожить.

Вообще реальный рабочий день теоретиков регламентировался спецотделом. Работать по основной тематике, в том числе вести черновые записи и выкладки, можно было лишь в специальных прошитых, пронумерованных постранично и скрепленных сургучными печатями именных тетрадях формата чуть побольше А4. У каждого из нас был особый спецпортфельчик, в который эти тетради помещались, а также личная спецпечатка с номером. Портфельчик либо находился на руках у владельца, либо в опечатанном им виде хранился в спецотделе. Получить или сдать портфельчик можно было лишь в рабочие часы. В отличие от Химфизики, находиться в служебном помещении в нерабочее время запрещалось. Только иногда — перед очередным испытанием на далеком полигоне — для каких-то подразделений приказом объявлялся аврал. Поэтому после шести вечера и в выходные можно было обдумывать и обсуждать служебные сюжеты лишь во время прогулок в лесу, предварительно убедившись, что кроме птиц тебя никто не слышит. В таких условиях вполне естественно было заниматься по вечерам открытой наукой, особенно находясь в поле влияния таких фигур, как Тамм и Боголюбов. Серьезно изучать квантовую теорию поля я начал как раз в те годы в свободное от основной работы время.

Пара иллюстраций к психологическому портрету Н. Н. Запомнился день начала корейской войны (25 июня 1950 г.). В утренних новостях сообщили, что войска Южной Кореи, сателлита США, внезапно пересекли 37-ю параллель, по которой тогда проходила граница, вероломно вторглись в мирную демократическую Северную Корею, взломали приграничную оборону и продвинулись на несколько десятков километров. Однако доблестная северокорейская армия сумела перегруппироваться, в тот же день опрокинула агрессора и перенесла боевые действия на вражескую территорию.

В этот день Н. Н. прилетел из Москвы. Встречали его мы с Валей. И вот всю эту официальную пропагандистскую белиберду, сидя с Н. Н. в автомобиле, я ему возбужденно выкладываю. Н. Н. как бы не слышит и в ответ начинает рассказывать московские новости. Приезжаем домой, помогаем с вещами. Н. Н. ставит чай и включает радио. А там — очередная сводка побед северокорейской армии. И лицо шефа вдруг искажается, как от

боли... Становится ясно, что по дороге в машине он воспринял мои слова как попытку розыгрыша и, возможно, в душе подивился нашей умственной неуклюжести. А тут оказалось, что это вовсе не белиберда, а реальность, ответственность за которую лежит гораздо выше, на персонах, которые определяют образ всей нашей жизни.

Н. Н. не любил лишних слов. К нему в полной мере применим парафраз высказывания, вложенного Таммом в уста Дирака\*: «Сначала подумай — потом говори». Приведенный эпизод тому свидетельство. Другим человеком такого же типа был научный руководитель «объекта» и Главный конструктор ядерного оружия Юлий Боритович Харитон. Когда у Н. Н. возникала надобность в помощи или совете Ю. Б., он отправлялся к тому на прием и излагал суть вопроса. Как правило, Ю. Б. сразу ничего не отвечал и после легкой паузы переводил разговор на другой сюжет. Через несколько дней, при очередной встрече, он мог вернуться к вопросу и предложить решение. А мог и не вернуться. Как японец, который избегает слова «нет». Для процедуры закладки информации в голову Харитона и постепенной кристаллизации решения Н. Н. использовал глагол «захаритонизовать».

Наконец, еще один эпизод, уже из 1970-х\*\*. Кабинет директора ОИЯИ. Секретарша докладывает Н. Н., что к нему внезапно пришел и просит приема академик Х, директор одной из лабораторий Института. Академик входит и весьма экспансивно объясняет, что крупное открытие, сделанное недавно у него в лаборатории, не встречает признания западных коллег. Он предлагает обсудить ситуацию на ближайшем заседании международного Ученого совета ОИЯИ и просить Совет принять решение о реальности открытия. Н. Н. невозмутимо выслушивает эмоционального собеседника и ... предлагает выпить чаю. За чаем он рассказывает о некоторых научных новостях. Чай выпит, Х возвращается к своему делу. Тогда Н. Н. говорит: «Я тут попытался представить, что директор Математического института академик Виноградов обращается к членам Ученого совета Стекловки Колмогорову, Понтрягину, Александрову ... с предложением «считать такую-то теорему доказанной...». Не дослушав до конца, Х высказывает из кабинета.

**1.3. Боголюбов и Лаврентьев.** Величайшим даром небес считаю свое весьма близкое, почти семейное знакомство с двумя замечательными людьми — Боголюбовым и Лаврентьевым.

Николай Николаевич и Михаил Алексеевич внешне представляли довольно контрастную пару. Полноватый, среднего роста Н. Н. и худощавый, высоченный М. А. Красивое лицо Н. Н., обрамленное слегка волнистой ше-

---

\* Полная реплика Дирака Нильсу Бору, которой И. Е. был свидетелем: «А меня мама в детстве учила: сначала подумай — потом пиши».

\*\* Привожу его со слов свидетеля сцены, ученика Боголюбова.

веллорой даже на склоне лет, и сильно вытянутое у М. А. со скудной растительностью. «Внешне нескладный, порой даже угловатый» (по выражению Бориса Евгеньевича Патона) Лаврентьев и щеголевато-элегантный, с артистической внешностью, часто при галстук-бабочке, Боголюбов. Внешность их сближали обширные лбы и глаз серьезных выраженья.

Они подружились в Киеве в 1930-х гг., когда почти десятилетняя разница в возрасте была еще существенной. Михаил Алексеевич хорошо знал боголюбовского учителя Н. М. Крылова и за глаза обычно называл своего друга ласковым «Коляша». В околонучных разговорах Н. Н. часто приводил примеры и эпизоды с участием Михаила Алексеевича, которого он любил и почитал. В результате у меня заочно сформировался миф о М. А.

И вот настал час нашего знакомства. Дело было в Сарове в мае 1953 г. Я только что вернулся из Москвы, где защитил кандидатскую диссертацию в Ученом совете Лаб-2, заседание коего вел сам Игорь Васильевич Курчатов. Как водится, защиту отмечали небольшим праздничным ужином в нашем теоркоттедже. Уже выпили пару тостов, когда припозднившийся шеф, усаживаясь за стол, сказал: «К нам на «объект» приехал Лаврентьев». На мою реплику: «Вот было бы хорошо его пригласить!» — последовало: «Это нетрудно; вон он отходит от нашего дома». Я тут же выскочил на улицу, догнал Михаила Алексеевича и, представившись, с ходу пригласил. Он, не раздумывая, согласился, и мы вернулись вместе.

Как уже было сказано, к этому времени я проработал в Сарове около трех лет. Тот период был связан с созданием сахаровско-таммовской «слойки», за участие в котором я был удостоен первой награды — Ордена Трудового Красного Знамени.

Невинное знакомство за праздничным столом имело серьезные последствия. По окончании работы над слойкой, осенью 1953 г., Н. Н. (как и Тамм) вернулся в Москву, а меня «уступил» Лаврентьеву, в команде которого я проработал следующие три года над задачей создания ядерной начинки для артиллерийского снаряда.

Научно-техническая задача состояла в том, чтобы физическую сферически-симметричную конструкцию (первые американские бомбы, сброшенные на Хиросиму и Нагасаки, как и первые советские), содержащую около 10 кг урана-235 или плутония и представляющую шар диаметром метр без малого, превратить в некое подобие среднеазиатской дыни с поперечником, позволяющим разместить ее внутри цилиндрического снаряда калибром не более 40 см.

Нарушение сферической симметрии значительно усложняло расчет несинхронного теперь подрыва детонаторов и гидродинамики схождения ударной волны к центру изделия, а также процесса развития цепной ядерной реакции.

Совместная работа с Лаврентьевым, законченная успешным испытанием на семипалатинском полигоне в марте 1956-го и увенчанная Ленинской

премией, привела к тесным связям с М. А. в течение второй половины 1950-х. По возвращении в Москву Михаил Алексеевич («Дед», как звали его близкие к семье Лаврентьевых) занялся новым грандиозным патриотическим делом — организацией Сибирского отделения Академии наук СССР. Уже на «объекте» он начал искать помощников по предстоящему освоению Сибири. В конце 1950-х, работая в Стекловке и в Дубне, я несколько раз ездил в командировки в Новосибирск и на место будущего Академгородка. Формой поддержки сибирского проекта со стороны Николая Николаевича было участие в Комиссии Президиума Академии по организации Сибирского отделения.

В 1958 г. М. А. свел меня с одним из своих основных сподвижников, Сергеем Львовичем Соболевым, который начинал организацию Института математики в Новосибирске и предложил мне возглавить в нем Отдел теоретической физики. Я стал подбирать будущих сотрудников. На первых академических выборах по Сибирскому отделению в 1958 г. меня баллотировали в члены-корреспонденты, но успех пришел лишь на вторых, два года спустя, когда выдвижение моей кандидатуры было сделано совместно академиками Боголюбовым, Лаврентьевым и Соболевым.

Осенью 1960 г. я переехал в новосибирский Академгородок. Одним из первых ярких впечатлений было празднование 60-летия Лаврентьева в неожиданно суровые ноябрьские морозы. Николай Николаевич был среди приехавших гостей.

Лаврентьев умел влиять на людей и привлекать их к участию в своем деле. Николай Николаевич говаривал, что М. А. «мастер игры в шахматы, человеческие шахматы». Для реализации своих замыслов, например при организации Сибирского отделения, Михаил Алексеевич отыскивал единомышленников и помощников среди профессионалов. Профессионалов в различных областях науки, искусстве организации, журналистике, строительстве... Среди них особенно ценил людей, подобных себе в главном — служении делу. И одаривал их дружеским отношением. Однако мог и резко изменить хорошее отношение на противоположное.

М. А. был неплохим актером и режиссером. Эти способности он использовал не только при организации развлечений и праздников, до которых был большой охотник, но и для ... выяснения некоторых душевных черт своих сотрудников.

Как организатор, в поисках необходимой ему в данный момент «шахматной фигуры», Лаврентьев мог прибегнуть к сильному нажиму, аранжированному каким-либо театрализованным жестом.

Наиболее сочный пример связан с моей короткой административной карьерой. Ректор нового университета в Академгородке, известный математик, академик Илья Несторович Векуа пригласил меня на должность проректора, в которой я, по совместительству, прослужил около полугода. Однако атмосфера «большого администрирования» оказалась мне не по нутру.

Мне не удавалось преодолеть отвращения к бюрократической работе; я буквально заболел с утра, дважды в неделю, когда мне нужно было идти в ректорат и исполнять свою должность.

Кульминацией явился разговор с Лаврентьевым в его кабинете в Институте гидродинамики, когда, в гневе на меня, М. А. швырнул прочь кий-указку, с которой любил вышагивать вдоль доски, и разбил ею окно. Лишь много позже, будучи уже свидетелем, а не участником других подобных сцен, я смог спокойно оценить режиссерский талант и актерские дарования великого человека.

В итоге я освободился от высокого поста. Взамен вынужден был согласиться заняться школьной олимпиадой и физматшколой\*. Замечу, что эти две «организационные нагрузки» я выполнял почти десять лет со все возрастающим интересом и с удовольствием вспоминаю теперь об этих делах.

## 2. Совместная работа

**2.1. Квантовая теория поля.** Проблемами КТП Н. Н. вплотную занялся в конце 1940-х гг., несомненно, под влиянием известных работ основателей современной ковариантной теории поля. Эти статьи докладывались на семинаре Н. Н. в Стекловке. Во всяком случае первые квантово-полевые публикации Н. Н. появились в 1950 и 1951 гг., причем три из них были посвящены уравнениям в вариационных производных типа Томонаги–Швингера и основаны на аксиоматическом введении матрицы рассеяния как функционала от боголюбовской функции области взаимодействия  $g(x)$ , обобщающей швингеровскую функцию поверхности  $\sigma(x)$ .

В первой половине 1950-х Н. Н. активно входил в быстроразвивающуюся науку — перенормируемую КТП. Причем «входил» со стороны математики, нелинейной механики и статистической физики, имея за плечами результаты мирового уровня. Шел дальше, вращал глубже других ученых, мигрирующих в КТП из математики (Гельфанд) и иных, более классических, разделов теорфизики. Его до некоторой степени можно сопоставить с англо-американцем Фрименом Дайсоном. Известно, что Н. Н. создал свой метод перенормировок на основе теории обобщенных функций Соболева–Шварца. Напомню, что боголюбовский метод перенормировок возникал примерно во время написания нашей книги — в середине 1950-х. Николаю Николаевичу с сотрудниками (Остапом Степановичем Парасюком и за-

---

\* Оглядываясь назад, замечу, что об этом сюжете вспоминаю с сожалением. Из-за независимости характера я не терпел прямого нажима, а в силу своей молодости — мне было около 33-х — не смог понять сложности положения моих уважаемых руководителей и оказать им необходимую помощь.



тем — В. С. Владимировым) пришлось существенно дорабатывать работы Соболева и Шварца применительно к нуждам КТП, в частности ввести класс функций, позволяющих выполнить преобразование Фурье и определить операцию умножения сингулярных функций. Его подход позволяет обойтись без введения «голых» полей и частиц и физически неудовлетворительной картины бесконечных перенормировок.

Н. Н. имел обыкновение время от времени делать доклады в саровском теоротделе с обзором больших кусков КТП, таких как «перенормировки», «континуальный интеграл» или «поверхностные расходимости». Слушатели последовательности обзоров находились под впечатлением, что Н. Н. «видит» эти, внешне столь различные, фрагменты с одной точки зрения, воспринимает их как части единой картины. Напомню, что речь идет о времени, когда учебниками по теории частиц были довоенное издание «Квантовой теории излучения» Гайтлера и вышедшая в начале 1940-х книга Вентцеля. «Квантовая электродинамика» Ахиезера и Берестецкого (1953), как и первый том «Мезонов и полей» Бете, Хоффмана и Швебера (1955), еще ждали своего появления на свет.

И вот как-то раз осенью 1953 г., находясь под впечатлением его очередной лекции, я спросил: «Николай Николаевич, почему бы Вам не написать книгу — учебник по новой КТП?» В ответ услышал: «Идея недурна. Быть может, осуществим ее вместе?» Поначалу я не воспринял предложение всерьез. Взгляд на список трудов Н. Н. показывает, что к своему 25-летию он был уже автором и соавтором нескольких монографий. В то время мне это не было известно. Однако заразительны не только дурные примеры, и спустя лет десять соавторами книги по дисперсионным соотношениям стали в свою очередь мои ученики Мещеряков и Серебряков, еще не достигшие тогда 30-летнего возраста. Позднее подобная ситуация повторилась и с Белокуровым. В оправдание своей первой реакции замечу, что лишь в мае того памятного года один из соавторов будущей книги защитил кандидатскую диссертацию по теории переноса нейтронов и не имел ни единой работы по квантовой теории поля, тогда как в октябре другой уже стал полным академиком.

Однако через неделю разговор возобновился, и мы начали обсуждать детали проекта. Временные рамки этих событий определены достаточно надежно, во-первых, тем обстоятельством, что приведенный диалог происходил в автомобиле при поездке на квартиру Н. Н. на Щукинском проезде (район Курчатовского института), т. е. до переезда Н. Н. в высотное здание МГУ на Ленинских горах в конце 1953 г. Во-вторых, к моменту подачи нашей заявки в Гостехиздат в начале 1954 г. книга Ахиезера и Берестецкого только что вышла в свет. В то же время первый вариант последовательного изложения боголюбовской аксиоматической  $S$ -матрицы рассеяния был нами сдан для опубликования в УФН в конце 1954 г.

149176

Первоначальный эскиз книги помимо вводной части, излагающей лагранжевы формализм релятивистских полей и швингеровскую схему квантования, включал оригинальную аксиоматическую конструкцию матрицы рассеяния, существенно основанную на боголюбовском условии причинности, метод перенормировок, базирующийся на теории распределений, а также метод функционального интеграла и обобщенное уравнение Томонаги–Швингера.

Технически книга создавалась по схеме «бензин наш — идеи ваши». Основная часть работы происходила у Н. Н. дома в Главном здании МГУ на Ленинских горах, где мы беседовали час-другой, составляя набросок очередного раздела. После этого мною писался первый вариант текста, который при следующей встрече обсуждался и зачастую существенно изменялся. Начисто переписанный манускрипт в случае окончательного одобрения шефом складывался на верх левого угла большого платяного шкафа, откуда его забирала Евгения Александровна и перепечатывала на машинке. При печати использовалась слегка тисненная бумага нескольких цветов. Такая бумага, выпускавшаяся рижской фабрикой, специально покупалась для нашей работы. Н. Н. ее очень любил. Различные параграфы рукописи имели разные цвета: голубой, желтый, светло-зеленый, фиолетовый... Печаталось сразу три экземпляра. Напечатанные параграфы забирались мною с противоположного, правого угла шкафа для вписывания формул. Третий экземпляр разноцветных параграфов, сброшюрованный в главы, предназначался для критического чтения сотрудниками отдела Н. Н. в Стекловке. Это чтение давало первую «обкатку». Для второй предназначались две пространственные статьи в УФН [1, 2]. Поэтому текст вышедшей в сентябре 1957 г. книги был в основном достаточно хорошо проутюжен и, за исключением содержащих свежий материал двух последних глав по ренормгруппе и дисперсионным соотношениям, являл собой, так сказать, «третье приближение». Оглядываясь назад, с учетом последующего писательского опыта, скажу, что монография в 30 с лишком печатных листов была создана довольно быстро. Определяющая причина, на мой взгляд, заключалась в том, что Н. Н. уже вначале имел в голове четкий план, а впоследствии держал в голове и весь созданный текст.

**2.2. Рождение боголюбовской ренормгруппы.** Весной 1955 г. в Москве состоялась небольшая конференция по КЭД и теории элементарных частиц. Она проходила в ФИАНе в первой декаде апреля. Среди участников, впервые в послевоенное время, было несколько иностранцев, в том числе известные теоретики китаец Ху Нинг и швед Гуннар Челлен. Мое короткое выступление касалось следствий конечных преобразований Дайсона для перенормированных функций Грина и матричных элементов в КЭД. Центральным событием конференции стал обзорный доклад Ландау «Основные проблемы КТП», в котором обсуждалось УФ-поведение в локальной

квантовой теории поля. Незадолго до этого задача поведения на малых расстояниях в КЭД была существенно продвинута в цикле работ Ландау, Абрикосова и Халатникова. Им удалось построить такое замкнутое приближение к уравнениям Швингера–Дайсона, которое оказалось совместным как с перенормируемостью, так и с градиентной ковариантностью. Это так называемое трехгаммное приближение допускало явное решение в безмассовом пределе, которое, на современном языке, было эквивалентно суммированию главных УФ-логарифмов. Наиболее замечательным был тот факт, что решение оказалось внутренне противоречивым с физической точки зрения, так как содержало нефизический («призрачный») полюс в перенормированной амплитуде фотонного пропагатора — трудность «нуля физического заряда». Заключение Льва Давидовича было пессимистическим: забудьте о локальной квантовой теории поля и о лагранжиане. Именно такой тезис защищал в запомнившемся разговоре со мной соавтор Дау по «нуль-заряду» [3] Исаак Яковлевич Померанчук. Во имя этого тезиса он даже закрыл свой семинар в ИТЭФе по квантовой теории поля, порекомендовав молодым коллегам сменить область теорфизики. Наши встречи с Н. Н. в это время были регулярными и интенсивными, поскольку мы были заняты подготовкой окончательного текста книги. Н. Н. был весьма заинтригован результатами группы Ландау и поставил передо мной общую задачу оценки их надежности путем построения, например, второго приближения (включающего, на современном языке, следующие за главными УФ-логарифмы) к уравнениям Швингера–Дайсона для проверки стабильности УФ-асимптотик и существования призрачного полюса.

В ту пору я временами встречался с Абрикосовым, с которым мы были хорошо знакомы со студенческих лет. Вскоре после фиановской конференции Алеша поведал мне о только что появившейся статье Гелл-Манна и Лоу [4]. Работа рассматривала ту же самую проблему, но, как он сказал, была сложна для понимания и не поддавалась комбинированию с результатами, полученными их группой. Я просмотрел статью и представил моему учителю краткую справку по ее методу и результатам, которые включали довольно сложные функциональные уравнения и некоторые общие утверждения о скейлинговых свойствах распределения эффективного заряда электрона на малых расстояниях от его центра. Последовавшая за моим сообщением сцена была весьма впечатляюща. Н. Н. тут же заявил, что подход Гелл-Манна и Лоу правилен и очень важен — он представляет собой реализацию группы нормировок — *la groupe de normalisation*, открытой пару лет назад Штюкельбергом и Петерманом (опубликовано [5] на французском! языке) при обсуждении структуры конечного произведения в матричных элементах, возникающего после устранения расходимостей. Эта группа является примером непрерывных групп преобразований, изученных Софусом Ли. Отсюда следовало, что групповые функциональные уравнения, подобные полученным в работе Гелл-Манна и Лоу, должны иметь место в

общем случае, а не только в УФ-пределе. Затем Н. Н. добавил, что наиболее сильным средством в теории групп Ли являются дифференциальные уравнения, отвечающие инфинитезимальным групповым преобразованиям. Удачным образом я был знаком с основами теории групп, которая не входила в программу физфака. В ближайшие дни мне удалось переформулировать конечные преобразования Дайсона для случая конечной массы электрона и получить искомые функциональные уравнения для скалярных пропагаторных амплитуд КЭД, отвечающие групповым преобразованиям, а также соответствующие дифференциальные уравнения, т. е. ренормгрупповые уравнения Ли. Все полученные уравнения содержали специфический объект — произведение квадрата заряда электрона на поперечную амплитуду одетого фотонного пропагатора. Это произведение мы назвали инвариантным зарядом. С физической точки зрения оно представляет аналог так называемой функции эффективного заряда электрона, впервые рассмотренного Дираком в 1933 г. и описывающего эффект экранировки заряда за счет поляризации квантового вакуума. Термин «ренормализационная группа» (Renormalization Group) также был введен нами в первой из публикаций в ДАН 1955 г. [6] (и в «Nuovo Cimento» в 1956 г. [7]). Во второй одновременной публикации [8] — после выкладки «в две строки» — были воспроизведены ультрафиолетовые и инфракрасные асимптотики КЭД на однопетлевом уровне, совпадающие с упомянутыми выше результатами группы Ландау, а также получено новое двухпетлевое решение для инвариантного заряда, позволяющее обсуждать вопрос о реальности проблемы «нуль-заряда».

### 3. Боголюбов и Ландау

Взаимоотношения двух великих ученых — предмет, несомненно, деликатный. Вокруг этих отношений, как личных, так и на уровне школ, уже давно накручено много разного. Поскольку моим первым учителем в современной физике был Лев Давидович, считаю уместным изложить некоторые впечатления и свое понимание истории развития этих отношений.

Начну с характеристики личности Дау, с которым я познакомился в 1946 г., будучи студентом второго курса. После краткого телефонного разговора со знаменитым ученым я с ходу был приглашен им к себе в дом для сдачи вступительного математического собеседования по известному теорминимуму. Пронзительный и веселый взгляд, орлиный профиль и кудрявый чуб, стремительность речи, быстрота реакции и резвость, с которой он взлетал по лестнице к себе в кабинет на второй этаж, оставив меня размышлять над очередным вопросом, произвели яркое впечатление. Я втянулся в работу по изучению «Механики» (первое довоенное издание имело авторами Ландау и Л. Пятигорского) и начал посещать теорсеминар в «Капични-

ке». Дау был артистичен по натуре, любил и умел производить эффектное впечатление. Руководя семинаром, на котором он профессионально был на голову выше всех остальных участников, не упускал случая развлечь аудиторию яркими мизансценами, «с ходу» вникая в сложные оригинальные построения автора (среди которых случались весьма известные ученые) и, зачастую, несколькими репликами оставлял от докладчика «мокрое место». При мне такой процедуре подвергся Гельфанд. Однако лишь ближайšie сотрудники Дау знали о том, что для получения допуска на трибуну семинара претенденту требовалось пройти «чистилище», т. е. сначала изложить работу самому Дау.

В отличие от многих именитых теоретиков Дау прекрасно понимал значение математики для теоретической физики и часто использовал ее виртуозным образом. Показательно, что среди первых этапов теорминимума было два математических, в том числе экзамен по качественной теории дифференциальных уравнений, с упором на анализ сингулярностей. Известна максима Дау: «Там, где встречается сингулярность, начинается физика».

**3.1. Три эпизода.** Первый эпизод произошел в октябре 1946 г., когда Н. Н. доложил свою работу [9] по теории сверхтекучести гелия на Общем собрании Отделения физико-математических наук АН СССР. К этому моменту Дау уже около пяти лет был классиком сверхтекучести, автором известной феноменологической теории, использующей представление о введенных им квантах особых возбуждений (крутильных колебаний) — ротонах.

По воспоминаниям участников собрания, Ландау в резкой форме полемизировал с докладчиком, положившим в основу своих рассуждений физическую гипотезу об определяющей роли конденсата, т. е. существенно коллективного эффекта. Однако Лев Давидович быстро «переварил» и оценил услышанное, так как спустя всего лишь две-три недели направил в печать короткую статью [10], где была предположена кривая с перегибом для спектра возбуждений. Ротонный спектр из независимой от спектра звуковых возбуждений сущности превратился в часть единой кривой.

Феноменологическая кривая Ландау вытекает из формулы Н. Н. при некотором предположении о характере взаимодействия между атомами гелия II. Сообщение Дау заканчивается фразой, представляющей парафраз боголюбовского заключения из доклада и его публикации [9]. Однако какой-либо ссылки на доклад или работу Боголюбова в краткой заметке Ландау [10] не содержится. Правда, позже, в более подробной статье [11] (см. также [12]), он явно отметил приоритет Боголюбова: «Полезно указать, что Н. Н. Боголюбову недавно удалось с помощью остроумного применения вторичного квантования определить в общем виде энергетический спектр бозе-эйнштейновского газа со слабым взаимодействием между частицами».

Второй «раунд» происходил в 1955 г. в связи с сюжетом «нуля заряда» в квантовой электродинамике. Не вдаваясь в детали, отмечу, что анализ этой проблемы, проведенный Н. Н. с помощью только что развитого им аппарата ренормгруппы [13], привел к выводу, что заключение Ландау и Померанчука о внутренней противоречивости локальной квантовой теории поля не имеет статуса строгого результата, независимого от теории возмущений. В определенном смысле повторилась психологическая схема коллизии 1946 г., строгое математическое рассуждение на более глубоком уровне существенно уточнило результат полуинтуитивных построений. Как известно, спустя 10–15 лет локальная лагранжева теория возмущений полностью вернула себе статус основного метода исследований в теории частиц. Однако категоричность заключения знаменитого теоретика [14] существенно затормозила развитие теории и привела к развитию некоторых тупиковых направлений типа теории «бутстрапа».

Наиболее серьезному испытанию самолюбие Дау подверглось в 1957 г. при внезапном вторжении Н. Н. в теорию сверхпроводимости. Феномен сверхпроводимости, открытой в 1911 г., с конца 1920-х гг. являлся болезненным вызовом ведущим теоретикам. Было ясно, что сверхпроводимость представляет собой макроскопическое проявление законов квантовой механики. Она интенсивно изучалась экспериментаторами, однако ключ теоретического понимания не давался в руки. Дау работал в этой области с середины 1930-х и вместе с В. Л. Гинзбургом в 1950 г. построил феноменологическую теорию сверхпроводимости на основе двухкомпонентного параметра порядка.

Запускающим импульсом для подключения Николая Николаевича к разработке теории сверхпроводимости явилось появление краткой заметки Купера. Н. Н. сразу увидел аналогию с феноменом парной корреляции бозонного типа, открытым им при создании теории сверхтекучести. Взяв за основу гамильтониан Фрелиха взаимодействия электронов с фононами (возбуждениями ионной решетки) и модифицировав свое  $(u, v)$ -преобразование из теории сверхтекучести на случай фермионов, Боголюбов использовал [15] условие компенсации возможных сингулярностей в окрестности поверхности сферы Ферми и получил из него выражение для энергетической щели типа формулы Купера с неаналитической зависимостью от константы связи Фрелиха (см. ниже).

В период, когда Н. Н. закончил исследование и начал выступать на семинарах, стало известно о появлении на Западе толстого препринта Бардина, Купера и Шриффера. Однако до Москвы этот препринт не дошел. Как помнится, Дау быстро оценил работу Боголюбова. Было даже договорено об открытии совместного семинара Ландау–Боголюбова по теории сверхпроводимости. На первом заседании после доклада Н. Н. Дау сказал: «Николай Николаевич, я не знаю, что там содержит работа Бардина и других, но думаю, что такого красивого и убедительного результата у них нет».

Этот эпизод показывает, что в описываемое время Дау уже оценил Н. Н. как крупного физика-теоретика, сумев преодолеть свои эмоции. Семинар Ландау–Боголюбова просуществовал недолго и прекратился после появления книжки журнала «Physical Review» с работой трех авторов, которые исходили не из гамильтониана Фрелиха, а из приближенного гамильтониана, постулировавшего эффективное притяжение между электронами с противоположными импульсами и спинами в окрестности поверхности Ферми. Слова Дау оказались пророческими.

Тем не менее в публикациях представителей школы Ландау по сверхпроводимости работы Боголюбова упоминаются редко, микроскопическая теория сверхпроводимости именуется «теорией БКШ», а термин «теория сверхтекучести» связывается только с именем Ландау.

**3.2. Дополняя друг друга.** Спонтанное нарушение симметрии (СНС) – сюжет Нобелевской премии-2008 по физике. Эта тема, в известном смысле, объединила великих физиков-теоретиков Боголюбова и Ландау их совокупным вкладом в объяснение механизма фазовых превращений в больших квантовых системах, сопровождающихся спонтанным нарушением симметрии.

Речь идет о системах, которые описываются математическими выражениями, обладающими некоторой симметрией, тогда как реальное физическое состояние системы, отвечающее частному решению уравнений движения, этой симметрией не обладает. Подобное положение возникает тогда, когда наименьшее из симметричных состояний не доставляет системе абсолютный минимум энергии и является неустойчивым. При этом частное низшее состояние не является единственным, а их совокупность образует симметричный набор. Реальной причиной нарушения симметрии и перехода системы в одно из низших несимметричных состояний оказывается сколь угодно малое несимметричное возмущение.

Для простой иллюстрации обратимся к классической механике. Возьмем систему, состоящую из пустого сосуда с выпуклым дном (бутылку из-под шампанского) и маленького шарика. Сосуд, представляющий тело вращения, поставим вертикально и над сосудом точно по оси поместим шарик. Такая система симметрична относительно операции вращения вокруг вертикальной оси. Отпустим шарик, чтобы он упал на дно. Достигнув дна, шарик не удержится на центральной выпуклости и скатится в какую-то сторону. Таким образом, начальные условия симметричны, а конечное состояние несимметрично.

Исходный материал физики, данные наблюдений, подлежит упорядочению и осмыслению. Способ упорядочения обычно состоит в построении феноменологической схемы, в основе которой лежит некоторое представление, физическая картина, о природе явления, облеченное в математическую форму, форму физического закона. Важным критерием успешности схемы

и ее исходных представлений оказывается не только описание уже имеющих данных, но и возможность предсказания результатов новых опытов и указания способа их проведения. Это путь теоретика-феноменолога, «от явления к теоретической схеме» и обратно.

Наряду с этим в построении физической теории многие существенные результаты достигнуты другим, более умозрительным путем. Вспомним объединение силы земной тяжести и небесной гравитации, электричества и магнетизма, а также открытый не столь давно принцип «динамика из симметрии», приведший к построению теории электрослабых взаимодействий и квантовой хромодинамики. Приверженцев подобного образа действий, старающихся исходить из некоторых более глубоких физических представлений, первоначальных принципов, *ab initio*, часто называют «редукционистами». Имеется в виду стремление свести (редуцировать) описание всего наблюдаемого многообразия явлений к небольшому числу простых и общих понятий и принципов. В статистической физике «редукционисты», как правило, — авторы микроскопического подхода.

Приведу определение, данное Боголюбовым в 1958 г. в работе «Основные принципы теории сверхтекучести и сверхпроводимости» [16]:

*Задачей макроскопической теории является, как известно, получение уравнений типа классических уравнений математической физики, которые отображали бы всю совокупность экспериментальных фактов, относящихся к изучаемым макроскопическим объектам.*

*Эти уравнения выводятся на основе ряда предположений, своего рода аксиом, устанавливающих связи между различными макроскопическими величинами.*

*В микроскопической теории ставится более глубокая задача, заключающаяся в том, чтобы понять внутренний механизм явления исходя из законов квантовой механики. Для построения микроскопической теории необходимо рассмотреть подходящую динамическую систему, характеризуемую определенным гамильтонианом, и с помощью анализа соответствующих уравнений квантовой механики установить основные свойства изучаемого явления. При этом, в частности, надлежит получить также те связи между динамическими величинами, из которых вытекают уравнения макроскопической теории.*

Не следует, однако, излишне увлекаться противопоставлением этих двух способов мышления. Важный элемент состоит в том, что между уравнениями, например классическими уравнениями механики или уравнениями Максвелла в среде, и законами, которые описывают последовательность событий, — такими как законы движения планет Солнечной системы или закон Мейсснера в сверхпроводнике — лежит промежуток, логическая щель. Именно в подобных ситуациях проявляется сила феноменологии. Поэтому усилия феноменологов и редукционистов дополняют друг друга. Объясне-



ние формы и затем сути электрослабого взаимодействия, феноменов сверхтекучести и сверхпроводимости — яркий тому пример из современной квантовой теории.

Боголюбову и Ландау удалось внести решающий вклад в создание теории макроскопических квантовых явлений — явлений сверхтекучести и сверхпроводимости, сопровождающихся спонтанным нарушением симметрии на квантовом уровне.

**3.2.1. Сверхтекучесть.** История создания теории сверхтекучести дает яркий пример взаимного влияния феноменологических конструкций и физических идей. Первоначальное объяснение явления сверхтекучести, данное Ландау, основано на общем представлении, что при низких температурах сверхтекучие свойства жидкого  $^4\text{He}$  определяются линейным спектром коллективных возбуждений (фононов), а не квадратичным спектром возбуждений отдельных частиц (атомов). Из этого предположения следует, что при движении со скоростью, не превосходящей некоторого критического значения, нельзя затормозить жидкость путем передачи отдельным атомам энергии и импульса от стенки, потому что линейный вид спектра фононов не позволяет соблюсти одновременно законы сохранения энергии и импульса. Необходимость согласования вида спектра и термодинамических свойств жидкого гелия привела Ландау к идее формально ввести, в дополнение к фононам, возбуждения с квадратичным спектром, начинающимся с некоторой энергетической щели, возбуждения, которые он назвал ротонами.

Теория Боголюбова [9] основана на физическом допущении, что в слабо-неидеальном бозе-газе имеется конденсат подобно случаю идеального бозе-газа. Существование бозе-конденсата приводит к единой волновой функции всей системы, т. е. коллективному эффекту, и поэтому наличие сколь угодно слабого взаимодействия преобразует одночастичные возбуждения в спектр коллективных возбуждений. Для вычисления этого спектра Боголюбов предположил, что при низких температурах именно бозе-конденсат играет определяющую роль, поскольку содержит макроскопически большое, порядка числа Авогадро  $N_A$ , число частиц  $N_0$ , вследствие чего матричные элементы операторов рождения и уничтожения частиц в конденсате пропорциональны «большим» числам  $\sqrt{N_0}$ , а основной вклад в динамику системы дают процессы перехода частиц из конденсата в сплошной спектр и возвращения в конденсат. Основанная на этом упрощенная система квантово-механических уравнений имеет точное решение, а полученный спектр коллективных возбуждений (боголонов) объединил фононы и так называемые ротоны Ландау. Смелая интуитивная догадка Боголюбова о существенной роли конденсата получила прямые экспериментальные подтверждения лишь спустя полвека.

Существенно также, что в боголюбовской картине возникает естественный, хотя и не очень прозрачный, ответ на вопрос о природе симметрии, нарушаемой при фазовом переходе  $^4\text{He}$  в сверхтекучее состояние. Это — фазовая симметрия квантовой бозе-системы, которая (посредством теоремы Нетер) отвечает за сохранение полного числа  $N$  частиц, т. е. атомов гелия, в рассматриваемой системе. Коллективные квазичастицы, беголоны, не отвечают какому-нибудь определенному числу атомов гелия-II, представляя собой суперпозицию бесконечного набора пар частиц с нулевым полным импульсом.

**3.2.2. Сверхпроводимость.** Другой пример фазового перехода в квантовой системе, сопровождаемого спонтанным нарушением симметрии, — явление сверхпроводимости, где, как и при фазовом переходе в сверхтекучее состояние, происходит нарушение фазовой инвариантности. Хотя сверхпроводимость была открыта в 1911 г. (значительно раньше сверхтекучести  $^4\text{He}$ ), теоретическое понимание феномена сверхпроводимости было достигнуто существенно позже объяснения сверхтекучести.

В свое время значительным успехом была предложенная Гинзбургом и Ландау феноменологическая теория (теория ГЛ), в которой сверхпроводящее состояние описывалось эффективной волновой функцией коллектива электронов, играющей роль двухкомпонентного параметра порядка. Теории ГЛ удалось успешно описать поведение сверхпроводника во внешнем магнитном поле и ряд других важных его свойств. В то же время природа сверхпроводящего перехода оставалась невыясненной.

Микроскопическая теория сверхпроводимости была разработана лишь спустя семь лет, в 1957 г., в работах Бардина, Купера и Шриффера (БКШ) и Боголюбова. Бардин, Купер и Шриффер рассмотрели упрощенную модель, в которой взаимодействие электронов посредством обмена фононами заменяется прямым эффективным притяжением электронов вблизи поверхности Ферми. Теория БКШ включает термодинамику и электродинамику сверхпроводника, вычисление температуры сверхпроводящего перехода и дает универсальное соотношение между щелью в спектре при нулевой температуре и температурой сверхпроводящего перехода. Щель в спектре возникает за счет образования связанных состояний электронных пар с противоположными импульсами и спинами — «куперовских пар» и пропорциональна экспоненте  $e^{-1/\lambda}$ , где  $\lambda$  — интенсивность притяжения электронов.

Еще до появления подробной работы Бардина, Купера и Шриффера Боголюбову удалось построить микроскопическую теорию сверхпроводимости для полной электрон-фононной модели Фрелиха. С помощью новых ферми-амплитуд он провел компенсацию так называемых «опасных диаграмм», отвечающих рождению электронных пар с противоположными импульсами и спинами. Полученные Боголюбовым уравнения для щели и

сверхпроводящей температуры совпадают с результатами теории БКШ с константой связи  $\lambda = g_{\text{Fr}}^2$ , непосредственно определяемой константой связи Фрелиха в гамильтониане взаимодействия электронов и фононов.

Квазичастицы Боголюбова (иногда их называют «боголонами») дают ясную физическую картину спектра квазичастичных возбуждений как суперпозиции частицы и дырки, которые имеют щель в спектре на поверхности Ферми. На основе представления квазичастиц Боголюбова легко рассчитываются термодинамические и электродинамические характеристики сверхпроводника. Фермиевский вариант канонического  $(u, v)$ -преобразования Боголюбова широко используется при решении многих современных задач в теории сверхпроводимости.

Боголюбов пришел к представлению о единстве этих макроскопических квантовых явлений: сверхтекучесть куперовских пар и создает сверхпроводящий ток. Вот цитата из обзора Боголюбова [18] того времени: «...свойство сверхпроводимости может трактоваться как свойство сверхтекучести системы электронов в металле».

Единство явлений сверхтекучести и сверхпроводимости совсем недавно было подтверждено прямым образом в опытах с ультрахолодными фермионными газами в ловушках.

## 4. Ученый и учитель

**4.1. Особенности творчества Боголюбова.** В заключение приведу итоги некоторых наблюдений, вытекающих из анализа научного творчества Боголюбова только в области теоретической физики в 1950-е гг.

За это десятилетие Н. Н. потрудился примерно в дюжине направлений:

1. Уравнение Томонаги–Швингера с гладкой функцией	(4)*	1950–1952
2. Плазма в магнитном поле	(8)	1951–1952
3. Представление континуального интеграла	(1)	1954
4. Условие причинности и матрица рассеяния	(3)	1955–1956
5. Умножение сингулярных функций и $R$ -операция	(5)	1955–1957
6. Ренормализационная группа	(4)	1955–1956
7. Физические дисперсионные соотношения	(3)	1956–1957
8. Тонкости доказательства ДС	(7)	1956–1958
9. Сверхпроводимость в модели Фрелиха	(4)	1957–1958

\* В круглых скобках указано число работ.

- |   |     |           |
|---|-----|-----------|
| 10. Модельные гамильтонианы и парные корреляции | (4) | 1959–1960 |
| 11. Индефинитная метрика в КТП                  | (2) | 1958      |
| 12. Квазисредние                                | (2) | 1960–1961 |

Всего — около 50 работ и, помимо того, 5 монографий.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что над каждым из сюжетов Н. Н. работал в среднем не более двух-трех лет; в некоторые годы он публиковался по 4–5 направлениям. Особенно плодотворной была середина 1950-х гг.

*Образно говоря, Боголюбов в те годы представлял собой фонтан научных открытий первой степени важности. Доброжелательность к людям, щедрость натуры приводила к тому, что этот фонтан оплодотворял всех, кто захотел к нему приблизиться и сумел впитать живительную влагу\*.*

Как раз на эти годы пришлось создание Николаем Николаевичем Лаборатории теоретической физики в составе Объединенного института ядерных исследований в Дубне и закладка фундамента его школы в физике взаимодействий частиц.

Для сравнения можно взять таких разносторонних корифеев, как Гейзенберг и Ландау. Беглый взгляд на список работ показывает, что каждый из них возвращался к одной и той же теме на протяжении более чем десятилетия лет.

К стилю творчества Н. Н. более подходит девиз «*Veni, vidi, vici*». Он обращался к проблеме, исчерпывающе решал ее и переходил к другой задаче.

**4.2. Учитель.** В отличие от Ландау, Н. Н. не воздвигал барьера между собой и неопитом в виде сложных вступительных экзаменов. Как видно из приведенных выше фрагментов моего научного становления, он ценил не столько уровень первоначальной подготовки, сколько *умение быстро войти в круг новых идей* и, особенно, *способность к самостоятельному творчеству*. Повторю, что в эпизоде с дипломной темой Н. Н. «бросил меня учиться научному плаванию» сразу в глубокой воде. По преданию, подобной практики придерживался Резерфорд. Однако в случае неудачи Н. Н. не отторгал новичка и давал задачу полегче. Отчасти поэтому ядро научной школы Боголюбова в квантовой теории поля образовалось довольно быстро — во второй половине 1950-х.

Определяющим элементом учительства была *научная щедрость*: первые три статьи 1955 г. в «Докладах» по ренормгруппе [6, 8, 13] вышли под дву-

---

\* Приведенная цитата взята из моей статьи в сборнике [19], посвященном 40-летию ОИЯИ.

мя нашими фамилиями. Однако, разобравшись на примере КЭД как с ультрафиолетовыми, так и с инфракрасными асимптотиками и сделав вывод об отсутствии доказательной силы в аргументации Ландау и Померанчука [3] по нуль-заряду, Н. Н. несколько поостыл к ренормгруппе и, поставив мне задачу по мезон-нуклонной теории, переключился на другие проблемы (см. предыдущий подраздел). От соавторства в следующей публикации [20] он решительно уклонился\*.

Второй педагогический метод — привлечение молодого коллеги к большому делу, такому как совместная работа над книгой. Наконец, третий прием *воспитания самостоятельности* состоял в ускоренном обучении молодого соавтора искусству доклада по совместным исследованиям. Так, не считая семинаров, в 1956 г. мне пришлось выступать с обзорным докладом [21] на 3-м Всесоюзном математическом съезде в Москве и в 1959-м с раппортерским докладом [22] на Рочестерской конференции в Киеве. Причем в последнем случае сюрприз с заменой докладчика был преподнесен Николаем Николаевичем буквально накануне.

Приведенный выше пример «минимального соавторства» дает одну из составляющих *научной щепетильности* Николая Николаевича. В качестве второй укажу высокую (поначалу казалось — излишне высокую) требовательность к тщательности цитирования предшественников по тому или иному научному сюжету, а третья — ответственность буквально за каждую строчку научного текста.

В итоге многолетнего опыта по совместному писательству с Н. Н. у меня сложилась — порой заметно отягощающая меня и моих соавторов — склонность к ясной осознанности и максимальной прозрачности формулировок научных рассуждений и результатов, а также к четкости указания причин упоминания той или иной статьи\*\*.

Наконец, несколько слов о *человеческой щепетильности*. Не припомню случая, когда приходилось бы испытывать какое-либо давление со стороны Николая Николаевича. А ведь он выступал в роли не только научного лидера, но и служебного начальства. Н. Н. обычно лишь предлагал сотруднику и научную идею, и какое-либо практическое решение. Предлагал в мягкой форме, и если не получал позитивного отклика, то не настаивал. «От каждого — по его возможностям». Так было со мной, когда ему нужно было найти помощника по организационным хлопотам при создании Лаборатории теорфизики ОИЯИ в 1956-м, а также по моем повторном появлении в

---

\* Это правило «минимального соавторства» уже в следующем году я применил к своим первым дипломникам — Илье Гинзбургу и Льву Соловьеву.

\*\* Как следствие — нелюбовь к «братским могилам» при цитировании и случаи выхода из состава авторского коллектива при наличии разногласий по важному элементу совместного исследования.

ЛТФ в начале 1970-х. Так бывало не раз и со мной, и с другими его учениками по научным сюжетам. Н. Н. обычно предвидел направление развития актуальных научных идей и загодя советовал своим сотрудникам заняться тем или иным вопросом. И, вспоминая подобные случаи, мы сожалеем, что, будучи увлечены в тот момент чем-то другим (как показало время — менее важным), часто пропускали мимо ушей его рекомендации.

Боголюбову не были безразличны личные качества молодых людей, которых он приближал к себе. Н. Н. *дорожил здоровой человеческой обстановкой, моральным климатом* среди своих сотрудников. На моей памяти — два случая остракизма. Один из них касался тогда молодого, чрезвычайно способного, но уже излишне бесцеремонного по отношению к другим коллегам (работавшим над близкими вопросами) ученого У. Взгляд на список трудов Н. Н. показывает, что зачастую он привлекал сразу несколько человек к решению задачи. Дружеские отношения между ними были нормой. Однако в случае с У, после нескольких конфликтов, сотрудники обратились к шефу. И тот отставил У. Во втором эпизоде фигурировал более пожилой коллега Z со сложной биографией, покарещенной репрессиями 1930-х гг. В какой-то момент очередного завинчивания идеологических гаек в начале 1970-х Z стал свидетелем «крамольных» политических высказываний в не слишком узком кругу сотрудников физфака. Опасаясь доноса от кого-либо из других свидетелей, Z проявил инициативу. И это стало официально известно. Реакция шефа была быстрой. Примечательно, что по-человечески Н. Н. понял образ действий Z. Понял, в душе посочувствовал и пояснял мотивы проступка с помощью староиндийской притчи. Но иметь дело с человеком, с которым плодотворно сотрудничал около 20 лет, более не захотел.

Наиболее важные нравственные уроки Николая Николаевича извлекались не из каких-либо поучений или нотаций, а из его поведения, образа действий. Так, умение сочетать научное творчество с исполнением гражданского долга, в том числе на научно-административных постах, послужило добрым примером ряду его выдающихся учеников.

Это проявилось и в сложный постсоветский период. Не в пример многим видным советским ученым, представители боголюбовской школы служили и продолжают служить своему Отечеству. Благодаря им дух Николая Николаевича живет среди нас.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта НШ-1027.2008.2.

### Список литературы

1. Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. // УФН. 1955. Т. 55. С. 149–214.
2. Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. // Там же. Т. 57. С. 3–92.
3. Ландау Л. Д., Померанчук И. Я. // Докл. АН СССР. 1955. Т. 102. С. 489.
4. Gell-Mann M., Low F. // Phys. Rev. 1954. V. 95. P. 1300.

5. *Stueckelberg E. C. G., Petermann A.* La Normalisation des Constantes Dans la Theorie des Quanta // *Helv. Phys. Acta.* 1953. V. 26. P. 499–520.
6. *Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В.* О ренормализационной группе в квантовой электродинамике // *Докл. АН СССР.* 1955. Т. 103. С. 203–206.
7. *Bogoliubov N. N., Shirkov D. V.* Charge Renormalization Group in Quantum Field Theory // *Nuovo Cim.* 1956. V. 3. P. 845–863.
8. *Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В.* Приложение ренормализационной группы к улучшению формул теории возмущений // *Докл. АН СССР.* 1955. Т. 103. С. 391–394.
9. *Bogoliubov N. N.* // *J. Phys. (USSR).* 1947. V. 11. P. 23–32 [12 Oct. 1946]\*.
10. *Landau L. D.* // *Ibid.* P. 91–92. [15 Nov. 1946].
11. *Landau L. D.* // *Dokl. AN SSSR.* 1948. V. 61. P. 253 [15 June 1948].
12. *Landau L. D.* // *Phys. Rev.* 1949. V. 75. P. 884.
13. *Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В.* Модель типа Ли в квантовой электродинамике // *Докл. АН СССР.* 1955. Т. 105. С. 685–688.
14. *Landau L. D.* // *On the Quantum Theory of Fields* / Ed. W. Pauli et al. London: Pergamon, 1955. P. 52–69; Пер. в сб.: Нильс Бор и развитие физики. М.: Изд-во иностр. лит., 1958.
15. *Боголюбов Н. Н.* О новом методе в теории сверхпроводимости // *ЖЭТФ.* 1958. Т. 34. С. 58; *Nuovo Cim.* 1958. V. 7. P. 794.
16. *Боголюбов Н. Н.* Основные принципы теории сверхтекучести и сверхпроводимости // *Вестн. АН СССР.* 1958. Вып. 8. С. 36 [июнь 1958 г.]; см. также с. 297–309 в [17].
17. *Боголюбов Н. Н.* Собр. науч. тр.: В 12 т. Т. VIII. М.: Наука, 2008.
18. *Боголюбов Н. Н.* Вопросы теории сверхтекучести бозе- и ферми-систем // *Вестн. АН СССР.* 1958. Вып. 4. С. 25; см. также с. 289–296 в [17].
19. Объединенному институту ядерных исследований – 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996.
20. *Ширков Д. В.* // *Докл. АН СССР.* 1955. Т. 105. С. 972–975.
21. *Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В.* Некоторые вопросы КТП // *Тр. 3-го Всесоюз. мат. съезда.* М.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2. С. 84–85.
22. *Ширков Д. В.* Теоретические исследования по дисперсионным соотношениям // *Тр. 9-й Междунар. конф. по физике высоких энергий.* Киев, 1959. Т. 2. С. 3–22.

---

\* В квадратных скобках стоит дата поступления.

1000=

Ширков Дмитрий Васильевич

**ВСПОМИНАЯ О НИКОЛАЕ НИКОЛАЕВИЧЕ**

2009-91

Подписано в печать 15.07.2009.

Формат 70 × 100/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 2,9. Уч.-изд. л. 2,36. Тираж 400 экз. Заказ № 56664.

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/)