

СТАНОВЛЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ (ВОСПОМИНАНИЕ О ГРАВИТАЦИОННОМ СЕМИНАРЕ)

Ю.Г. Сбытов

Аннотация. Статья написана в связи со 120-летием со дня рождения профессора Д.Д. Иваненко. В ней изложены воспоминания автора о возникновении гравитационного семинара Иваненко, о стиле его работы, а также о рассматриваемой на его заседаниях тематике, в частности проблем гравитационного излучения и калибровочного подхода к описанию гравитации.

Ключевые слова: Гравитационный семинар Д.Д. Иваненко, гравитационные волны, калибровочный подход

По-видимому, невозможно оспорить мнение, что развитие гравитационных исследований в Московском университете неразрывно связано с именем Дмитрия Дмитриевича Иваненко и работой возглавляемого им гравитационного семинара на физическом факультете. Даже после того, как возникли другие сильные гравитационные центры в Москве (астрофизический семинар акад. Я.Б. Зельдовича, гравитационная группа проф. К.П. Станюковича), «четверговый» гравитационный семинар Д.Д. Иваненко по-прежнему оставался притягательным центром для многих московских и немосковских гравитационистов. Здесь выступали научные сотрудники из Киева и Минска, Алма-Аты и Ташкента, Казани и Краснодара и многих других городов бывшего Советского Союза. На мой взгляд, два обстоятельства способствовали притягательности семинара: достаточно широкий спектр вопросов, входивших в его тематику, и свободный, демократический характер семинара, когда докладчиков можно было прерывать, обсуждать тут же неясные вопросы, предлагать новые подходы. Обсуждение научных результатов было не единственным положительным результатом. Нередко доклад делался по материалу диссертации, и тогда положительное заключение семинара означало для докладчика положительный отзыв на его работу. Получившие таким образом «путевку в жизнь» молодые ученые часто продолжали поддерживать связь с семинаром, присылали выступать на нем уже своих молодых сотрудников. Таким образом, семинар и лично Д.Д. оказывали воздействие на создание научных групп в области гравитации во многих городах Советского Союза. Надо сказать, что это воздействие было не только таким косвенным, как это было описано выше. Д.Д. предпринимал многообразные организационные действия, чтобы способствовать развитию гравитационных исследований в Союзе. Известно, что Д.Д. принимал непосредственное участие в создании кафедры гравитации в Казанском университете, помогал проведению

семинаров и конференций в других городах (Тбилиси, Ереван), не говоря уже о том, что 1-я Советская гравитационная конференция в Москве в 1961 году была проведена не только по его инициативе, но он был главной движущей силой этого мероприятия.

Я назвал «четверговый» семинар гравитационным. Строго говоря, это неверно. Это был теоретический семинар. Не только по происхождению, поскольку он родился из теоретического семинара, который вел Д.Д. на физическом факультете с 1944 года и был его, так сказать, гравитационной частью, по крайней мере до 1960-х годов, но главным образом потому, что предметом обсуждения были вопросы не только гравитации, но и из других областей теоретической физики, тем более что в конце 1960-х годов другой семинар Д.Д., «понедельничный», специализировавшийся на квантовой теории поля и элементарных частицах, прекратил существование. Таким образом, в четверг можно было услышать доклады не только по гравитации, но и по теории поля, элементарным частицам, физике ядра, сверхпроводимости. Под эгидой семинара, но уже в общефакультетском масштабе, выступали многие знаменитые физики Запада, о чем свидетельствуют надписи на стенах кафедры теоретической физики. Да и сама гравитационная тематика охватывала широкий круг теоретических вопросов, пересекаясь с астрофизикой, космологией, теорией поля и элементарных частиц. Как уже говорилось выше, это было особенно привлекательной чертой семинара Д.Д.

Я был свидетелем, да, пожалуй, и участником возникновения «четвергового» семинара. Однако, являясь гравитационистом по основной своей деятельности, ограничусь в воспоминаниях в основном только той стороной семинара, которая связана с гравитацией.

Дело происходило в 1959 году. Увлеченность геометрией и теорией относительности вызвала у меня желание делать дипломную работу по гравитации. Оказалось, что единственным человеком на теоретических кафедрах физфака, который мог бы руководить работой дипломника по этой теме был Д.Д. Иваненко. Так я попал к нему. В то время интересы Д.Д. лежали в основном в другой области, в области квантовой теории поля и элементарных частиц. Это был период, когда теоретики осмысливали открытое незадолго до этого несохранение четности в слабых взаимодействиях и связанную с ней модель двухкомпонентного нейтрино, вводили новые квантовые числа, объясняющие особенности сильных взаимодействий, и придумывали всякие составные модели элементарных частиц. Этим же занимались и в группе Д.Д., состоящей из аспирантов и так называемых старших сотрудников, к которым относились те, которые уже долго и активно сотрудничали с Д.Д. Иваненко и принимали участие в работе семинара. Таким образом, тематика последнего сосредоточивалась в основном на физике элементарных частиц, и происходил он по понедельникам. Тематика работы аспирантов была также соответствующей.

Тем не менее Д.Д. не переставал интересоваться гравитацией и популяризировать относящуюся к ней теорию Эйнштейна. Помню его лекцию для

младшекурсников по теории гравитации Эйнштейна, на которой и мне довелось присутствовать. Поэтому время от времени в его группе появлялись аспиранты, специализирующиеся в этой области. Так было и в то время, когда я делал дипломную работу и попал под «начальство» к аспиранту Д.В. Белову. Он был единственным в группе, кто занимался гравитацией и попал к Д.Д. достаточно случайно. Он делал диплом по гравитации под руководством проф. М.Ф. Широкова и хотел идти к нему в аспирантуру. Но Широков не был постоянным сотрудником физфака. Поэтому Белову посоветовали искать руководителя на кафедре теоретической физики. Встретив однажды акад. Н.Н. Боголюбова, Белов высказал свое желание поступить в аспирантуру. Боголюбов спросил, чем он хочет заниматься, и когда услышал про теорию относительности, то сразу воскликнул: «К Иваненко, к Иваненко!» Так Белов стал аспирантом Д.Д.

Надо сказать, что Д.Д. придерживался, так сказать, иерархического принципа в руководстве работой дипломников и отчасти аспирантов. Дипломников курировали аспиранты или «старшие сотрудники». Стоит упомянуть нескольких долголетних сотрудников Д.Д. Вначале это были А.М. Бродский, Г.А. Соколик, Д.Ф. Курдгелаидзе, потом В.И. Родичев, А.И. Наумов, в последний период – В.Н. Пономарев, П.И. Пронин, Г.С. Сарданашвили. Д.Д. предоставлял полную свободу в выборе темы диплома куратору и самому дипломнику. Определенную роль играло тут обсуждение новых работ на семинаре, реферирование статей и, конечно, самостоятельная работа. Сам Д.Д. получал в то время большое количество научных журналов и оттисков из-за рубежа и на каждом семинаре делал обзор появившейся у него на данный момент литературы, обращая внимание на те или иные интересные факты.

Но в 1959 году, когда гравитационная тематика практически отсутствовала на семинаре, мы с Д.В. Беловым были в большом затруднении относительно моей дипломной работы, тем более что и в самой теории гравитации наблюдалось некое затишье. Существовало, пожалуй, только одно «темное облачко» в общей теории относительности, связанное с энергией гравитационного поля, понятием, которое плохо определялось в теории. Незадолго до этого появились статьи Х. Меллера, вроде бы дававшие надежду на решение вопроса. В дальнейшем оказалось, что это «облачко» совсем не того характера, из которого родилась квантовая механика. На мой взгляд, это оказалось «псевдопроблемой», но над ней долго бились теоретики в разных странах, да и сейчас иногда появляются работы, претендующие на решение этой проблемы. Во всяком случае, тогда работы Х. Меллера позволили мне, наконец, определиться с темой дипломной работы, посвященной вычислению энергии гравитационных полей типа волн.

После успешной защиты диплома естественным было желание поступить в аспирантуру к Д.Д., что и произошло в 1960 году. На следующий год и через год в группе у Д.Д. оказалось уже несколько дипломников, выразивших желание заниматься гравитацией. Среди них был и Ю.С. Владимиров, на

долю которого выпало предназначение восстановить и возглавить четверго-
вый гравитационный семинар после смерти Д.Д. Иваненко. Чтобы работа в
гравитационной группе была более плодотворной, наш куратор Д.В. Белов
решил, что гравитационистам стоит собираться отдельно от общего семинара,
чтобы реферировать и обсуждать текущую литературу и все возникающие
у дипломников и аспирантов вопросы. Мы даже не говорили Д.Д. о нашем
намерении. В один день мы уединились в одной из аудиторий 4-го этажа
физфака, совсем не той, 4-58, где проводились семинары кафедры, и начали
слушать сообщение одной приехавшей, кажется из Узбекистана, сотрудницы.
Неожиданно открылась дверь аудитории и появился Д.Д. Поинтересовавшись
тем, что у нас происходит, он все это одобрил, но сказал, что надо сделать
официальный гравитационный семинар. Так, примерно в 1961 году, возник и
стал функционировать наряду с «понедельничным» семинаром гравитацион-
ный семинар, для которого отвели определенный день – четверг и начало
в 18.30–19.00 часов.

Если возникновение гравитационного семинара, на первый взгляд, про-
изошло случайно – появились несколько человек, желающих заниматься об-
щей теорией относительности, то дальнейшее существование и развитие се-
минара было продиктовано объективными обстоятельствами. Надо сказать,
что Д.Д. обладал чутьем на те разделы теоретической физики, которые стано-
вились или обещали стать точками роста. А гравитация в начале 1960-х годов
становилась таким разделом физики. Прежде всего, этому способствовали ре-
зультаты в экспериментальной физике: опыт Паунда и Ребки по измерению
красного смещения фотона в земных условиях с помощью эффекта Мессбау-
эра в 1960 году, предложение Вебера в 1960 году, а затем, начиная с 1961 года,
проведение экспериментов по обнаружению гравитационного излучения, от-
крытие астрономами в 1963 году квазаров – объектов с очень сильной энер-
гетикой. Выше говорилось, что в теоретической гравитации наблюдалось в
конце 1950-х годов некоторое затишье. Но это затишье обещало также быстро
кончиться. Я бы отметил два таких направления в гравитации, прогресс кото-
рых был обусловлен не только собственным развитием теории, но и обнару-
живавшимися связями с экспериментальной физикой и наблюдательными
данными в астрофизике. Это, во-первых, тщательное и всестороннее исследо-
вание тех решений уравнений Эйнштейна, которые интерпретировались как
решения, описывающие так называемые черные дыры. Особенности гравита-
ционных полей Шварцшильда и Керра, интерпретируемых как поля статиче-
ских и вращающихся черных дыр, анализ поведения вещества в этих полях
сразу привлек к себе внимание астрономов, открывших в 1963 году ква-
зизвездные объекты (квазары), обладавшие большой энергетикой. Д.Д. всегда
проявлял интерес к теоретическим работам, затрагивающим проблемы чер-
ных дыр. Он был оппонентом при защите И.Д. Новиковым кандидатской дис-
сертации, в которой исследовалась внутренность черных дыр, так называемая
Т-область. Впоследствии И.Д. Новиков стал одним из ведущих астрофизиков
страны, работавшим в группе акад. Я.Б. Зельдовича. Он неоднократно высту-
пал на семинаре Д.Д.

Еще больший интерес у Д.Д. вызвало другое направление в теоретической гравитации: проблема гравитационных волн. В начале 1960-х годов Дж. Вебер приступил к разработке и технической реализации своего эксперимента по обнаружению космических гравитационных волн. Д.Д. внимательно следил за его опытами. В 1961 году под его редакцией был издан отличный сборник статей из иностранной периодики «Новейшие проблемы гравитации». Благодаря изданию этого сборника Д.Д. вернулся к той тематике, которой был посвящен один из его первых сборников «Принцип относительности», содержащий работы классиков» релятивизма. Сборник «Новейшие проблемы гравитации» включал статьи, излагающие результаты эксперимента Паунда и Ребки, работу Вебера с изложением схемы его будущего эксперимента и ряд интересных теоретических работ. Наверное, при отборе статей для сборника проявилось характерное чутье Д.Д., поскольку многие работы, вошедшие в сборник, оказались определенными вехами в развитии теории гравитации или явились основой для прорыва в определенных направлениях. Так, в сборнике была помещена статья Ф. Пирани «Инвариантная формулировка теории гравитационного излучения». Инициатором включения этой статьи в сборник был, как я понимаю, молодой казанский гравитационист, сотрудник казанского профессора-математика А.З. Петрова Б.Т. Вавилов, являвшийся и переводчиком ряда статей сборника. Он был то ли стажером, то ли прикомандирован к Д.Д. Иваненко. Помню первое его появление на нашем семинаре в довольно оригинальной одежде (запомнились его брюки бордового цвета). Но он познакомил нас с результатами работ А.З. Петрова по алгебраической классификации гравитационных полей, с которыми не были достаточно знакомы не только за рубежом, но и в Советском Союзе отчасти потому, что многие результаты А.З. Петров публиковал в Трудах Казанского университета.

До появления на нашем семинаре Б.Т. Вавилов был в командировке в Англии, где знакомил с работами А.З. Петрова английских гравитационистов. Один из них, Ф. Пирани, заинтересовавшись этими работами, использовал их для того, чтобы дать инвариантное определение гравитационных волн, то есть не зависящее от системы координат, применяемой для их описания. Именно эта работа была включена в сборник. Гравитационно-волновая тематика, инициированная в теоретическом аспекте работой Пирани, а в экспериментальном плане работами Вебера, переживала в 60-70-х годах период расцвета. И она была одной из основных на семинаре Д. Д. Предлагались новые критерии гравитационных волн (В.Д. Захаров, Э. Малдыбаева), обсуждались особенности взаимодействия гравитационных волн и других видов материи (Ю.Г. Сбытов), рассказывалось о новых волновых решениях (И.М. Дозморov, В.Ф. Панов), сообщалось о состоянии гравитационно-волнового эксперимента (В.Б. Брагинский). Позже другие вопросы сменили гравитационно-волновую тематику в качестве доминирующих. Появление в теоретической физике калибровочных полей переключило интерес Д.Д. и семинара в эту сторону. И опять Д.Д. был инициатором и редактором отличного сборника

переводных статей «Элементарные частицы и компенсирующие поля». На семинаре многократно и с разных сторон обсуждалась возможность включения гравитационного поля в схему калибровочных полей. Потом настал черед увлечения обобщенной теорией гравитации, включающей в себя кручение.

Итак, каков же был семинар, если посмотреть на него глазами как бы постороннего человека? Происходил он, как уже говорилось ранее, по четвергам, в одной и той же аудитории 4-58. Назначался он на вечернее время, когда факультетские участники семинара были свободны от преподавательских обязанностей, а другие участники, не работающие на факультете, могли посетить семинар в свободное от своей работы время. Назначался он в разные годы на различное время. Скажем, в 60-е годы он назначался на 18.30–19.30, позже начало семинара сместилось на более раннее время. Однако назначенное время было достаточно условным. Пунктуальность не была в характере Д.Д. И если Д.Д. говорил, что будем начинать семинар в 19 часов, то сам добавлял «с легким либерализмом в 15–20 минут». «Легкий либерализм» выливался иногда в 30–40 минут, так что докладчик, незнакомый с этой особенностью ведения семинара, вынужден был сильно нервничать; знакомые – тем или иным способом приноравливались к этому. Правда, Д.Д. к тому времени мог быть давно на кафедре. Но перед семинаром происходили всякие разговоры с сотрудниками, аспирантами, участниками семинара, обсуждение научных и организационных вопросов, первоначальный просмотр литературы, всё это сопровождалось чаепитием (первым, основное было после семинара).

Наконец, семинар начинался, но не с основного доклада. Вначале Д.Д. знакомил участников с научными новостями и с литературой, которую он получал. В 1960–1970-е годы Д.Д. получал из-за рубежа большое количество оттисков, препринтов и сам выписывал иностранные журналы, так что его портфель перед семинаром был набит подобным материалом. На семинаре он бегло просматривался, и после краткого резюме того или иного оттиска или препринта последние с характерным автографом Д.Д. передавались для более подробного ознакомления тому участнику семинара, который специализировался в этой тематике. Цель состояла в том, чтобы этот участник, если работа того заслуживала, сделал более подробный ее реферат на семинаре. Д.Д. замыслил сделать традиционным реферирование литературы сотрудниками на семинаре, но, к сожалению, настойчивости у него не хватило, и реферирование литературы (кроме того краткого просмотра, который делал сам Д.Д.) не вошло в обычай. У Д.Д. было еще несколько «задумок», в частности, сделать так, чтобы участники семинара, особенно так называемые «молодые люди», то есть студенты старших курсов, аспиранты, делали свои сообщения на английском языке. Польза от этого была бы несомненной, ведь на семинаре нередко выступали иностранные гости, да и сами участники семинара, участвуя в зарубежных конференциях, чувствовали бы себя более уверенно. Но и этот замысел не был реализован.

Хотя процедура просмотра литературы была до некоторой степени утомительной и тягостной для докладчика, у которого отнималось драгоценное

время, все же она имела и значительное число положительных моментов. Д.Д. сообщал последние сведения об открытиях в физике элементарных частиц, о планах и строительстве новых ускорителей, что приучало гравитационистов не замыкаться в своей области. Но самое главное, люди получали свежую литературу, работа над которой стимулировала (кстати, слово, часто употреблявшееся самим Д.Д.) их собственные размышления, помогала определиться с новыми задачами, овладеть новыми методами. Я сам храню несколько оттисков работ Р.К. Сакса, Э. Ньюмена, Р. Пенроуза, которые помогли мне овладеть так называемым методом Ньюмена – Пенроуза и применить его для решения задач, составивших предмет моей кандидатской диссертации и ряда других моих последующих работ. Описанная деталь процедуры была, на мой взгляд, одной из основных ценностей семинара. Вернемся, однако, к семинару.

По истечении 30 минут литература, имевшаяся в портфеле Д.Д., прореферирована и распределена между участниками семинара, и слово предоставляется докладчику. «Вы, пожалуйста, сделайте краткое введение для заднескамеечников», – говорит Д.Д. докладчику, подразумевая при этом студентов и аспирантов. Для докладчика это еще одно испытание, ведь уже 20 часов и введение отнимет время от основного сообщения. Тем не менее краткий экскурс в историю вопроса, и часто он оказывается не кратким, действительно оказывается полезным не только заднескамеечникам, но и почти всем участникам семинара, да и самому докладчику, поскольку при этом ему задаются вопросы и докладчик вынужден более четко ставить свою проблему. Все это достигается ценой того, что на основную часть сообщения у докладчика остается очень мало времени и он вынужден излагать свои результаты скороговоркой, иногда продолжая свой рассказ на следующем семинаре.

В первые годы работы семинара, когда Д.Д. был помоложе, он стремился закончить выступление на одном семинаре. При этом последний затягивался до 23 часов. Помнится, на этой почве у Д.Д. нередко возникали конфликты со служителями факультета, требовавшими прекращения работы и освобождения аудитории. Иногда накапливалось много материала, и в повестку семинара ставились два доклада. Однако упомянутые особенности семинара практически никогда не делали возможным сделать два доклада, и Д.Д. был вынужден смириться, как он говорил, с «эмпирическим правилом»: один семинар – один доклад.

Итак, докладчик начинал излагать содержание своей работы. По истечении некоторого времени у слушателей накапливались вопросы, и они начинали задавать их докладчику. Иногда дискуссия разгоралась так сильно, что то один, то другой слушатель выходил к доске, чтобы на доске изложить математические детали своих контраргументов. Д.Д. слушал, отмечал у себя в тетради основные моменты доклада, время от времени задавал вопросы и руководил возникавшими дискуссиями. «А как у вас с лямбда-членом?» – слышался его вопрос, когда речь шла о космологических решениях. Д.Д. ратовал за включение лямбда-члена в уравнения Эйнштейна, и, как оказалось, проблема здесь действительно есть. «Отметьте, пожалуйста, – говорил он

докладчику, – что тетрады нужны для определения спиноров в искривленном пространстве, как это показано у нас с Фоком» (если доклад касался применения тетрад в гравитации). «Кручение следует из компенсационной трактовки гравитационного поля», – резюмирует он доклад по кручению. – Это показано в работах Утиямы, Киббла, Фролова. И, кроме того, кручение согласно теореме Родичева, приводит к нашему с Гейзенбергом нелинейному варианту уравнения Дирака». Фролов был аспирантом Д.Д., а профессор Владимир Иванович Родичев был любимым учеником и многолетним сотрудником Д.Д. Последний нередко говорил на семинарах: «Давайте спросим мнение Владимира Ивановича» – когда речь шла о тех или иных вопросах, касающихся теории относительности, особенно системах отсчета, тензора энергии и т.д.



Группа участников гравитационного семинара Д.Д. Иваненко (середина 1960-х годов).
Слева направо: Д.В. Белов, В.И. Родичев, В.С. Брежнев, О. Гусейнов,
Н.В. Мицкевич, Ю.Г. Сбытов, Б.Н. Фролов, Д.Ф. Курдгеладзе, А.И. Наумов,
Д.Д. Иваненко, А.С. Жукарев и др.

Наконец, часам к 22, семинар заканчивался, и Д.Д., поблагодарив докладчика, предлагал всем пройти на кафедру, располагавшуюся рядом с аудиторией 4-58. Там начинался так называемый «постсеминар». «Берите чай и печенье», – говорил он всем пришедшим, а сам, усевшись за стол, в процессе чаепития вел организационные и околонуточные разговоры с участниками семинара. Один хотел взять литературу из числа принесенной Д.Д., другой оправдывался, что он еще не изучил взятую литературу, третий просил поставить его доклад на следующем семинаре, четвертый пытался кратко рассказать о содержании интересующей его работы и т.д.

Так проходило типичное заседание. На протяжении почти 30 лет (если считать от начала 1960-х годов) четверговый семинар жил разнообразной жизнью. Менялись численность и состав участников, менялись предпочтительные темы семинара, но для многих гравитационистов Москвы конец сентября – начало октября было связано с вопросом: «Не начался ли семинар у Иваненко? Надо бы посетить».

THE FORMATION OF GRAVITY RESEARCH AT THE FACULTY OF PHYSICS MSU (MEMORY OF THE GRAVITY SEMINAR)

Yu.G. Sbytov

Abstract. The article was written in connection with the 120th anniversary of the birth of Professor D.D. Ivanenko. It contains the author's memories of the emergence of Ivanenko's gravitational seminar, the style of his work, as well as the topics discussed at his meetings, in particular, the problems of gravitational radiation and the calibration approach to the description of gravity.

Keywords: Gravity seminar D.D. Ivanenko, gravitational waves, calibration approach