

**ЕЖЕГОДНИК ГАЗЕТЫ
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»
2020 год**



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ЕЖЕГОДНИК ГАЗЕТЫ
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»
2020 год**



Москва
Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова
2021

УДК 53;08
ББК 22.3;94
Е36

Ежегодник газеты «Советский физик». 2020 год / под ред.
Е36 К. В. Показеева. — Москва : Физический факультет МГУ имени
М. В. Ломоносова, 2021. — 299, [5] с.

ISBN 978-5-8279-0211-9

Сборник составлен из номеров газеты «Советский физик» — печатного органа Ученого совета, деканата и общественных организаций физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова за 2020 год.

Издание предназначено для всех интересующихся жизнью и историей физического факультета Московского университета.

УДК 53;08
ББК 22.3;94

*Посвящается 270-летию
Московского университета!*

ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

«Советский физик» — газета физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. С 1953 г. выпускается в настенном варианте, с 1998 г. в настенном, журнальном и электронном (<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/>; <http://www.msu.ru/resources/msu-publ.html>) вариантах. По материалам газеты выпущен ряд сборников: «Советский физик», «Люди физфака», «Проблемы образования глазами «Советского физика», «Физфаковцы», «Физфаковцы и Великая Отечественная война», «Физфаковцы в комсомоле и ССО», «Советский сверхчеловек», “М.В. Ломоносов в «Советском физике»” и др.

Электронный архив газеты «Советский физик» за 1997–2018 гг. и тематические сборники размещены на (<https://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys> и <https://cloud.mail.ru/public/7qu4/mTf4m752L>).

С 2018 начато издание Ежегодника «Советского физика», в который помещаются все материалы номеров газеты за год. При подготовке издания устраняются замеченные опечатки и ошибки.

Материалы газеты предоставляют читателю возможность ознакомиться с жизнью факультета.

Надеюсь, что издание «Ежегодник газеты «Советский физик». 2020 год» будет полезно всем интересующимся жизнью и историей физического факультета МГУ.

*Главный редактор «Советского физика»
профессор К.В. Показеев*

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

1(142)/2020

(Февраль)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2020



ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА С МЕЖДУНАРОДНЫМ ЖЕНСКИМ ДНЕМ



*Дорогие сотрудницы,
студентки и аспирантки
нашего факультета!*

От всего сердца поздравляю вас с первым весенним праздником — Международным женским днём! Пусть этот замечательный день будет для вас радостным и светлым!

Международный женский день — прекрасный повод выразить наше искреннее восхищение вашей блистательной эрудицией, красотой, талантом и безупречными душевными качествами!

Невозможно переоценить тот вклад, который вы вносите в развитие и процветание физического факультета нашего университета. Многие годы вы посвящаете занятию наукой, подготовке высококвалифицированных специалистов, административной работе. От всей души благодарю вас за высокие достижения в научной и педагогической деятельности, учебе и творчестве. Спасибо, что создаете в коллективе атмосферу поддержки и взаимного уважения, любви и гармонии.

Творческих и профессиональных успехов, счастья и здоровья, любви и дружбы, радости и уверенности в завтрашнем дне, красоты и молодости на долгие годы желаю вам сотрудники, аспиранты, и студенты нашего факультета.

Декан физического факультета МГУ
профессор Н.Н. СЫСОЕВ

ПОЗДРАВЛЯЕМ КОЛЛЕГ**ПОЗДРАВЛЯЕМ**

профессора РУДЕНКО Олега Владимировича,
заведующего кафедрой акустики,
получившего в 2020 году
Премии имени М.В. Ломоносова
за педагогическую деятельность!

ПОЗДРАВЛЯЕМ

наших коллег, получивших почетные звания
Московского университета!

Почетное звание «Заслуженный профессор Московского университета»
получила

профессор кафедры магнетизма

ПРУДНИКОВ Валерий Николаевич,

профессор кафедры квантовой электроники

ФАДЕЕВ Виктор Владимирович

Почетное звание «Заслуженный преподаватель Московского университета»
получила

доцент кафедры экспериментальной астрономии

СУРДИН Владимир Георгиевич,

доцент кафедры небесной механики, астрометрии и гравиметрии

ШИРМИН Геннадий Иванович

Почетное звание «Заслуженный работник Московского университета»
получила

ведущий инженер кафедры общей физики

МАЛОВА Тамара Иосифовна

С ВЫСОКИМИ НАГРАДАМИ!



НАСЛЕДИЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО И ЛОМОНОСОВ

К 270-летию МГУ

НОВО-ОГАРЕВО, 29 октября. /ТАСС/. Ректор МГУ Виктор Садовничий попросил президента РФ Владимира Путина подготовить указ о праздновании 270-летия университета, которое будет отмечаться в 2025 году.

"Нам скоро 270 лет. И мы готовимся к этому юбилею, мы хотим отреставрировать некоторые здания на улице Моховой, построить новое общежитие. И я набрался смелости попросить вас поручить подготовить указ о юбилее", — сказал он на встрече с главой государства.

При этом Садовничий добавил, что мероприятия, посвященные юбилею университета, планируется проводить с 2024 года. Путин поддержал эту просьбу. *"Хорошо"*, — сказал глава государства.

Уважаемые коллеги!

Поддержим обращение нашего ректора. Этой статьей газета начинает серию публикаций, посвященных 270-летию МГУ.

Главный редактор «Советского физика» Показеев К.В.



— Когда появились ученые и наука в России?

— Наверное, при Петре I.

Такой ответ верен лишь отчасти. Верно, что ученые появились в России благодаря первому российскому императору, но появление иностранных учёных, исследователей, даже крупных — это ещё не рождение отечественной науки как социального института.



«Полтавская баталия», созданная Михаилом Васильевичем Ломоносовым, украшает Главное здание Академии наук в Санкт-Петербурге

Член Парижской академии наук, лично знавший Фонтенеля, Лейбница, Вольфа, одинаково умело владевший топором и искусством политики, ради осуществления великодержавных идеалов не пожалевший родного сына, гладко выбривший русских и обрядивший их в голландское платье, сделавший пленную прачку российской царицей — Пётр I (1672–1725) всеми силами стремился насадить в России просвещение не только потому, что иначе невозможно было укрепить её военную мощь, ускорить промышленное развитие, разведать природные богатства, но и потому, что сам был обуян страстью к наукам и образованию. Он первым из русских царей, взойдя на престол, совершил путешествие в Европу, где изучал науки, ремесла и устройство научных обществ, академий,



университетов, примеряя иностранные образцы к российской жизни, в условиях которой задуманное Петром казалось совершенно невыполнимым.

России, по мысли Петра, нужны были не только рабочие руки, но и инженеры, образованные чиновники и государственные деятели, учителя математики, физики, химии, минералогии и т. д.; наконец, нужны были ученые, которые могли бы развивать уже имеющиеся знания и преумножать их. Пётр всё это понимал, но не было времени ждать, когда появятся свои инженеры, математики, физики. Выход был один: пригласить на работу крупных иностранных специалистов и одновременно направить в европейские страны своих способных молодых людей учиться у тамошних инженеров и учёных.

Так в России (уже после кончины Петра) появились такие выдающиеся учёные, как Даниил Бернулли (1700–1783), Леонард Эйлер (1707–1783), затем Георг Рихман (1711–1753), Франц Эпинус (1724–1802) и др. Работая длительное время в Санкт-Петербурге, они обеспечили начальное развитие российской науки. К этому времени прошел обучение в Германии будущий первый русский академик Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765).

Если в Западной Европе академии наук возникали из неформальных научных сообществ, поначалу лишь время от времени получавших материальную поддержку от властей, то Академия наук, созданная по указу Петра I в Петербурге, и Московский университет, основанный императрицей Елизаветой Петровной, с самого начала были государственными учреждениями. Императорская власть дала России новомодную пищу просвещения прежде, чем она почувствовала голод; и если в других странах образовательные заведения были обязаны своим возникновением, как правило, частным лицам, то в России учебные учреждения были основаны по воле правительства и содержались на его средства.

Петровская Академия создавалась с размахом. Для нее сразу были предусмотрены обширный штат ученых и подручного персонала с высокими жалованиями, свои мастерские, библиотека, типография и обсерватория. Иоганн Бернулли, отправляя сыновей в Петербург, полагал, что «лучше несколько потерпеть от сурового климата страны льдов, в которой приветствуют муз, чем умереть от голода в стране с умеренным климатом, в которой муз обижают и презирают». Позже Эйлер на вопрос прусского короля Фридриха II о том, где он достиг столь обширных познаний, ответил: «Я всем обязан своему пребыванию в Петербургской Академии».

Пётр также возложил на Академию обязанность готовить национальные научные кадры, для этого при ней были учреждены гимназия и



университет. Этого в европейских академиях не было. Однако академический университет неоднократно закрывался из-за отсутствия студентов и окончательно зачах в 1766 г. Полноценный университет возник в Петербурге по указу Александра I только в 1819 г.

При Академии в 1725 г. (в это время в ней состояло 17 действительных членов) был создан великолепно оснащенный физический кабинет для экспериментальных исследований, что существенно повлияло на развитие физики и способствовало повышению авторитета России на европейском уровне. Среди иностранных ученых возникла конкуренция за доступ к столь благоприятным для них условиям.

Некоторые влиятельные петербургские академики и глава академической канцелярии И.Д. Шумахер (1690–1761) создавали трудности для работы и продвижения русских научных и педагогических кадров, не давали нормально работать неугодным им ученым, в том числе Бернулли и Эйлеру, которые в конце концов покинули Россию (к счастью, Эйлер после 25-летнего отсутствия навсегда вернулся в Россию в 1766 г.). В Академии бытовало мнение о русском народе как о не способном к творчеству, мол, «из русских ни учёных, ни художников не может быть». Известно, сколько сил и трудов пришлось потратить Ломоносову на борьбу с этим возмутительным явлением. К тому же в высших слоях российского общества процветало преклонение перед всем иностранным. Поэтому столь патетично звучат знакомые со школьной скамьи стихи Ломоносова, обращенные к молодому поколению России:

*О вы, которых ожидает
Отечество от недр своих
И видеть таковых желает,
Каких зовет от стран чужих,
О, ваши дни благословенны!
Дерзайте ныне ободренны,
Раченьем вашим показать,
Что может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать.*

Но почему Михаил Васильевич употребил слово «показать»? Ведь не к показухе же он призывал! И кому показать? Ответ очевиден — Европе. В самом деле, в первой половине XVIII века Россия еще не заявила о себе как о великой европейской державе (это случилось позже, во время Семилетней войны 1756–1763 гг., когда русские войска вошли в Берлин). А великая держава — это не только мощная экономика и сильная



армия, но и развитая культура с науками и искусством. Поэтому если у России будут свои великие философы и ученые, архитекторы и поэты, художники и музыканты, то её ни в коем случае нельзя будет считать варварской страной (как полагали на Западе) и она никогда не будет колонией «цивилизованных» государств. Ломоносов это прекрасно понимал. Как и его кумир, Петр Великий. А иначе зачем он под самым носом у Европы среди болот основал великолепный Петербург, построенный как европейская столица?

К счастью, среди академиков было немало истинных рыцарей науки, доставивших Петербургской Академии европейскую славу. В области физики наиболее значительных результатов достигли Эйлер, Бернулли, Рихман, Эпинус, но особенно Ломоносов.

Михаилу Васильевичу были свойственны поэтически-философский взгляд на природу, единый метод ее изучения, восхищение государственными деятелями, искренне радеющими о развитии наук и образования в России, и, наоборот, ярая ненависть к тем, кто стоял на пути у дела русского просвещения. Этот ломоносовский стиль был характерен для многих выдающихся представителей отечественной науки.

С работами первого русского академика были хорошо знакомы Эйлер и французский философ-энциклопедист Дени Дидро (посетивший Россию по приглашению Екатерины II). Благодаря им наследие Ломоносова стало достоянием мировой науки. Эйлер переписывался с цветом научной мысли того времени и пропагандировал работы Ломоносова. А Дидро взгляды русского академика поместил в знаменитую «Энциклопедию», правда, без указания имени их автора.

Когда в европейской науке о свете господствовала корпускулярная теория, Эйлер под влиянием Ломоносова развил оригинальную волновую теорию света, объяснив зависимость показателя преломления от свойств среды, и предложил формулу двояковыпуклой линзы. Также он установил закон сохранения момента количества движения и заложил основы (совместно с Бернулли) механики жидкости и газа.

Рихману принадлежат важные работы по теплофизике. Он дал формулу для определения температуры смеси любого числа жидкостей, экспериментально изучал явления электризации и электропроводности тел, открыл электростатическую индукцию (1748–1751). Рихман дружил с Ломоносовым. Он погиб от удара молнии при совместном с ним исследовании с помощью «грозовой машины» атмосферного электричества.

Но наиболее важные результаты, во многом опередившие свое время, были получены именно Ломоносовым. В работе «Размышление о причинах теплоты и холода» (1744), противореча господствовавшей теории теплорода, он утверждал, что теплота обусловлена вращательным



(«коловоротным») движением мельчайших частиц тела (корпускул). Ломоносов впервые пришёл к выводу о существовании самой низкой температуры (абсолютного нуля) на основе молекулярно-кинетических представлений. Он сформулировал всеобщий закон сохранения материи и движения (1748) и экспериментально опроверг учение Р. Бойля о теплороде. Он задолго до Лавуазье исключил из химии флогистон. Ломоносов разрабатывал общую теорию электричества на основе движения эфира, обосновал образование атмосферного электричества вертикальными воздушными потоками. Он метко критиковал общепринятую в то время корпускулярную теорию света. С помощью простого опыта он установил, что Луна поглощает «теплотворные» лучи, содержащиеся в солнечном излучении. Наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, он открыл у этой планеты атмосферу. Также Ломоносов описал строение Земли, объяснил происхождение многих полезных ископаемых, создал массу научных приборов и инструментов.

Михаил Васильевич, осознавая невозможность преобразования университета при Петербургской академии, с воодушевлением воспринял намерение фаворита императрицы Елизаветы Петровны Ивана Ивановича Шувалова (1727–1797) содействовать созданию настоящего университета в Москве, написал его проект и стал идейным основателем старейшего в России высшего учебного заведения.

И все-таки даже мощного начального импульса, данного наукам со стороны государства и титанических усилий «первого нашего университета» (как назвал Ломоносова А.С. Пушкин) было недостаточно для того, чтобы гарантировать отечественной науке свободное, устойчивое и восходящее движение. Не случайно на смертном одре Ломоносов пессимистически оценивает перспективы дела «приращения наук» в России: «И теперь при конце жизни моей, должен я видеть, что все мои полезные намерения исчезнут вместе со мною».

За четверть века после смерти Ломоносова не было издано ни одного учебника по физике. Только в 1782 г. в программы народных училищ была введена физика, а также были изданы учебники по некоторым областям естествознания. Екатерина II и ее правительство поддержали развитие естественных наук и внедрение их в народное образование главным образом в военно-экономических целях, ведь иначе нельзя было создать армию, способную в изменившихся условиях защищать интересы великодержавной России.

Как правило, в российском государстве грядущая военная опасность или крупные военные неудачи были поводом для пристального внимания властей к состоянию наук и образования. В периоды же относительного затишья случались гонения на университеты как на «рассадники безбо-



жия и революционности», что, конечно, имело место. Но Ломоносов не был ни безбожником, ни бунтарем против власти. Природу он чтит как Творение, Библию — как Закон, а власть российскую — как источник Державности.

Ст. преп. КОФ А.Ю. Грязнов

К 100-ЛЕТИЮ ИРИНЫ ВЯЧЕСЛАВОВНЫ РАКОБОЛЬСКОЙ

Наши встречи — опорные вехи в моей жизни



22.12.1919–22.09.2016

Ирина Вячеславовна — учёный, физик, «Заслуженный профессор МГУ» — более известна как начальник штаба 46-го гвардейского женского полка ночных бомбардировщиков, в котором не было мужчин — одни женщины. Летчиц полка немцы называли «ночными ведьмами», вероятно, за 3 миллиона бомб разного калибра, сброшенных на них в вой-



ну. В статье я расскажу о другой, провидческой роли Ирины Вячеславовны как педагога-наставника в моей жизни.

Первая моя встреча с Ириной Вячеславовной состоялась у неё в квартире в доме преподавателей МГУ на Ломоносовском проспекте более полувека назад, в октябре 1966 г., вскоре после начала моих занятий на первом курсе физфака МГУ. Старший сын Ирины Вячеславовны, Андрей Линде, с которым мы оказались в одной группе, пригласил меня к себе домой для дополнительных занятий по математике, чтобы «подтянуть» мой уровень десятиклассника до выпускника 11 класса. В 1966 г. был двойной выпуск 10-х и 11-х классов одновременно и удвоенное число абитуриентов в вузах. Так, на физфак МГУ было подано около 4500 заявлений (из них примерно 3600 медалистов) на 500 мест. Особенно трудно было нам, десятиклассникам, у которых не было возможности учиться в спецшколе или с репетитором, как мне в городе Ишимбае, в Башкирии, чтобы «зацепить» математику 11 класса перед экзаменами в МГУ (через неделю после выпускных в школе). Заметим здесь, что наша, 16 группа, куда я был распределён, была очень сильной по составу. Несомненно, наша группа была сингулярностью среди двадцати групп на курсе. Судите сами, в ней оказались четверо из 6-ти студентов курса, которые сдали оба вступительных экзамена по математике на пятерки и были зачислены на физфак без остальных экзаменов.

Ирина Вячеславовна тонким педагогическим чутьём быстро оценила мою ситуацию после нашего знакомства и короткого представления Андрея. Она пришла тогда поздно вечером с мужем, Дмитрием Павловичем Линде (полковник, доктор наук, автор ряда монографий по радиоэлектронике). За ужином я сразу узнал, что значит «начальник штаба полка». Ирина Вячеславовна сказала, чтобы я не спрашивал её об отсутствии чего-либо на столе: молока или черного хлеба, например, поскольку за поставку провианта в семье отвечают Андрей и младший брат Коля. Затем, узнав, что 2 июня 1966 г. я потерял отца, поддержала меня и сказала, что сама рано осталась без папы тоже. Кроме этого она добавила, что год не посещала школу из-за болезни, но всех догнала, окончила школу с медалью и поступила на физфак МГУ. Далее мягко, но настойчиво убедила меня в том, что все мои трудности — временные. Ей тоже было трудно продолжать учёбу после войны: днём она засыпала на лекциях, а ночью бодрствовала (по графику полётов ночных бомбардировщиков, см. книгу «Ночные ведьмы», Ракобольская И., Кравцова Н.). «Серёжа, надо спокойно и сосредоточенно работать и работать, несмотря на неудачи, которых будет много впереди. Тогда всё получится. Ты поступишь в аспирантуру, будешь кандидатом и даже доктором наук», — сказала она. Что и случилось на самом деле. Первая наша встреча оказалась важнейшей



опорной вехой всей моей жизни, эта встреча задала вектор моего движения в науке. Таких программных встреч было немного, но они сыграли определяющую роль в моей жизни. Расскажу ещё о двух.

В 1974 г. на комсомольской конференции МГУ меня, аспиранта кафедры Рема Викторовича Хохлова, избирают в состав бюро комитета комсомола (вузкома) МГУ с освобождением от учёбы на год. Вскоре после этого я встречаю Ирину Вячеславовну. Рассказав ей, что пока всё получается так, как она говорила в 1966 г., и, добавив про выборы в бюро, я ожидал какой-то похвалы. Однако Ирина Вячеславовна несколько охладила мои ожидания. Оказалось, что она тоже была секретарём вузкома МГУ после войны и имела опыт работы там. Она рассказала, что это за работа — разговоры затягиваются допоздна, возникает соблазн отложить науку на время. А моя задача — устоять перед соблазном и продолжать настойчиво заниматься физическим экспериментом в лаборатории. Эта встреча удержала от перехода на должность инструктора в Ленинский райком партии, куда меня настойчиво приглашали.

Не менее значимой для меня была ещё одна наша встреча, которая состоялась в дни моего перехода на работу из МГУ в ИКИ РАН в 1985 г. Меня пригласили возглавить сектор и принять участие в проекте «Фобос-88» для разработки и калибровки лазера для создания плазмы на поверхности Фобоса (спутника Марса) с пролётной глиссады и анализа изотопного состава на борту космического аппарата прибором ЛИМА-Д. Решение о переходе было трудным на фоне блестящих результатов на кафедре С.А. Ахманова. Так в 1984 г. он поставил задачу сжать пикосекундный импульс и прорваться в диапазон фемтосекундных длительностей. Нам удалось это сделать, впервые в МГУ, что открывало в лазерной физике новое направление сильных оптических полей тера- и петаваттных мощностей.

При этой встрече Ирина Вячеславовна поинтересовалась моими успехами и планами. После короткого моего повествования она сказала, что ИКИ РАН — это не физфак МГУ и там другая наука. Но в ИКИ самая короткая дорога от идеи до её воплощения в физический прибор или уникальный эксперимент. Удивительно, но её предвидение полностью сбылось! После такого разъяснения я решил переходить, поскольку был физиком-экспериментатором. Мой опыт и знания сразу были востребованы. Так, на основе экспериментов на нашей кафедре ОФиВП с В.И. Кузнецовым, удалось убедить руководство остановить все работы в ИКИ по лазеру на стекле с неодимом и стимулировать разработку нового бортового Nd:YAG-лазера (за 2 года до старта!). Этот лазер позволил полностью отказаться от системы охлаждения жидкостью. Кроме того, заметить телескоп Кассегрена на панкреатический с двумя подвижными эле-

ментами, который обеспечивал фокусировку пучка лазера на поверхности Фобоса в пятно одного размера при вариации высоты глассады. Потеря связи с аппаратом в окрестности Фобоса в марте 1988 г. не позволила провести уникальный эксперимент.

Наиболее значимым для меня было участие в миссии MarsPolarLander-99 с нашим уникальным, не имевшим аналога, лидаром. После неудачи с Фобосом мы предложили и разработали в 1991 г. компактный лидар нового поколения с безопасным уровнем излучения на диодном лазере и счётчике фотонов. Упомяну, что позднее на этих принципах в США был разработан лидар для навигации беспилотных автомобилей. В 1996 г. наш лидар выиграл серьёзный международный конкурс и был впервые включён в миссию НАСА. 3 декабря 1999 г. (20 лет назад) первый лидар, лидар РАН, был доставлен к Марсу и десантирован на поверхность на борту посадочного комплекса. Результаты работы над лидаром вошли в мою докторскую диссертацию, которую я защитил в МГУ в 1998 г. и выполнил ещё один наказ Ирины Вячеславовны. При нашей встрече она поздравила меня с успехом и пожелала не останавливаться на достигнутом, не терять активности в науке. Я благодарен Ирине Вячеславовне за её поддержку и участие в моей жизни, которая сложилась бы иначе без этих знаковых встреч.

В последние годы Ирина Вячеславовна приложила много усилий, направленных на создание исторической энциклопедии о роли женщин страны в защите Родины в Великой Отечественной войне, как на фронте, так и в тылу. Особо значимым она считала создание скульптурного комплекса, посвященного женщине-матери, воительнице, труженице, которая спасала жизнь, будущее нашей страны да и всего мира, часто принося свою жизнь на алтарь Победы.

Важные стороны жизни Ирины Вячеславовны Ракобольской отражены в ряде публикаций, таких как:

«Физфаковцы и Великая Отечественная война». Избранные материалы газеты «Советский физик» 1998–2014 гг./М. Физический факультет МГУ. 2015.

«Физфаковцы». Избранные материалы газеты «Советский физик» 2011–2014 гг./М. Физический факультет МГУ. 2018.

«Советский физик», 2019, №7(141).

[https://tvkultura.ru/brand/show/brand_id/40608/;](https://tvkultura.ru/brand/show/brand_id/40608/)

[https://www.youtube.com/watch?v=Z8IvCh_nESY.](https://www.youtube.com/watch?v=Z8IvCh_nESY)

Светлая память об Ирине Вячеславовне остаётся с нами, в наших делах и в науках.

*Першин С.М., выпускник физического факультета 1972 г.,
главный научный сотрудник ИОФ РАН, д.ф.-м.н.*



ВОСПОМИНАНИЯ ИРИНЫ ИЛЬНИЧНЫ МИНАКОВОЙ О ЕЕ БОЕВОЙ МОЛОДОСТИ

На фронтах Великой Отечественной войны воевали не только мужчины. Среди защитников Отечества было немало женщин, даже совсем молодых. Одной из них была Ирина Ильинична Минакова. В армию она пошла добровольцем со студенческой скамьи в возрасте 20-ти лет. Воевала в женском авиационном полку пикирующих бомбардировщиков Пе-



2* имени Героя Советского Союза Марины Расковой. Полк этот за участие в операции «Багратион» по освобождению Белоруссии от немецких оккупантов получил название «Борисовский», стал гвардейским.

Вот что рассказала о своей войне Ирина Ильинична: «Меня как-то попросили рассказать о каком-нибудь боевом эпизоде, а я в ответ: обязательно боевом? Война ведь совсем не фейерверк, а просто трудная работа... Вот мне хочется рассказать о трудной работе, о своих подругах-оружейницах гвардейского бомбардировочного полка имени Марины Расковой, снаряжавших в бои грозные пикирующие бомбардировщики Пе-2. Слово «акселерация» еще не было в ходу и

многие из оружейниц «не дотягивали» по росту до 1м 60 см. А каждый вылет — это надо подвесить на самолет до 800 кг бомб, это надо в любую погоду обеспечить исправность, набить ленты с патронами и снарядить три пулемета. И если что-то не так, то и отремонтировать и пулеметы, и бомбосбрасыватели. А оружейник на каждом самолете — один. Выручала дружба, взаимная помощь, желание как можно больше сделать для Победы.

Самыми маленькими были две подружки — Тося Лепилина и Ирочка Зубкова, веселые неунывающие певуньи. После войны Ирочка стала профессиональной певицей. А тогда... Усталость, не усталость, но если все хорошо, если все вернулись с вылета, и бомбежка прошла удачно —

как звенел Ирочкин голос вечером, на импровизированном концерте в землянке! Большинство девушек, обеспечивающих работу техники, были комсомолки, студентки Москвы, Саратова и других городов. Вот когда пригодились и технические навыки, и спортивные разряды. Особенно запомнилось лето 1944 года. Летали и бомбили Кенигсберг, Либаву — сильно укрепленные узлы обороны. Уже чувствовалось — Победа скоро! И тем тяжелее терять друзей.

А бои были тяжелые, летали много. И даже трудно представить теперь, как мы могли справиться — девушки-оружейницы, ни разу не задержав вылет, всегда успевая подготовить самолеты к боевой работе. На груди у наших «малышек» Тоси и Ирочки ордена Красной звезды и медали. И зовут их «ветераны». В памяти же сохраняются девушки-солдаты, дружные, неунывающие и молодые».

*Ирина Ильинична Минакова, член КПСС, старший научный сотрудник кафедры физики колебаний. Окончила физический факультет в 1941 г. Добровольцем в 20 лет вступила в Красную Армию. Гвардии ефрейтор. Воевала на 3-м Белорусском и 1-м Прибалтийском фронтах. Участник обороны Москвы. После возвращения с фронта в 1945 г. поступила на работу на физический факультет. Кандидат физико-математических наук (1952), доктор физико-математических наук (1977). Подготовила 24 кандидатов наук. В МГУ читала курсы: «Автоколебательные системы», «Теория колебаний», «Нелинейные системы», «Параметрические и нелинейные системы». Награждена орденом Отечественной войны 2-ой степени, медалями «За оборону Москвы», «За победу над Германией» и многими юбилейными медалями.
(В тексте сохранена орфография Ирины Ильиничны).*

Б.Н. Швилкин

***Прим. Главного редактора.** Не путать с По-2! Пе-2 – основной фронтовой бомбардировщик Красной Армии, его бомбовая нагрузка - до 1000 кг, труден в управлении, особенно в режиме пикирования.

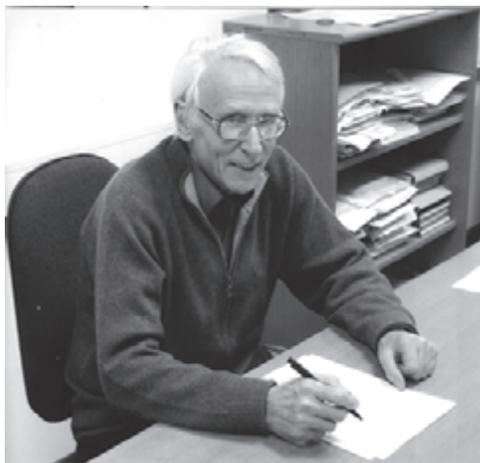
80 ЛЕТ АНДРЕЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ СЛАВНОВУ

Кафедра теоретической физики от всей души поздравляет своего заведующего, академика Андрея Алексеевича Славнова, с 80-летним юбилеем. Андрей Алексеевич является выдающимся ученым, внесшим важнейший вклад в становление квантовой теории калибровоч-



ных полей, которая является основой современной физики высоких энергий и элементарных частиц.

Андрей Алексеевич Славнов родился 22 декабря 1939 года, в 1962 году окончил физический факультет МГУ. В 1965 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Некоторые вопросы теории векторных полей», а в 1972 году — докторскую диссертацию «Перенормировки в теориях с нетривиальной внутренней симметрией». В 1983 году А. А. Славнов стал профессором, а в 1987 году был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.



В 2000 году он был избран действительным членом Российской академии наук. С декабря 1990 года Андрей Алексеевич руководит кафедрой теоретической физики физического факультета МГУ, а с 1992 года — отделом теоретической физики Математического института им. В. А. Стеклова РАН. В настоящее время А. А. Славнов также является главным редактором журнала «Теоретическая и математическая физика» (ТМФ). Им опубликовано более 170 научных работ. Эти работы выявили ряд основополагающих свойств теории Янга – Миллса на квантовом уровне и внесли значительный вклад в современное понимание этих теорий, играющих важнейшую роль в современной физической картине мира. Так, например, неабелевы калибровочные теории используются для построения Стандартной модели сильных и электрослабых взаимодействий элементарных частиц. Также на их языке формулируются и различные ее обобщения, которые могут описывать то, что часто называют «новой физикой». К ним, в частности, относятся теории Великого объединения или суперсимметричные расширения Стандартной модели. Использование аппарата неабелевых калибровочных теорий позволяет объяснить многие эффекты и явления физики элементарных частиц, а также сделать много важных и интересных предсказаний, поэтому эта область играет важнейшую роль в нашем понимании окружающего мира.

Одним из важнейших вкладов Андрея Алексеевича Славнова в современную физику является построение тождеств, связывающих



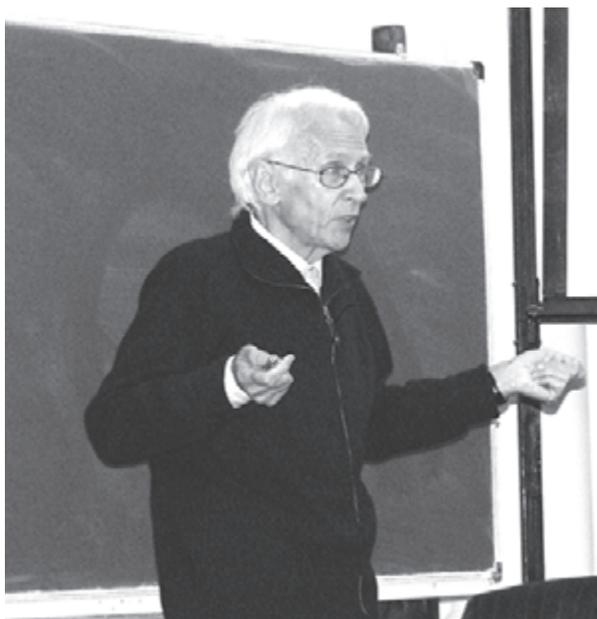
между собой функции Грина неабелевых калибровочных теорий, которые впоследствии получили в мировой литературе название «тождества Славнова – Тейлора». Как оказалось, эти тождества возникают благодаря инвариантности полного действия теории относительно BRST-симметрии, которая является остатком от калибровочной инвариантности после процедуры фиксации калибровки. Тождества Славнова – Тейлора являются основным ингредиентом доказательства перенормируемости теорий Янга – Миллса, которое в настоящее время описано во многих классических учебниках и монографиях по квантовой теории поля. При этом Андрей Алексеевич Славнов впервые продемонстрировал совместность процедуры перенормировки с калибровочной симметрией. Кроме того, Андрей Алексеевич впервые доказал перенормируемость суперсимметричных неабелевых калибровочных теорий, которые в настоящее время рассматриваются в качестве наиболее вероятных кандидатов на роль теорий, описывающих новую физику за рамками Стандартной модели.

Еще одним выдающимся результатом, полученным Андреем Алексеевичем, является построение регуляризации высшими ковариантными производными, которая позволяет работать с бесконечными величинами, возникающими при вычислении квантовых поправок в квантовой теории поля, без использования пространств нецелой размерности. Такая регуляризация оказалась чрезвычайно удобной для исследования квантовых свойств киральных и суперсимметричных теорий. Работы, выполненные в последние годы, показали, что регуляризация высшими ковариантными производными имеет целый ряд существенных преимуществ по сравнению с широко известной техникой размерной регуляризации. В частности, стоит отметить, что с помощью именно этой регуляризации удалось во всех петлях построить схему перенормировки, в которой справедливо точное выражение для бета-функции $N = 1$ суперсимметричных калибровочных теорий, предложенное в 1983 году Новиком, Шифманом, Вайнштейном и Захаровым, что ранее не удавалось сделать с помощью размерной техники. В настоящее время разработанная Андреем Алексеевичем регуляризация активно используется как для явных вычислений многопетлевых квантовых поправок в суперсимметричных теориях, так и для изучения их структуры.

А. А. Славнов также внес большой вклад в развитие непертурбативных методов в теоретической физике высоких энергий. Им был предложен новый подход к $1/N$ -разложению, и на его основе построено низкоэнергетическое действие для квантовой хромодинамики (КХД) — современной теории сильных взаимодействий. Андрей Алексе-



евич построил явно калибровочно-инвариантную решеточную формулировку Стандартной модели, в которой отсутствует вырождение спектра фермионов. В составе международной коллаборации он занимался исследованиями температурных фазовых переходов конфайнмент-деконфайнмент в КХД. При этом была вычислена критическая температура фазового перехода в КХД с динамическими фермионами на решетке, а также обнаружено и изучено явление разрыва кварк-антикварковой струны при докритических температурах.



В настоящее время Андрей Алексеевич также продолжает заниматься научной работой. В 2018 году в журнале ТМФ им была опубликована работа «Перенормируемость и унитарность модели Энглера – Хиггса – Киббла».

Нам очень приятно работать под руководством выдающегося ученого, внесшего важный вклад в становление современной картины физики высоких энергий, замечательного человека и педагога. На кафедре теоретической физики Андрей Алексеевич в течение многих лет читает спецкурс «Метод континуального интеграла и его приложения к теории калибровочных полей», руководит студентами-дипломниками и аспирантами. Им было подготовлено 16 кандидатов



наук и три доктора наук. Многие ученики академика А. А. Славнова успешно работают в российских и международных научных центрах. Широкую известность получила его монография «Введение в квантовую теорию калибровочных полей», написанная совместно с Л. Д. Фаддеевым. Она вышла несколькими изданиями и была переведена на ряд иностранных языков.

Выдающиеся научные результаты Андрея Алексеевича Славнова были неоднократно отмечены различными премиями. В 1995 году ему была присуждена Государственная премия РФ, в 1999 году — исследовательская премия Фонда Гумбольдта, в 2007 году — премия имени В. А. Фока за цикл работ «Перенормировка в калибровочных теориях», в 2009 году — премия «Триумф», присуждаемая российским ученым за выдающиеся достижения в экспериментальных и теоретических исследованиях, внесших значительный вклад в развитие отечественной и мировой науки, в 2013 году (совместно с М. А. Шифманом) — премия им. И. Я. Померанчука «за выдающийся вклад в исследование неабелевых калибровочных теорий, включая формулировку и доказательство перенормируемости», а в 2014 году — золотая медаль имени Н. Н. Боголюбова.

Горячо поздравляем Андрея Алексеевича с замечательным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, долголетия и дальнейших замечательных научных достижений!

Сотрудники кафедры теоретической физики

К 75-ЛЕТИЮ ВЯЧЕСЛАВА МИХАЙЛОВИЧА ГОРДИЕНКО

4 декабря 2019 года исполнилось 75 лет заведующему лабораторией нелинейной оптики имени Р.В. Хохлова кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ доктору физико-математических наук профессору Вячеславу Михайловичу Гордиенко.

В.М. Гордиенко в 1969 г. закончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по кафедре общей физики для механико-математического факультета. С 1970 года начал трудиться на кафедре волновых процессов физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, работая под руководством академика Р.В. Хохлова и профессора С.А. Ахманова.



На начальном этапе научной деятельности область его научных интересов была связана с физикой взаимодействия мощного лазерного излучения десятимикронного диапазона с молекулярными средами. В 1977 году им была защищена кандидатская диссертация на тему «Исследование тепловых самовоздействий излучения CO^2 лазера в газовых средах», научным руководителем которой был профессор С.А. Ахманов. В основу диссертационной были положены результаты экспериментов, направленные на исследование таких нелинейно-оптических процессов, как тепловая самодефокусировка в условиях индуцированной конвекции и кинетическое охлаждение смеси газов при резонансном поглощении лазерного излучения.

В первое десятилетие его научных исследований были проведены пионерские исследования по нелинейной релаксации молекул, сильно возбужденных резонансным ИК-лазерным излучением, разработаны методы четырехфотонной спектроскопии дипольно-разрешенных колебательных мод многоатомных молекул, развит метод подобия и размерностей применительно к задачам фотоабсорбционной конвекции, получены новые результаты при изучении лазерно-индуцированных процессов тепло- и массопереноса в конденсированных и газовых средах, проведены первые эксперименты по экспериментальному исследованию лазерной генерации нелинейного звука.

В 1983 году профессором С.А. Ахмановым перед В.М. Гордиенко с коллегами была поставлена задача создания на кафедре общей физики и волновых процессов мощной фемтосекундной XeCl эксимерной лазерной системы. Первые итоги этой пионерской работы были опубликованы в 1986 году одновременно с группой ученых из ИВМ (США). Создание нового поколения лазерных систем, работающих в УФ, видимом и среднем (десятимикронном) диапазонах позволило в следующее десятилетие Гордиенко В.М. внести существенный вклад в разработку такого актуального направления в лазерной физике, как вещество в сверхсильных световых полях. В 1986 году Гордиенко В.М. был назначен заведующим лабораторией не-





линейной оптики имени Р.В. Хохлова. В лаборатории получены пионерские результаты по генерации рентгеновского излучения сверхкороткой длительности с использованием высокотемпературной приповерхностной плазмы, зажигаемой сверхинтенсивным (10^{16} Вт/см²) фемтосекундным (300 фс) лазерным излучением на поверхности твердотельной мишени, разработана концепция применения наноструктурированных мишеней для управления параметрами фемтосекундной лазерно-индуцированной плазмы, выявлена роль поверхностных электромагнитных волн в процессе генерации второй гармоники, возбуждаемой в такой плазме, получены пионерские результаты по возбуждению низколежащего ядерного уровня тантала в высокотемпературной лазерной плазме твердотельной плотности, выполнены эксперименты по многофотонному пикосекундному ИК-лазерному возбуждению и деструкции многоатомных молекул. В 1998 г. В.М. Гордиенко защитил докторскую диссертацию на тему «Нелинейные взаимодействия интенсивного пико- и фемтосекундного лазерного излучения с веществом в сильно неравновесном состоянии», в 1999 году ему был присвоено звание профессора.

В последние годы под руководством Гордиенко В.М. проведен ряд исследований, направленных на разработку и создание фемтосекундной лазерной системы, работающей в диапазоне 4 мкм. Выполнен цикл экспериментов, целью которых явилось изучение индуцированных фемтосекундным лазерным излучением экстремальных состояний, как в микрообъеме конденсированного вещества, так и с использованием нанообъектов – атомных и молекулярных кластеров. Разработаны методы получения спектрально яркого характеристического рентгеновского излучения в диапазоне 3–12 кэВ и ускорения электронов до МэВ-ного уровня энергии под действием лазерного излучения на кластеры с интенсивностью 10^{17} – 10^{18} Вт/см². В последнее время В.М. Гордиенко опубликованы работы в новой области лазерной физики, связанной с нелинейно-оптическими явлениями в сверхкритических флюидах.

Результаты научных исследований, выполненных В.М. Гордиенко в рамках различного уровня НИР и программ, представлены в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, доложены на многих международных конференциях. Он является автором более 280 научных статей. Под руководством Гордиенко В.М. защищено 18 кандидатских диссертаций и значительное число дипломных работ. Многие его ученики успешно трудятся в научных организациях и вузах в нашей стране и за рубежом, значительная часть из них достигли уровня руководителей подразделений, стали профессорами. Гордиенко В.М. постоянно участвует в работе ряда программных комитетов российских и международных конференций по лазерной тематике. Он является одним из ведущих



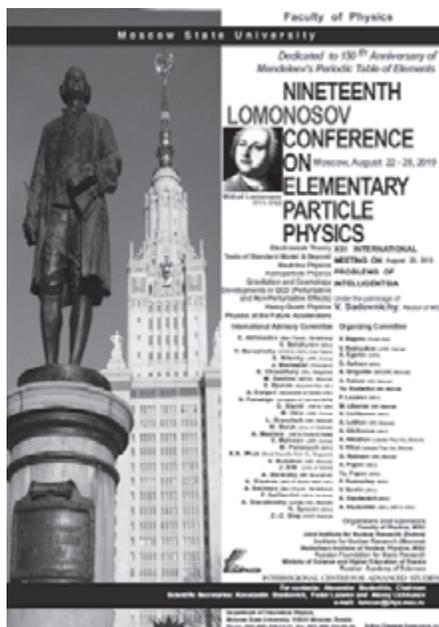
национальных экспертов в области лазерной физики и лазерных технологий. В качестве отца-основателя В.М. Гордиенко внес весомый вклад в создание Союза выпускников физического факультета, в настоящее время он является членом Правления Союза.

За плодотворный труд на благо Московского университета В.М. Гордиенко награждался грамотами МинОбрНауки РФ и ректора МГУ, медалями в честь 850-летия Москвы, почетным знаком в честь 250-летия МГУ, золотой медалью в честь 85-летия физического факультета, золотым нагрудным значком Союза выпускников.

Коллеги, ученики, друзья

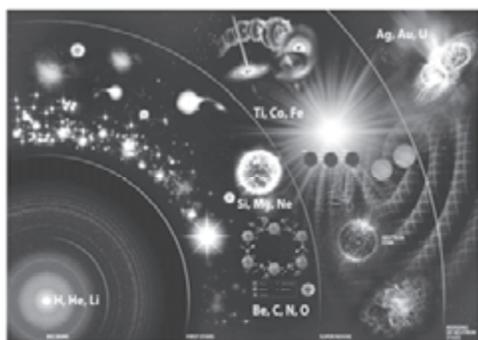
19-Я ЛОМОНОСОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

На физическом факультете МГУ с 22 по 28 августа 2019 года проходила 19-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц (19th Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics). Данная серия международных мероприятий проводится с 1992 года (с 1993 года — по нечетным годам) под патронажем ректора МГУ академика В.А. Садовниченко и является одним из крупнейших регулярно проходящих в России международных мероприятий по фундаментальной науке. За прошедшие годы Ломоносовские конференции стали престижными международными мероприятиями и привлекают значительное внимание международного научного сообщества. Подготовка и проведение Ломоносовских конференций активно поддерживается деканом физического факультета МГУ профессором Н.Н. Сыроевым.



Конференция была организована при тесном сотрудничестве с Объединенным институтом ядерных исследований и Институтом ядерных исследований РАН и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства науки и высшего образования РФ.

Генеральная ассамблея ООН провозгласила 2019 год Международным годом Периодической таблицы химических элементов. Открытие периодического закона изменения химических и физических свойств элементов является важной вехой в познании фундаментальных законов материи и ознаменовало начало современного этапа развития концепции микромира. Поэтому 19-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц была посвящена 150-летию таблицы Менделеева.



В программу 19-й Ломоносовской конференции (общее число участников более 400 человек) был включен 221 доклад ученых из ведущих научных центров и университетов России (из Москвы, Санкт-Петербурга, Дубны, Йошкар-Олы, Новосибирска, Протвино, Томска, Адыгеи, Мари Эл, Ростова-на-Дону и Иркутска). С докладами на конференции выступили ученые из ведущих мировых научных центров: ЦЕРН, ИНФН (Италия), НАСА (США), Фермилаб (США), КЕК (Япония), СНРС (Франция), ДЭЗИ (Германия), ИФВЭ КАН (Китай), представлявших 31 страну — Австралия, Австрия, Албания, Аргентина, Болгария, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Грузия, Дания, Индия, Иран, Испания, Италия, Канада, Корея, Китай, Нидерланды, Португалия, Польша, Сербия, Словения, США, Тайвань, Финляндия, Франция, Швейцария, Чехия и Япония. На конференции 37 докладов были представлены коллаборациями ЦЕРНа.

В 19-й Ломоносовской конференции приняли участие члены Российской академии наук: В.А. Рубаков, О.Г. Рязжская, А.А. Славнов, А.А. Старобинский и Ю. Ванг (Китай).



Среди докладчиков и участников конференции — ряд известных ученых и руководителей крупных российских и международных научных организаций и проектов. В том числе:

- Р. Ледницки (R. Lednický, Словакия) — вице-директор ОИЯИ (Дубна),
- Ю. Ванг (Y. Wang, КНР) — директор Института физики высоких энергий (Пекин), академик Китайской академии наук,
- М.И. Панасюк — директор НИИЯФ МГУ,
- Г.И. Рубцов — заместитель директора ИЯИ РАН,
- Р. Фейденханс (R. Feidenhans, Дания) — директор мегасайенс-проекта «Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах» (xFEL, Гамбург),
- С. Витале (S. Vitale, Италия) — руководитель Научной программы Европейского космического агентства (European Space Agency),
- М. Гаджиски (M. Gazdzicki, Германия) — руководитель исследовательского проекта NA61/SHINE в ЦЕРНе,
- Дж. Пинфолд (J. Pinfold, Канада) — руководитель исследовательского проекта MoEDAL в ЦЕРНе,
- Я. Семерцидис (Y. Semertzidis, Корея) — директор Института фундаментальных исследований (Корея),
- А. Кастеллина (A. Castellina, Италия) — руководитель международного проекта по детектированию космических лучей Pierre Auger Observatory,
- Дж. Ван ден Бранд (J. van den Brand, Нидерланды) — руководитель эксперимента по регистрации гравитационных волн Virgo,

- А. Серебров — руководитель исследовательского проекта Neutrino-4 Experiment (Санкт-Петербург),
- Дж. Ким (J. Kim, Корея) — председатель оргкомитета Международной конференции по физике высоких энергий (International High Energy Conference - IHEP-2018, Seoul, Korea),
- М. Мезетто (M. Mezzetto, Италия) — председатель оргкомитета Европейской конференции по физике высоких энергий (European Physics Society High Energy Conference — EPS-HEP 2017 (Venice, Italy),
- К. Лонг (K. Long, Великобритания) — председатель оргкомитета международной конференции по физике нейтрино и астрофизике (International Conference on Neutrino and Astroparticle Physics (2016, London),
- Р. Бернабеи (R. Bernabei, Италия) — руководитель проекта по поиску темной материи DAMA/LIBRA (Gran Sasso).

За шесть рабочих дней на форуме был представлен 221 доклад, включая 90 пленарных докладов, 125 секционных и 6 постерных. Более половины докладов было сделано иностранными учеными. Утренние заседания конференции посвящались пленарным докладам по наиболее важным вопросам физики элементарных частиц, астрофизики, гравитации и космологии. Это позволило всем участникам ознакомиться с основными идеями и результатами из смежных областей физики. Копии слайдов презентаций всех докладов, сделанных на конференции, размещены на сайте конференции www.lomcon.ru

На конференции также было организовано 22 параллельные секции, проходивших в послеобеденное время 23, 24, 26 и 27 августа, на которых были представлены доклады по более узким темам, представляющим интерес для конкретного круга специалистов в той или иной области. Научная программа охватила актуальные проблемы современной фундаментальной физики и состояла из несколько крупных блоков вопросов. Среди главных тем конференции — новейшие достижения в области ускорительной физики высоких энергий, физики нейтрино, физики космических лучей, астрофизики и гравитации. Тематика докладов отражала общее состояние и тенденции развития исследований по указанным направлениям.

В области физики высоких энергий помимо докладов по результатам многих ведущих в настоящее время экспериментов следует особо выделить состоявшееся на конференции обсуждение направления и перспектив развития ускорительной физики, в том числе дискуссию о преимуществах обсуждаемых в настоящее время различных новых проектов



ускорителей в Европе, Китае и Японии. Обсуждавшееся в докладах на конференции российское участие в развитии данного направления на российских установках в основном было связано с перспективным проектом НИКА в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) и развитием исследований на ускорительном комплексе Института ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН. Важность российского вклада в развитие данного направления было также продемонстрировано тем фактом, что доклады от имени ряда международных коллабораций (например, *CMS*, *ALICE* и *NA/64* (CERN), *J-PARK* (KEK) и др.) на конференции были представлены российскими учеными. Значительный интерес с точки зрения уже полученных результатов и перспективы дальнейшего развития исследований представляет проблема аномальных магнитных моментов заряженных лептонов. В настоящее время имеются указания на существенное отклонение предсказаний теории от экспериментальных данных, что должно быть проверено при проведении в ближайшее время серии новых экспериментов на ускорителях в США и Японии. Результаты, полученные на *CDM-3* детекторе в СО РАН, о которых было доложено на конференции, играют одну из ключевых ролей в решении данного вопроса.

Одним из важнейших (и наиболее представительным с точки зрения количества докладов) был нейтринный блок программы. Российские ученые на протяжении многих лет традиционно вносят существенный вклад в развитие как экспериментальных, так и теоретических исследований в данном направлении. Отечественными учеными было сделано несколько очень интересных теоретических докладов по физике нейтрино, связанных с проблемой массы частицы, реликтовых нейтрино, развитием новых формализмов при описании явления смешивания и осцилляций и учете коллективных эффектов. Сдержанный оптимизм при оценке перспективы развития данного направления в России связан с активным участием российских ученых во многих ведущих международных (и находящихся за пределами России) коллаборациях. Как и в случае ускорительной физики несколько международных нейтринных проектов (например, *Borexino*, *OPERA*, *COHERENT MAJORANA*, *EXO-200* и др.) на конференции были представлены в докладах российских ученых.

В области гравитации, физики космических лучей и астрофизики важность вклада российских ученых была отражена в докладах об инфляционной модели Вселенной и экспериментальных ограничениях на теории гравитации, а также в докладе от имени международного орбитального эксперимента *PAMELA* и при обсуждении нового российского проекта *GAMMA-400*. Отметим, что международный проект *Telescope*



Array Experiment был также представлен на конференции российским участником.

Одним из важных новых направлений, которое находится на стыке физики элементарных частиц, космических лучей и гравитации и которому было уделено значительное внимание на конференции, является так называемая «многоканальная астрономия» или «интегральная астрономия» («*multi-messenger astronomy*»). После открытия гравитационных волн появилась реальная возможность одновременного детектирования электромагнитного излучения, гравитационных волн и потока нейтрино, идущих от удаленных космических событий, порожденных разными физическими процессами и потому приходящих по множеству каналов (например, килоновое событие *GW170817*). *Multi-messenger astronomy* является абсолютно новым и динамично развивающимся направлением фундаментальной физики, и, с учетом имеющегося российского задела и квалифицированных кадров в указанной интегральной области, у отечественных ученых имеются хорошие перспективы для участия в дальнейшем развитии данного направления.

Результаты проведенной 19-й Ломоносовской конференции по физике элементарных частиц будут служить стимулом для дальнейшего развития исследований в данной области, станут основой для написания новых статей по тематикам представленных докладов, а также найдут полезное применение в учебном процессе образовательных проектов различных уровней.

*Александр Студеникин, профессор кафедры теоретической физики,
председатель Оргкомитета 19-Ломоносовской конференции
по физике элементарных частиц*

О ЧЕРНОЙ ДЫРЕ В ЦЕНТРЕ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ

В центре каждой галактики находится сверхмассивная черная дыра. Наша галактика — Млечный Путь — не исключение. В 8 килопарсеках (26 000 световых лет) от Солнечной системы в созвездии Стрельца находится радиоисточник Стрелец А со звездочкой (или Sgr A*), отождествляемый с нашей галактической черной дырой. Он закрыт от нас плотными пылевыми и газовыми облаками, рассеивающими и поглощающими львиную долю его излучения в диапазоне длин волн короче миллиметра.



Центр галактики — это плотный и богатый на различные структуры регион (см. рис. 1 и 2). В радиусе двух парсеков от черной дыры (рис. 1) расположены: ядерный звездный кластер, то есть кластер, находящийся в ядре галактики, молекулярное кольцо, преимущественно состоящее из холодного молекулярного газа, и мини-спираль, которая на самом деле представляет собой три газовых потока, несущих «топливо» к черной дыре. Гравитация самой черной дыры Sgr A*, а не комбинация гравитации черной дыры и распределенной массы звездного кластера, является доминирующим фактором, который определяет движение объектов внутри области с радиусом 0.3 парсеков вокруг центра галактики. На расстоянии 0.04 парсека (или 100 тыс. шварцшильдовских радиусов) находится

радиус Бонди. Внутри него тепловой энергии газа недостаточно, чтобы преодолеть потенциальный барьер и избежать падения в черную дыру. Этот радиус зависит от температуры газа и массы черной дыры, и был оценен с помощью рентгеновских измерений. На масштабах меньше радиуса Бонди (см. врезку на рис. 1) отмечена орбита звезды S02, которая подлетает к черной дыре на самое близкое расстояние — всего 120 астрономических

единиц. Там же для масштаба указана траектория объекта G2, рода которого неизвестна, но есть предположение, что это или газовое облако, или две слившиеся звезды, окруженные облаком газа и пыли. Плоскость диска нашей галактики изображена желтой линией. Так как мы находимся внутри этого диска, то и видим его с ребра.

Поведение и геометрия орбиты звезды S02 играет ключевую роль в доказательстве того, что Sgr A* — черная дыра. Темная масса, под действием гравитации которой вращается на своей 16-летней орбите звезда S02, настолько велика и находится в таком маленьком объеме пространства, что источником этой гравитации не может быть ничто кроме черной



Institute for Advanced Study ночью и рисунок холодного аккреционного диска вокруг нашей галактической черной дыры

дыры. Четыре млн солнечных масс заключены внутри радиуса перигелия S02, который составляет всего 120 астрономических единиц.

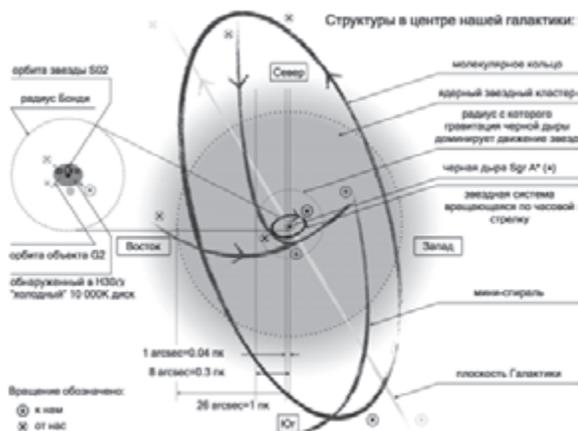


Рис. 1: Два парсека вокруг центра галактики.
Из Murchikova et al Nature 570, 83–86 (2019)

Международная коллаборация Event Horizon Telescope (ЕНТ или Телескоп Горизонта Событий) занимается исследованием поведения газа, падающего в черную дыру, на масштабах всего нескольких шварцшильдовских радиусов. Целью проекта является проверка применимости общей теории относительности на таких близких масштабах, изучение поведения аккреционного потока вблизи горизонта событий и получение изображения тени черной дыры. Однако прежде чем мы сможем действительно протестировать выводы общей теории относительности и разобраться с характеристиками потоков вблизи Sgr A*, нам нужно знать характеристики потоков газа, втекающих в ближайшие к черной дыре несколько шварцшильдовских радиусов с более дальних расстояний, чтобы понять, какой именно газ и с какими свойствами питает черную дыру. Именно о поведении аккреционных потоков газа на расстоянии примерно 20 тыс. шварцшильдовских радиусов мы будем здесь говорить. Следует отметить, что никто из участников описываемого здесь проекта не является участником коллаборации Event Horizon Telescope.

Чтобы представить аккреционный диск, воображение обычно рисует тонкий диск, похожий на картинку из фильма «Интерстеллар» (см. Е.М. Мурчикова, С.Б. Попов, «В черных дырах и между звездами», Троицкий вариант (2014)), или на кольца Сатурна (да, они действительно являются аккреционным диском). Однако тонкий диск возникает только то-

гда, когда у черной дыры достаточно много «еды» и плотность аккреционного потока вокруг нее высока. Черные дыры, вокруг которых формируются тонкие диски, называются сытыми. В плотных аккреционных потоках вокруг таких черных дыр облака газа трутся друг о друга, благодаря чему они греются и высвечивают свою кинетическую энергию в виде фотонов. Вследствие этого газ охлаждается, формируя тонкий и достаточно холодный диск.

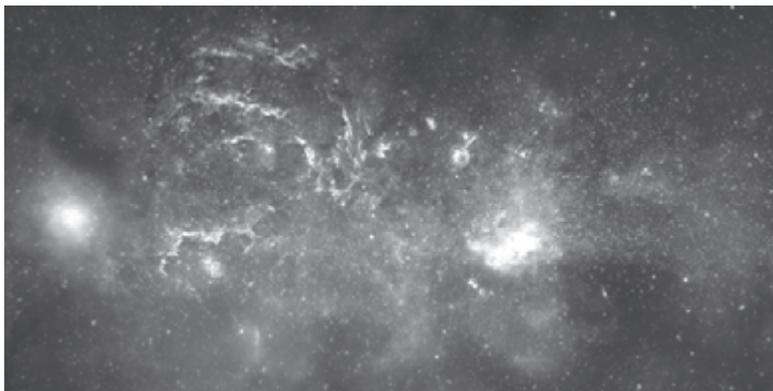


Рис. 2. Центр Галактики: 32 x 16 аркминут. Цвета и ссылки: Рентген (фиолетовый): NASA/CXC/UMass/D. Wang et al.; Оптический (все цвета кроме красного и фиолетового): NASA/ESA/STScI/D.Wang et al.; Инфракрасный (красный): NASA/JPL-Caltech/SSC/S.Stolovy. Название: Galactic Center: NASA's Great Observatories Examine the Galactic Center Region

Черные дыры, у которых мало «еды», называются голодающими. Плотность аккреционного потока вокруг таких дыр невысока, поэтому трение между газовыми облаками недостаточно, чтобы позволить им высветить кинетическую энергию на временных масштабах, сравнимых со временем падения их в черную дыру. Вследствие этого они недостаточно охлаждаются, и диск не становится тонким, а остается толстым и горячим.

Мерой измерения сытости черной дыры служит сравнение ее светимости, а точнее, светимости падающего в нее газа, с эддингтоновской светимостью — максимально возможной светимостью при сферической аккреции. Существование максимальной эддингтоновской светимости черных дыр связано с тем, что при падении большого количества вещества в дыру от внутренних частей аккреционного потока будет исходить большое количество излучения. Это излучение будет оказывать давление на газ, находящийся снаружи, и препятствовать его падению внутрь. Так,



светимость центра нашей галактики примерно в 10^8 раз меньше эддингтоновской светимости. Из этого мы заключили, что в момент времени, к которому относятся наши наблюдения, в центре нашей галактики находится голодная черная дыра, причем есть указания на то, что в прошлом Sgr A* был значительно более активным.

О «диете» галактической черной дыры, количестве и свойствах поглощаемого ей газа и структуре аккреционного потока вокруг нее нам известно в первую очередь из наблюдений телескопа Чандра в рентгеновском диапазоне. Разрешение Чандры составляет около 1 arcsec. Это соответствует примерно 100 тыс. шварцшильдовских радиусам от центра галактики, что, как уже указывалось, примерно совпадает с радиусом Бонди. Чтобы излучать рентгеновские фотоны, газ должен быть горячим, с температурой примерно 10^7 К. Этот горячий газ, как предполагается, формирует горячий аккреционный диск вокруг черной дыры. Однако так как разрешение рентгеновских телескопов невысоко, мы не можем увидеть в рентгеновском диапазоне ни структуры, похожей на диск, ни очевидных признаков вращения газа. То есть, хотя наличие диска считается логически установленным, чтобы его увидеть, нужно отказаться от наблюдений в рентгене как основного источника информации, и придумать что-то новое.

Помимо горячего газа, который видит телескоп Чандра, на расстоянии 2 парсеков от черной дыры находится много относительно холодного газа. Мы используем термин «холодный» только в относительном смысле — это газ, который холоднее 10^7 К. Так, мы будем называть газ с температурой 10^4 К холодным, хотя температура этого газа в два раза выше, чем температура Солнца. Все основные структуры, находящиеся на расстоянии 2 парсеков от центра галактики, которые изображены на рис. 1, содержат холодный газ. Этот газ может и должен вносить вклад в аккреционный поток на черную дыру. Чтобы найти этот холодный газ, придется обратиться к измерениям в миллиметровом диапазоне длин волн. Дело в том, что пыль в пространстве между Землей и центром галактики поглощает большую часть электромаг-



Рис. 3. Автор статьи посещает телескоп ALMA в пустыне Атакама в качестве туриста



нитного излучения с длиной волны меньше размеров частиц пыли, а размер частиц пыли примерно 1 мм. А чтобы получить картинки высокого разрешения, нужно производить измерения на телескопе-интерферометре.

Самый лучший телескоп-интерферометр в мире, работающий в диапазоне длин волн около 1 мм, — это телескоп Atacama Large Millimeter/Sub-millimeter Array (произносится АЛЬМА), раскинувшийся на 16 км на плато в пустыне Атакама в Чили на высоте 5 км над уровнем моря. Подать заявку, чтобы получить наблюдательное время на телескопе, может каждый желающий, и, если заявка принята, телескоп сделает наблюдения и доставит данные руководителю проекта. Поскольку АЛЬМА не требует руководителя проекта лично приехать на гору и провести наблюдения самостоятельно, то возможность работать на АЛЬМЕ имеют даже физики-теоретики, вроде автора статьи (защитившей диссертацию на кафедре теоретической физики физфака МГУ под руководством г.н.с. А.Е. Лобанова, а затем переквалифицировавшуюся в астрофизики). После подачи заявки ожидание результатов ее рассмотрения занимает около полугода. Если проект принят, то еще примерно год требуется для проведения наблюдений и доставки данных. Обработка данных в нашем случае заняла еще примерно полтора года с момента их получения.

Результат получился интересный (см. Murchikova, Phinney, Pancoast, Blandford, *Nature* 570, 83–86 (2019)): данные наблюдений линии водорода H30-альфа, соответствующей переходу электрона с уровня 31 на 30, показали присутствие холодного газа на расстоянии около 15 000 шварцшильдовских радиусов вокруг Sgr A* (см. рис. 4).

Ширина наблюдаемой линии зависит от скоростей движения газа, поскольку, когда газ движется на нас, длина волны излучения укорачивается (смещается в синюю сторону), а когда от нас — то удлиняется (смещается в красную сторону). Наблюдаемая ширина линии H30-альфа согласуется с предсказываемой шириной в случае скоростей вращения близких к кеплеровским. Оценка ионизационного баланса показала, что в видимой в H30-альфа области вокруг центра галактики действительно достаточно фотонов с энергиями выше 13,6 эВ, необходимых для ионизации газа и поддержания его ионизированным. При этом источниками этих фотонов является как внутренняя часть аккреционного потока вокруг черной дыры (где газ обязательно является горячим), так и окружающие центр галактики звезды, в особенности звезды Вольфа-Райе. Что еще более интересно, так это то, что спектр с двумя горбами и разнесенными в пространстве красной и синей компонентами указывает на наличие диска. Плоскость этого диска и направление вращения близко к плоскости и направлению вращения диска нашей галактики. Диск враща-

ется в сходных направлениях с такими несущими холодный газ структурами, как мини-спираль и молекулярное кольцо, благодаря чему может подпитываться обсеми.

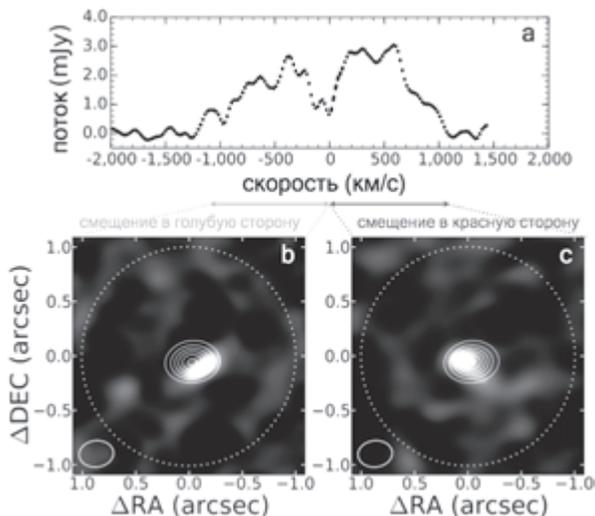


Рис. 4. Наблюдение «холодного» 10000K газового диска вокруг черной дыры в центре нашей галактики. Верхняя панель: спектр. Нижняя панель: изображение части диска смещенного в синюю и в красную сторону. Murchikova et al Nature 570, 83-86 (2019)

Еще один интересный момент. Стоит отметить, что облачка холодного газа, которые формируют холодный диск, судя по всему, встроены в горячий поток и, как следствие, указывают направление его вращения. Благодаря этому мы впервые имеем возможность наблюдать вращение аккреционного потока вокруг центра галактики. Таким образом, мы, наконец, видим то, что давно подозревали, но ранее не видели.

Задача понять в деталях структуру аккреционного потока вокруг галактического центра Млечного Пути Sgr A* со стороны может показаться весьма частной. Однако важно осознать, что это не просто какая-то средне-статистическая черная дыра, — это самая ближняя к нам черная дыра, та самая, для которой мы можем в деталях разрешить движение окружающих ее звезд и проследить их полные орбиты. Она единственная, для которой мы можем, хотя бы пока теоретически, увидеть движение облачков в мельчайших деталях, недоступных нигде более. До тех пор, пока мы полностью не разберемся, как работает та единственная дыра, аккреционный поток которой мы на самом деле можем увидеть, мы не



можем утверждать, что знаем, как работают другие. Телескопы KECK, GRAVITY, EHT, ALMA и т. д., так же как и люди, занимающиеся их обслуживанием и наблюдениями, неустанно работают, чтобы в ближайшем будущем принести нам новые открытия в этой области и разгадать наконец-то загадку поведения Sgr A*.



Елена Мурчи́кова, Institute for Advanced Study, Princeton NJ, USA, выпуск физического факультета 2007 г.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ — СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Одной из основных задач экспериментальных исследований в области ядерной физики является задача получения информации о строении атомного ядра. Она может быть получена, прежде всего, в ядерных реакциях. Такую информацию позволяет получать анализ вероятностей взаимодействия с ядром различных пробных частиц, угловых, энергетических, массовых и других распределений частиц-продуктов, энергий возбуждения конечного ядра и каналов его распада, исследованных при различных энергиях налетающих частиц. Среди огромного разнообразия ядерных реакций важное место занимают процессы, вызванные электромагнитными взаимодействиями – реакции под действием фотонов средних энергий, называемые также фотоядерными. Эти реакции протекают за счёт электромагнитного поля, свойства которого хорошо изучены, и механизм передачи энергии от γ -



кванта ядру известен точно. В таких реакциях отделить эффекты структуры ядра от механизмов его возбуждения проще, чем в реакциях под действием нейтронов и заряженных частиц.

Для проведения исследований фотоядерных реакций используются различные экспериментальные методы. Основное их различие заключается в способах обеспечения условий, при которых эффективный спектр фотонов, вызывающих реакцию, в определенном приближении может рассматриваться как квазиодноэнергетический. Систематические исследования фотоядерных (прежде всего, фотонейтронных) реакций начались в 50-х годах XX столетия. Исторически первыми в этой области были эксперименты, выполненные на пучках тормозного γ -излучения электронных ускорителей – бетатронов, микротронов, линейных ускорителей. Они проводились во многих лабораториях: в Московском и Саратовском государственных университетах, Институте ядерных исследований РАН, Харьковском физико-техническом институте, университете Мельбурна в Австралии и некоторых других. Наибольшее количество данных этого типа было получено в Научно-исследовательском институте ядерной физики (НИИЯФ) МГУ. Одним из важных преимуществ таких экспериментов является высокая интенсивность пучка налетающих фотонов, позволяющая достигать в определяемых сечениях реакций высокой статистической точности. При максимальных энергиях налетающих фотонов до $E_m \sim 30$ МэВ число регистрируемых событий достигает значений $\sim 10^6$ – 10^7 . При этом относительные погрешности значений экспериментального результата составляют величины $\Delta Y/Y \sim (10^{-2}$ – $10^{-1})\%$. Вместе с тем, таким экспериментам присущ и определенный недостаток. Так как энергетический спектр тормозных γ -квантов является сплошным, непосредственно в эксперименте возможно измерять не сечение реакции, а ее выход — интеграл от произведения сечения с этим спектром. Как следствие, сечение реакции возможно получить лишь в результате решения неустойчивой обратной задачи восстановления сечения из выхода. Условия квазиодноэнергетического представления сечения реакции обеспечивались несколькими специально разработанными математическими методами, которые позволяли достигать в определяемом сечении реакции энергетического разрешения ~ 100 кэВ. Наиболее точные и достоверные результаты были получены в НИИЯФ МГУ при использовании метода «регуляризации», разработанного в МГУ под руководством академика А.Н. Тихонова.

С целью преодоления основного недостатка результатов фотоядерных экспериментов на пучках тормозных γ -квантов как альтернатива был разработан метод получения пучков квазиодноэнергетических фотонов, образующихся при аннигиляции на лету релятивистских позитронов.



Идея этого метода была реализована к началу 60-х годов XX столетия на нескольких установках, созданных в лабораториях США, Франции и Германии. Наибольшее количество данных было получено на пучках электронных линейных ускорителей в Ливерморской национальной лаборатории им. Э. Лоуренса (National Lawrence Livermore Laboratory) США в Ливерморе и Центре ядерных исследований Франции (France Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay) в Саклэ. Экспериментальные установки обеих лабораторий были практически одинаковыми, различаясь лишь незначительными деталями. Преимущество метода аннигиляции позитронов заключалось в том, что в энергетическом спектре фотонов, налетающих на исследуемое ядро, кроме сплошного спектра от тормозящихся позитронов, аналогичного спектру от тормозящихся электронов, присутствует и достаточно узкая (шириной $\sim 200\text{--}400$ кэВ) линия от аннигиляции позитронов. Процесс получения аннигиляционных фотонов является многоступенчатым:

1) образование тормозного γ -излучения в процессах столкновений релятивистских электронов с толстой тяжелой мишенью ($e^- + A \rightarrow A + e^- + \gamma$);

2) рождение электрон-позитронных пар тормозными фотонами ($\gamma + A \rightarrow A + e^- + e^+$);

3) аннигиляция позитронов ($e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$).

В связи с этим интенсивность «пучка» квазимоноэнергетических фотонов весьма невысока: обычно вероятность рождения электроном позитрона в конверторе не превышает $10^{-4}\text{--}10^{-3}$, а выход аннигиляционных фотонов на один позитрон равен $\sim 10^{-4}$. В результате выход аннигиляционных фотонов на один позитрон составляет величину не более $10^{-8}\text{--}10^{-7}$, что является серьезным недостатком метода. Более того, учет вклада тормозных фотонов требовал проведение эксперимента в 3 этапа:

1) измерение со спектром фотонов от позитронов,

2) измерение со спектром от электронов и

3) получение соответствующей разности.

Это в дополнение к достаточно малому сечению аннигиляции позитронов в специальной тонкой мишени приводило к невысокой статистической точности в определяемом сечении реакции.

Исследования, выполненные для большого числа ядер в разных лабораториях на разных фотонных пучках в области энергий налетающих фотонов до ~ 30 MeV, дополняли друг друга и позволили обнаружить в сечениях различных реакций так называемый гигантский дипольный резонанс (ГДР), который в 1945 году был теоретически предсказан академиком А.Б. Мигдалом. Было предсказано, что смещение под действием электромагнитной волны налетающих фотонов всех заряженных прото-

нов ядра относительно всех его нейтронов приводит к появлению в сечениях реакций в области энергий ~ 20 МэВ, мощного и широкого максимума, который распадается преимущественно с испусканием нейтронов и протонов. На основе информации о сечениях различных фотонейтронных и фотопротонных реакций были определены основные характеристики ГДР, такие как энергетические положения, амплитуды и ширины ГДР. Было установлено также существенное различие характеристик ГДР в процессах образования нейтронов и протонов под действием γ -излучения. Было обнаружено, что в зависимости от свойств атомного ядра (деформация, особенности оболочечной структуры) единый мощный максимум ГДР может расщепляться на несколько менее выраженных резонансов (проявление так называемой структуры ГДР). Были исследованы эффекты изоспинового расщепления ГДР, определяемые соотношениями между числами нейтронов и протонов в составе ядра. В 1987 году в НИИЯФ МГУ было открыто явление конфигурационного расщепления ГДР, позволившее объяснить его большую ~ 10 МэВ ширину. Открытие № 342, авторы — сотрудники кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ Б.С. Ишханов, И.М. Капитонова и В.Г. Шевченко и сотрудники НИИЯФ МГУ В.Г. Неудачин и Н.П. Юдин.

При исследовании особенностей проявления ГДР в области энергий до ~ 50 МэВ было установлено, что с увеличением энергии становится возможным испускание облучаемым γ -квантами ядром нескольких нуклонов и их комбинаций. С наибольшей вероятностью ядро испускает 1 нуклон, с меньшей вероятностью — 2 нуклона, с еще меньшей вероятностью 3 нуклона и т.д. Это обстоятельство вместе с соотношением энергетических порогов соответствующих реакций определяет основные каналы распада ГДР — парциальные реакции. Они дают вклад в сечение полной реакции фотопоглощения $\sigma(\gamma, \text{abs}) = \sigma(\gamma, 1n) + \sigma(\gamma, 1n1p) + \sigma(\gamma, 2n) + \sigma(\gamma, 3n) + \sigma(\gamma, 1p) + \sigma(\gamma, 2p) + \sigma(\gamma, 1t) + \sigma(\gamma, 1d) + \sigma(\gamma, 1\alpha) + \dots + (\gamma, f)$. Сечения парциальных реакций также имеют форму резонансов, которые располагаются в различных энергетических областях, поскольку их пороги сдвинуты относительно максимума в сечении реакции полного фотопоглощения, определяемого максимумом сечения основной парциальной реакции $(\gamma, 1n)$. Сечения таких реакций широко востребованы в фундаментальных исследованиях в таких областях, как собственно ядерная физика и астрофизика, а также во многих прикладных областях от неразрушающего контроля до мониторингирования встречных пучков современных коллайдеров.

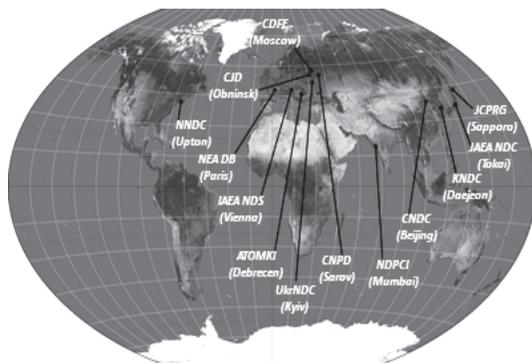
Способы определения сечений парциальных реакций $((\gamma, 1n), (\gamma, 2n), (\gamma, 3n)$ и др.) в экспериментах на пучках тормозных γ -квантов и квазимонноэнергетических фотонов существенно различаются. В экспериментах



первого типа сначала определяется сечение так называемой реакции выхода, например, нейтронов, $\sigma(\gamma, X_n) = \sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots$, вклад в которую дают частицы, образующиеся во всех доступных по энергии процессах. В это сечение затем вносится поправка, рассчитываемая по статистической теории ядерных реакций, позволяющая определять сечения парциальных реакций. В экспериментах на пучках позитронов с использованием специально разработанного метода разделения нейтронов по множественности сначала определяются сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, из которых затем комбинируются сечения полных реакций (γ, abs) и (γ, X_n) . Данные по сечениям парциальных реакций получены в экспериментах этого типа, главным образом в Ливерморе и Сакле.

Из сказанного ясно, что экспериментальные данные, полученные в разных экспериментах, могут существенно различаться, поскольку существенно различаются и способы получения пучков налетающих фотонов и методы определения информации о сечениях парциальных реакций. В этой связи основные характеристики ГДР были определены со значительными систематическими погрешностями. Существенные расхождения между данными из разных экспериментов анализировались специалистами, которые пытались определить их причины и найти способы устранения их влияния на качество результатов. Довольно долго такие попытки не носили системного характера, а рекомендации отдельных специалистов противоречили друг другу. В 90-х годах XX столетия после создания международной базы данных по ядерным реакциям в Центре данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ МГУ – участнике Международной сети Центров ядерных данных (СЦЯД, 13 центров из 9 стран (Австрия, Венгрия, Китай, Корея, Россия, США, Украина, Франция, Япония)) Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), были проведены системные исследования таких расхождений.

Было установлено следующее. Сечения реакции выхода $\sigma(\gamma, X_n)$, полученные в разных экспериментах, за исключением данных Ливермора, согласуются между собой. При этом данные Ливермора имеют абсолютные величины в среднем на ~ 10% меньшие. В то же время



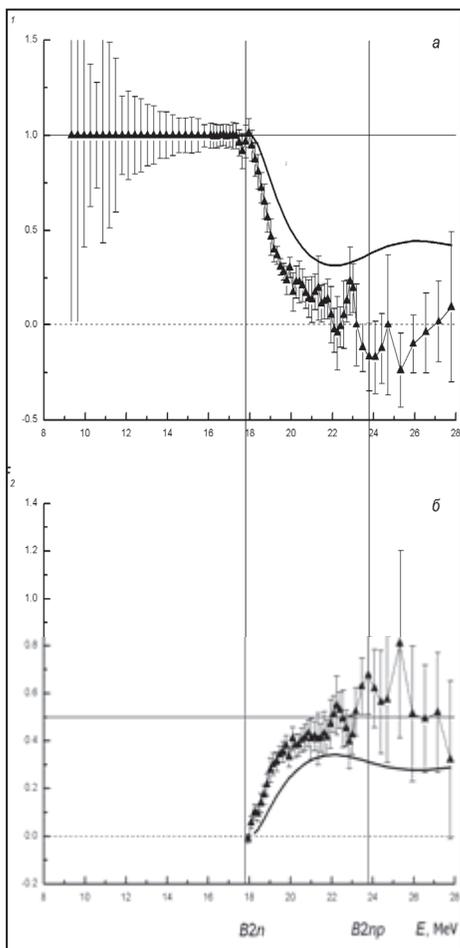
сечения парциальных реакций, абсолютное большинство которых было получено в Ливерморе и Сакле, отличаются на величины $\sim 100\%$. Эти расхождения очевидно являются систематическими. Так, для 19 ядер исследованных в обеих лабораториях, сечения реакции $(\gamma, 1n)$ имеют существенно большие величины в Сакле, а реакции $(\gamma, 2n)$ — в Ливерморе. Это означает, что данные, полученные в одной или в обеих из упомянутых лабораторий, содержат систематические погрешности, обусловленные недостатками использованного метода разделения нейтронов по множественности. На повестку дня была поставлена задача нахождения объективных критериев достоверности данных по сечениям парциальных реакций, не зависящих от способа их определения.

В определенной степени она была решена в ЦДФЭ НИИЯФ МГУ. В результате анализа многих соотношений между сечениями полных и парциальных реакций в 2010 году были предложены простые наглядные объективные физические критерии достоверности обсуждаемых данных, позволяющие делать заключения о систематических погрешностях в экспериментальных сечениях реакций — отношения $F_1 = \sigma(\gamma, in) / \sigma(\gamma, Xn) = \sigma(\gamma, in) / [\sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots]$. По физическому смыслу определения положительные отношения F_1 не могут превышать значения 1.00, F_2 — значения 0.50, F_3 — 0.33 и т.д. Превышение предельных значений отношениями $F_i^{\text{экс}}$ означает, что в конкретном эксперименте разделение нейтронов между каналами с различной множественностью было выполнено некорректно, а, следовательно, полученные сечения парциальных реакций являются физически недостоверными. Был предложен экспериментально-теоретический метод оценки сечений реакций, свободных от систематических погрешностей и удовлетворяющих физическим критериям достоверности. Суть нового метода весьма проста. Экспериментальное сечение реакции выхода $\sigma(\gamma, Xn)$, данные по которому отличаются не слишком сильно ($\sim 10\%$), разделяются на вклады парциальных реакций с использованием отношений $F_1^{\text{теор}}$, рассчитываемых в рамках комбинированной модели фотоядерных реакций, развитой в НИИЯФ МГУ и хорошо апробированной на описании полных сечений реакций - $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, in) = F_1^{\text{теор}} \times \sigma^{\text{экс}}(\gamma, Xn)$. Такой метод оценки означает, что соотношения между оцененными сечениями $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, in)$ устанавливаются соответствующими объективным физическим критериям достоверности данных на основании положений модели ($F_1^{\text{теор}}$), а их соответствующая сумма $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, Xn)$ совпадает с $\sigma^{\text{экс}}(\gamma, Xn)$.



Физические критерии достоверности и метод оценки были использованы для получения новых оцененных данных по сечениям парциальных реакций для ~ 50 ядер. Работы были поддержаны грантом РФФИ № 13-02-00124 и Координационным исследовательским проектом № F41032 (исследовательский контракт № 20501) МАГАТЭ. Было установлено, что во многих случаях экспериментальные данные, полученные в Ливерморе и Сакле, предложенным критериям достоверности данных не соответствуют, что наглядно иллюстрируют отрицательные отношения $F_1^{\text{эксп}}$ и отношения $F_2^{\text{эксп}} > 0.50$ в области энергий $\sim 23\text{--}27$ МэВ для ядра ^{63}Cu .

На основании анализа расхождений между экспериментальными и оцененными сечениями реакций было установлено, что основной причиной расхождений являются недостатки использованного в этих лабораториях метода определения множественности нейтронов по их измеряемой энергии. Энергетические спектры нейтронов, образующихся в реакциях $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, близки, вследствие чего распределение нейтронов между каналами с различной множественностью оказывается недостоверным. Более того, использованные методы определения сечений парциальных фотонейтронных реакций не учитывали влияния на эти сечения и протонных реакций. Так, например, соотношения между энергией, которая уносится единственным нейтроном из реакции $(\gamma, 1n)$ или распределяется между двумя нуклонами из реакций $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 1n1p)$, оказываются очень сложными и далеко не прямо связанными с множественностью нуклонов.





Энергия возбужденного ядра делится приблизительно одинаково между нейтроном и протоном из реакции $(\gamma, 1n1p)$ или между двумя нейтронами из реакции $(\gamma, 2n)$, но при этом множественность нейтрона из первой из них равна 1, а из второй — 2. В результате выполнения проекта МАГАТЭ, в котором приняли участие специалисты из Австрии, Китая, Кореи, России, Румынии, США, Франции и Японии, была существенно обновлена и дополнена электронная библиотека оцененных фотоядерных данных МАГАТЭ, широко используемая во всем мире. В настоящее время она включает в себя оцененные сечения различных полных и парциальных фотонейтронных реакций для ~ 250 ядер.

Предложенный в НИИЯФ МГУ экспериментально-теоретический метод оценки сечений фотоядерных реакций позволил получить большое количество новых данных, соответствующих физическим критериям достоверности, существенно отличающихся от экспериментальных данных, полученных ранее с помощью метода разделения нейтронов по множественности. Весьма актуальной задачей стало сравнение этих оцененных данных с результатами экспериментов, выполненных с помощью новых методов идентификации продуктов реакций. С этой целью в НИИЯФ МГУ был разработан активационный метод определения на пучке тормозного γ -излучения выходов многонуклонных фотоядерных реакций. Метод сочетает преимущество высокой интенсивности пучка фотонов с однозначностью процедуры идентификации парциальных реакций не по характеристикам вылетающих нейтронов (которые, как отмечалось выше, для реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, могут определяться со значительными систематическими погрешностями), а по характеристикам конечных ядер, разных в разных реакциях. Было установлено, что результаты экспериментов на пучке тормозного γ -излучения современного электронного ускорителя нового поколения — разрезного микротрона, разработанного в НИИЯФ, для нескольких ядер существенно расходятся с результатами предыдущих экспериментов, но оказываются близки к результатам выполненных оценок. Аналогичный вывод был сделан и на основании сравнения оцененных данных для нескольких ядер с результатами аналогичных активационных экспериментов, выполненных индийскими и корейскими учеными на пучке тормозного γ -излучения линейного ускорителя электронов в Ускорительной лаборатории Пхохан (Корея).

Одной из причин значительных систематических погрешностей результатов экспериментов, выполненных ранее, является существенная зависимость от энергии эффективности регистрации одного, двух и трех нейтронов из реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$. В этой связи в рамках договора о научном сотрудничестве между НИИЯФ МГУ и Университетом Конан (Япония) на пучке квазимоноэнергетических фотонов, полученных



при обратном комптоновском рассеянии релятивистских электронов, на установке NewSUBARU, реализован метод детектирования нейтронов с эффективностью, слабо зависящей от их энергии. Результаты, полученные для нескольких ядер, также существенно расходятся с результатами ранних экспериментов, но согласуются с результатами оценок, выполненных с использованием физических критериев достоверности данных.

Полученные к настоящему времени новые оцененные данные о сечениях фотоядерных реакций, удовлетворяющие физическим критериям достоверности, позволяют пересмотреть (уточнить) результаты оценок многих физических процессов, при проведении которых использовались полученные ранее экспериментальные данные. Они использованы для уточнения и обновления электронной библиотеки оцененных фотоядерных данных МАГАТЭ, широко используемой для фундаментальных и прикладных ядерно-физических исследований во всем мире, и включены в международную электронную базу данных по ядерным реакциям системы EXFOR. Она поддерживается Международной сетью Центров ядерных данных МАГАТЭ и включает в себя экспериментальные и оцененные данные по ядерным реакциям под действием фотонов, нейтронов, заряженных частиц и тяжелых ионов.

На сайтах ЦДФЭ НИИЯФ МГУ, Национального центра ядерных данных США и Секции ядерных данных МАГАТЭ электронная база данных по ядерным реакциям EXFOR вместе с некоторыми другими базами данных, содержащими современную информацию об атомных ядрах и процессах их радиоактивных превращений, функционирует в режиме открытого доступа. Сочетание возможностей огромных информационных массивов электронных баз данных и гибкого программного обеспечения открывает перед пользователями практически неограниченные возможности поиска данных по большому количеству параметров, зачастую позволяя, как отмечалось выше, устанавливать неизвестные ранее закономерности. По существу это делает современные электронные базы данных новыми и эффективными средствами научных исследований, получения новой научной информации и, в конечном счете, нового научного знания об объектах исследований. Такими объектами являются выходы и сечения ядерных реакций, энергетические и угловые распределения их продуктов, массы и энергии связи ядер, энергии отделения от ядер нуклонов и кластеров, спектры энергетических состояний ядер, их спины, четности, изоспины, зарядовые и массовые радиусы и плотности, данные о форме ядер, характеристики распадов нестабильных ядер.

Созданные базы данных широко используются студентами физического факультета МГУ и других вузов, изучающими физику атомного ядра в рамках курсов общей ядерной физики, так как предоставляют им



доступ к современным массивам основных характеристик ядер и ядерных реакций, полученных мировым сообществом. С использованием баз ядерных данных сотрудниками кафедры общей ядерной физики физического факультета и НИИЯФ МГУ изданы учебные пособия, которые широко используются при работе над дипломными и диссертационными работами.

*Профессор В.В. Варламов,
главный научный сотрудник НИИЯФ,
доктор физико-математических наук*

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ



Студенческие олимпиады по общей физике проводятся на физическом факультете с 2012 года. В принципе, физики хватают и в рамках учебных занятий. Зачем нужны олимпиады? Прежде всего, это соревнование. Многие студенты хотят обозначить свое место в рейтинге будущих физиков. Для других удовлетворение состоит в самом факте решения непростой физической задачи. Кто-то борется за льготы и призы. В любом случае это мероприятие несет оттенок праздника.

Задачи на наших олимпиадах, конечно, отличаются от тех, которые мы решаем на семинарах. Они сложнее, но в жюри уже сложилась традиция: задачи должны иметь ясное и прозрачное решение. Желательно не очень длинное. Основными принципами составления задач олимпиад

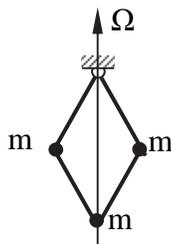


являются непосредственная связь предлагаемых задач с материалом соответствующего университетского курса общей физики, а также сочетание задач, посильных каждому успевающему студенту, и задач повышенной трудности, доступных только для тех, кто имеет особую склонность к физике, работает постоянно и с большим усердием.

Кстати после олимпиад некоторые задачи используются и на семинарах в сильных группах. Вот примеры задач из разных разделов общей физики:

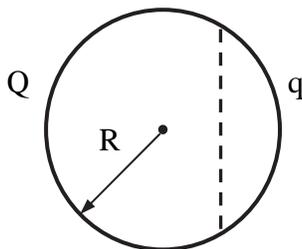
Задача 1. (Механика). *Четыре легких стержня длиной l шарнирно соединены с маленькими шариками массами m , как показано на рисунке. Система вращается с постоянной угловой скоростью Ω вокруг неподвижной вертикальной оси. Шары слегка выводят из положения равновесия так, что они находятся в одной вертикальной плоскости, и отпускают. Найти закон движения нижнего шарика, если его начальное отклонение от положения равновесия равно h . Угловая скорость вращения системы удовлетворяет*

$$\text{условию } \Omega^2 > \frac{2g}{l}.$$



Задача 2. (Молекулярная физика и термодинамика). *Представим себе, что на некоторой однородной сферической планете радиусом r пробурили узкий сквозной цилиндрический канал, который проходит через центр планеты. Атмосфера планеты состоит из идеального газа. Температура на этой планете всюду одинаковая, планета не вращается вокруг своей оси, высота изотермической атмосферы планеты $z \ll r$. Подождав, пока в канал попадет некоторое количество атмосферного газа, концы канала закрыли заглушками. Средняя концентрация молекул газа внутри канала оказалась равной n_0 . Найдите зависимость концентрации n газа внутри канала от расстояния x до центра планеты после установления в канале равновесия.*

Задача 3. (Электричество и магнетизм). *Непроводящую равномерно заряженную сферу радиусом R мысленно разделяют плоскостью на две неравные части — два сферических сегмента. На одной части сферы находится заряд Q , а на другой — заряд q . Найти силу взаимодействия между этими частями.*





Задача 4 .(Оптика). *Эллиптически поляризованная монохроматическая волна (длина волны λ , полуоси эллипса равны A и $B = \sqrt{3}A$) падает на анизотропную пластинку. Найти толщину пластинки (в долях длины волны) и ориентацию ее главных направлений относительно полуосей эллипса, если на выходе наблюдается циркулярно поляризованная волна. Найти ее амплитуду.*

Как правило, студенты с большим энтузиазмом принимают участие в олимпиадах. Уже в первый год (2012–2013 уч. год) в олимпиадах по общей физике приняло участие 184 человека. В последующие годы это число менялось в диапазоне от 200 до 300 участников. За все время победителями и призерами стало около 350 человек.

Общее руководство осуществляется оргкомитетом олимпиады, созданным из представителей администрации, кафедры общей физики, учебного отдела, а также студенческих организаций факультета. В соответствии с регламентом, в олимпиаде могут принять участие студенты всех курсов физического факультета, а также студенты других факультетов и вузов. Олимпиада проводится в четыре этапа, каждый из которых соответствует одному из курсов общей физики:

- 1-й этап — механика (осенний семестр),
- 2-й этап — электричество и магнетизм (осенний семестр),
- 3-й этап — молекулярная физика и термодинамика (весенний семестр),
- 4-й этап — оптика (весенний семестр).

Как и большинство олимпиад, наша олимпиада длится 4 часа. Для решения студентам предлагается 5–6 задач, каждая из которых оценивается определенным количеством баллов. Максимальная оценка за правильное решение всех предлагаемых задач — 100 баллов. Победители обычно набирают 60–100 баллов. Число победителей обычно ограничено и не превышает 4–5% от общего количества участников. Выделяются также призеры олимпиады. В целом, около 25% участников становятся победителями и призерами. Награждение победителей олимпиады проводится на заседаниях Совета физического факультета, обычно выплачивается небольшая денежная премия. Кафедра общей физики выдает и свои награды: победители и призеры олимпиады получают зачет–автомат по предмету, а в последние годы по решению руководства кафедры и лекторов, читающих общие курсы, победителям ставится «отл» на экзамене по профильному предмету. По мнению кафедры, это вполне заслуженный результат.



Следует отметить, что студенческий комитет всегда помогает оповещать студентов о предстоящих мероприятиях на своих страничках в соцсетях. Интерес к олимпиадам в последнее время проявляет и благотворительный фонд «Базис». Возможно, внимание со стороны студкома и фонда «Базис» — одна из причин того, что в прошедшей 6 декабря олимпиаде по механике приняло рекордное число участников — более 140 человек.

Кафедра общей физики надеется, что и в дальнейшем студенческие олимпиады по физике будут занимать достойное место в жизни факультета.

Профессор А.И.Слепков

ТАНК Т-34 «МАТЬ-РОДИНА»

Но кони все скачут и скачут,
А избы горят и горят...

Наум Мандель

В июне 41 года запылали не избы, запылала вся страна. Но есть женщины в русских селеньях!

Что сделала в это время простая женщина Мария Иосифовна Орлова? (Такое выражение — «простая женщина» — широко используется. Но кто из читателей видел хотя бы одну «простую женщину»?)



*Мария Иосифовна Орлова.
1960-е гг.*

Так вот, ниже краткий рассказ о том, что же сделала для Победы Мария Иосифовна Орлова.

Награжденная орденом «Отечественной войны» I степени Мария Иосифовна всю войну проработала в госпитале. Еще в Гражданскую войну, с четырьмя малолетними детьми, она сопровождала мужа на фронте, ухаживала за ранеными, сама дважды была ранена. Но главный подвиг Марии Иосифовны — она вырастила, выходила пять доблестных Защитников Отечества: дочь, трех сыновей, мужа.

Муж Марии Иосифовны в этот ряд попал неслучайно. Он, перенеся инсульт и паралич (врачи говорили, что он так и останется парализованным), выхожен, вынянчен, поставлен на ноги женой, причем так, что Федор Михайлович Орлов, перенеся еще два ранения, провоевал всю Великую Отечественную войну.



Семья Орловых



Можно отметить, что Федор Михайлович Орлов, командующий округом орденосеца (Орлов одним из первых получил Орден Красного Знамени), за войну с Японией 1904–1905 гг., Первую мировую, Гражданскую получил 24 ранения и был комиссован из армии. В 41 году, после длительных обращений в военкоматы, был зачислен рядовым в дивизию народного ополчения. Вот что он писал в заявлении: «Вы меня хорошо знаете по боевой работе в Красной армии в дни гражданской войны. Теперь я уже вступаю в ряды Красной Армии не один, а со своей семьей. Нас 5 человек, и нам враг не страшен. Если понадобится, то мы и жизнь отдадим, но врага победим. Я, как патриот своей Родины, прошу удовлетворить мою просьбу, **ибо я буду нервничать и болеть, что не смогу отдать свою кровь и жизнь на разгром врагов нашей необъятной Родины**». К тому времени ему было **63 года!** Так с генеральских должностей он пошел в рядовые. Ф.М. Орлов принимает участие в формировании 6-й Московской стрелковой дивизии народного ополчения (Дзержинского района). Под Ельней уже командует ротой. Войну полковник Федор Михайлович закончил, командуя дивизией.

Дорого досталась Победа семье Орловых.

Владимир Фёдорович Орлов, старший сын. Капитан, начальник штаба стрелкового полка. Погиб в боях под Ленинградом в самом начале войны, в сентябре 41-го.

Средний сын — Евгений Фёдорович Орлов. Вернулся с войны домой. Служил на Дальнем Востоке, узнав, что его жена и сын умерли в блокадном Ленинграде, добился назначения на действующий фронт. (В начале войны под действующим фронтом подразумевался любой из пяти фронтов, созданных на Советско-Германском фронте. Дальневосточный фронт, где служил Евгений Федорович, был создан в 1938, затем воссоздан в июле 1940 г. для сдерживания Японии. В июне 1941 г в нем служило 500 тысяч воинов. Фронт не воевал, поэтому не считался действующим. Осенью 1941 г. под видом «сибирских дивизий» командующий Дальневосточным фронтом генерал-полковник Иосиф Родионович Апанасенко, совершив невозможное, отправил под Москву **18 (!!!)** из 19 дивизий своего фронта. Полностью укомплектованные, хорошо обученные кадровые дивизии Апанасенко были главной силой, разгромившей немцев под Москвой. При этом Апанасенко практически сумел сохранить численность бойцов Дальневосточного фронта! Как он это сделал? Смотри «Советский физик». 2009. №7(76). Евгений Федорович — капитан, командир роты противотанковых ружей. Награды — орден Красного Знамени, два ордена Отечественной войны I степени, медали за взятие Берлина и Праги.)



*Герой Советского Союза полковник
Василий Фёдорович Орлов. 1944 г.*

Младший сын — Василий Фёдорович Орлов, полковник. В декабре 1944 г. он командир 6-го гвардейского механизированного корпуса — самый молодой командир корпуса в Красной Армии (27 лет). Василий Федорович отличился в боях в районе Невской Дубровки, в боях под Ржевом, в Корсунь-Шевченковской наступательной операции, Висло-Одерской наступательной операции, в Нижне-Силезской и Верхне-Силезской наступательных операциях. Каков послужной список! Погиб в марте 1945 года. Посмертно ему присвоено звание Героя Советского Союза, похоронен на Новодевичьем кладбище.



Семья Орловых прощается с сыном Василием. 1945г.



Дочь Мария Фёдоровна — военный летчик, подполковник. Воевала в 587 бомбардировочном авиаполку, который был сформирован известной советской летчицей Героем Советского Союза майором Мариной Михайловной Расковой*. Летчицы полка летали на Пе-2 — основном фронтовом бомбардировщике РККА.

*Герой Советского Союза майор
Марина Михайловна Раскова
(28.03.1912–04.01.1943)*



А что же танк, спросит читатель. Жена комдива Мария Иосифовна собрала все семейные сбережения (муж имел награды начального периода Гражданской войны — золотая именная шашка, золотой портсигар) и купила для любимого сына Василия особую, улучшенную модель танка Т-34 после того, как тот в письме пожаловался, что его танк сильно пострадал в бою.

Танкисты назвали танк «Мать-Родина». Обратите внимание на порядок слов: Мать-Родина. На Мамаевом кургане в Сталинграде была поставлена Родина-Мать. Чувствуете, улавливаете разницу, глубокий смысл перемены мест слов?

Экипаж танка оправдал высокую честь воевать на таком танке, он уничтожил 17 единиц артиллерии, 9 танков и 18 автомобилей. Но в Германии, под Потсдамом, экипаж погиб, танк восстановлению не подлежал. Несколько лет спустя танк отремонтировали, в 1965 г. он был установлен на постамент в г. Эберсвальде, в 1993 был перевезен в Россию в пос. Рощинский Самарской области, а в 1998 переехал в Саратов на ул. Танкистов, потеряв и свое имя (стал называться "Родина-мать"), и имя командира погибшего экипажа (Кашников стал Калашниковым) и звание В.Ф. Орлова (полковник стал генерал-майором). А памятник стал не памятником советской женщине-патриотке Марии Иосифовне Орловой, в честь которой и получил свое имя, не экипажу П.М. Кашникова, сгоревшему в танке за десять дней до победы, а выпускникам 1-го и 2-го Сара-

товских танковых училищ. Такая вот история... Такое вот ныне к истории, к памяти отношение...

И лишь в 2013 году благодаря областной ветеранской организации "Боевое братство" танку было возвращено подлинное имя, установлена мемориальная доска с описанием его истории.



В заключение хочу поздравить женщин физического факультета с праздником 8 марта и, хотя вы способны и коня на скаку остановить, и в горящую избу войти, пожелать, чтобы рядом с вами были мужчины, которые не позволят коням скакать в неполюженном месте, а избам полыхать.

P.S. В Москве есть улица Комдива Орлова. По-моему, лучше бы она называлась улицей Марии Орловой. Да и комдив Федор Михайлович Орлов, наверняка, не возражал бы.

Использованы материалы:

http://10otb.ru/content/history/tanks/rodina_1.html

http://10otb.ru/content/history/tanks/rodina_2.html

Документальный фильм "Солдаты Орловы":

[https://csdfmuseum.ru/films/76-](https://csdfmuseum.ru/films/76-%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%8B-%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B)

[-%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%8B-%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B](https://csdfmuseum.ru/films/76-%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%8B-%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B)

Художественный фильм "Говорит Москва":

<https://www.youtube.com/watch?v=3zsgFJHiffk>

Показеев К.В.

*Примечание Главного редактора. В Великую Отечественную войну погибла не только Марина Михайловна Раскова, в августе 1944 года погиб транспорт «Марина Раскова». Об этом трагическом событии и подвиге, совершенном при спасении пассажиров можно прочитать в книге «Физфаковцы и Великая Отечественная война».



УДИВИТЕЛЬНО? НЕТ. ЗАКОНОМЕРНО!

*К годовщине разгрома
немецко-фашистских захватчиков под Москвой*

Ко Дню защитника Отечества

Удивительная страна есть в Африке — Республика Чад. Своеобразно ее расположение, даже по африканским меркам удивителен животный мир. Ее удивительность отмечал еще Николай Гумилев: «Послушай: далёко, далёко, на озере Чад / Изысканный бродит жираф».

Но не только жирафом можно удивить в Чаде. Готовя материалы к годовщине разгрома немецко-фашистских захватчиков под Москвой, в сети нашел ссылку на блок марок, выпущенных в республике Чад. Марки из Чада посвящены битве под Москвой! Фантастика! Привожу некоторые из марок.

Это Зоя Космодемьянская, с петлей на шее заявившая: «Счастье за свой умереть народ!» Сколько пришлось ей вытерпеть перед смертью и особенно после. Но она жива и будет жить в памяти тех, кто верен своим убеждениям, своим клятвам, памяти своих предков, своей Родине. Бессмертна героиня советского народа...

Это политрук роты Клочков, утверждавший: «Велика Россия. А отступить некуда — позади Москва!» И не отступивший. И бойцы его роты не отступили...

На следующей марке — Панфилов, погибший на

передовой на глазах корреспондентов. Его внука в Казахстане задает вопрос: «Почему же фашистские танки, подошедшие к Москве, в Москву не вошли?» И не слышит ответа. Можно вопрос дополнить: «Почему не только не вошли, а остались в снегах под Москвой?» Но разве могут дать



ответ, проклинающие советский период жизни России и пытающиеся себя предствить на месте советских людей-героев?



Следующая марка посвящена москвичу Талалихину. Этот герой впервые в мире совершил ночной таран. Жертвуя собой, он пресек полет ночного бандита, летевшего сбросить бомбы на Москву. Что он совершил — большинству и не представить. Сравните характеристики самолетов: нашего и немецкого. Не понятно? А вы попробуйте на мопеде ночью под дождем сбить грузный камаз. И на камазе еще отстреливаются. Слабо? А Виктор смог...



Узнаете? Это Иван Любушкин. Никто, наверное, про него нынче и не знает (не считая жителей Чада). В октябрьских боях под Москвой его танк Т-34 получил повреждение ходовой части, обездвиженный танк получил еще несколько попаданий. Ранены механик-водитель, пулеметчик, корчится в горящем комбинезоне полуживой командир танка. Ранен, контужен и Иван. Но экипаж не думает о цене Победы: горит, истекает кровью, но продолжает вести огонь по немецким танкам. В этом бою он подбивает девять танков врага! Это подвиг, свидетельствующий не только о мужестве, но и о высочайшем мастерстве экипажа — ведь



среднее время жизни танка в бою (не в кино!) лишь пять минут. А тут неподвижный танк. Война полна коварства — Иван Любушкин сгорел в танке в июне 1942 г.



А это 7 ноября 1941 года. В честь этого события — Парада, состоящегося в ознаменование двадцать четвертой годовщины Великой Октябрьской Социалистической революции на Красной площади в Москве, находящейся на осадном (!!!) положении, Парада, с которого войска отправлялись прямо на фронт, — в РФ ежегодно 7 ноября проводится парад.



Парад как символ Веры, веры в силы народа, в правоту отстаиваемых идей, в неизбежность Победы. Но многие ли из современников знают, чему был посвящен парад 41 года?

В блоке есть и другие марки — с Жуковым, Сталиным, Гитлером. Но блок посвящен Победе Красной Армии под Москвой над немецкими захватчиками.

Удивительно ли, что эти марки были выпущены в далеком Чаде? Думаю, что нет. В Республике Чад есть люди, понимающие всемирно-историческое значение этой Победы.

Показеев К.В.

ЛУЧШЕ ГОР МОГУТ БЫТЬ ТОЛЬКО ВУЛКАНЫ

В августе этого года студенты кафедры физики Земли в очередной раз отправились на выездную геофизическую практику на Камчатке. Это приключение в 21 день длиной является, пожалуй, одним из самых необычных из всех учебных мероприятий физического факультета.

Жили ребята на сейсмической станции, расположенной в живописной долине реки Карымшина. Там им пришлось столкнуться с непростыми условиями полуполевого быта, проводить различные геофизические измерения (магнитные, сейсмические, геотермические), научиться отбирать и описывать геологические образцы и постоянно помнить об опасной близости хозяина Камчатки — буроого медведя.

Но плотный график оставлял время и для посещения окрестных достопримечательностей: водопада Бабий Камень, долины горячих источников Теплые земли, горячего источника в виде водопада на сопке Горячей, с которой открывается прекрасный вид на долину реки Паратунка и



вулкан Вилочинский. Также студенты попробовали ловить в горной реке знаменитого камчатского лосося.

Помогали ребятам их коллеги из Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН. Они провели будущим геофизикам экскурсию по институту, познакомили с работой службы предупреждения цунами. Именно благодаря ученым из института студенты приняли участие в Мутновской международной полевой вулканологической школе. Это мероприятие каждый год привлекает ученых со всего мира, работающих в таких областях, как минералогия, геология, вулканология, сейсмология. Базовый лагерь школы расположен на территории природного парка “Вулканы Камчатки” между вулканами Горелый и Мутновский. Хорошая погода позволила участникам школы совершить походы на вершины обоих вулканов, что является большой удачей при путешествии в горах. Особенно наглядно это можно было почувствовать при восхождении на Мутновский вулкан — всего за три часа погода сменилась с мелкого дождя последовательно на туманную, пасмурную и, наконец, солнечную. Кратер этого вулкана — удивительное место со своей особой, “геологически первобытной”, атмосферой, создаваемой полями фумарол (источников выхода из земли вулканических газов) и серными отложениями, окрашивающими скалы вокруг в желтый цвет. Еще в этом месте находятся такие интересные объекты, как многовековые отложения вулканического пепла на дне озера, занимавшего некогда весь





кратер вулкана Мутновский, и изумительной красоты небесно-голубое озеро на дне современной воронки. На обратном пути участники похода смогли полюбоваться на более чем 100-метровый водопад в каньоне с горнящим названием Опасный. А вечером геофизики из МГУ провели лекцию в вулканологической школе на тему сейсмических измерений и продемонстрировали использование сейсмической косы (специальной цепи сейсмических датчиков) для построения геологического профиля.



На следующий день студенты забрались на вершину вулкана Горелый. С погодой опять было непросто — ясная с утра погода сменилась густым туманом, в котором проглядывались лишь смутные очертания двух кратеров вулкана. Но природа оказалась благосклонна к ребятам, и на короткое время вулкан как бы выглянул из-за вуали тумана, показав два огромных провала в земле с небольшими озерцами ржаво-красного цвета на дне. В тот же день студенты посетили напоминающий большого застывшего дракона массив базальтовой лавы с лавовой пещерой.

Но эти восхождения были лишь разминкой перед главным событием практики — подъемом на вулкан Авачинский высотой 2741 метр над уровнем моря. После ночевки на горном перевале под звёздами начался трудный 5-ти часовой подъем. Погода в этот раз оказалась просто идеальной — ясная без сильного ветра. В итоге без особых проблем геофизики забрались на вершину Авачинской сопки, откуда как на ладони видны Авачинская бухта, Тихий океан, горы и вулканы Камчатки вместе с суровым соседом Авачи — вулканом Корякский — и покрытая вечными снегами свежая (по геологическим меркам) лавовая пробка кратера Ава-

чи, напоминающая то ли взбитые сливки, то ли мороженое с шоколадной крошкой.



Перед отъездом студенты жили и работали на сейсмической станции в Петропавловске-Камчатском, где посмотрели на современные приборы, являющиеся частью всемирной сети сейсмических измерений. Уезжая, ребята увозили с собой сувениры (знаменитые камчатские морепродукты: икру, рыбу, крабов) и незабываемые впечатления от посещения одного из самых живописных регионов России.



Коновалов А. И., 429 группа

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

2(143)/2020

(апрель-май)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2020

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА, ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ, КО ДНЮ ПОБЕДЫ



Дорогие ветераны, сотрудники, студенты, аспиранты физического факультета!

Сегодня мы отмечаем 75-летие Победы в Великой Отечественной войне, и наш священный долг — не дать померкнуть памяти о той цене, которую нашей Родине пришлось отдать за свободу и независимость! Всё дальше от нас события тех страшных дней, всё меньше рядом с нами очевидцев тех трагических лет нашей истории.

Я хочу выразить глубочайшую признательность, благодарность и низкий поклон ветеранам и участникам Великой Отечественной войны, труженикам тыла. За все время войны с физического факультета ушло свыше 550 человек в Красную Армию, народное ополчение, в коммунистические и истребительные батальоны. Фронтовики воевали в стрелковых войсках, артиллерии, были танкистами, связистами, минометчиками, огнеметчиками, военными переводчиками и медсестрами, служили в авиации и на Военно-морском флоте. Ветераны сражались на всех 39 фронтах, развернутых во все время ВОВ. Из всех крупных битв едва ли найдется одна, в которой бы не участвовал хотя бы один из ветеранов нашего факультета.





Участники Великой Отечественной войны — бывшие фронтовики, студенты и аспиранты, — стали в большинстве своем профессорами и доцентами, докторами и кандидатами наук, преподавателями и учеными.

В этот памятный день я желаю Вам здоровья, долголетия, мира и благополучия!

*Декан физического факультета МГУ
профессор Н.Н. Сысоев*

МЕРОПРИЯТИЯ КО ДНЮ ПОБЕДЫ 9 МАЯ 2020

В этом году мы отмечаем 75-летие Победы над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. 7 мая небольшое количество сотрудников и представителей студенчества физического факультета возложили цветы и венки к Мемориальной стене студентам и сотрудникам, павшим в боях за Родину.





Декан факультета профессор Н.Н. Сысоев выразил искреннюю благодарность ветеранам и труженикам тыла и пожелал им здоровья, долголетия, мира и благополучия.



Затем участники мероприятия возложили цветы к монументу Вечно-го огня и обелиску на территории Московского университета.

Пресс-служба физического факультета МГУ



1941–1945 ГГ. В ПЕСНЯХ М. ИСАКОВСКОГО И ФОТОГРАФИЯХ

Михаил Исаковский — замечательный советский поэт-песенник. Расцвет его творчества пришелся на период Великой Отечественной войны и первые послевоенные годы. Музыка к его песням создавали композиторы Георгий Свиридов, Матвей Блантер, Зиновий Дунаевский, Альфред Шнитке, Василий Соловьёв-Седой, Исаак Дунаевский, Борис Мокроусов и другие. Среди исполнителей песен Исаковского — Сергей Лемешев, Георг Отс, Дмитрий Хворостовский и другие.

Его песни «Огонек», «В лесу прифронтовом» стали культовыми. После войны были популярны лирические «Одинокая гармонь», «Лучше нету того цвету», «Услышь меня, хорошая», озорная «Чем же, чем я виновата».

Михаил Исаковский чутко улавливал потребности времени, понимал душу русского человека и лучшие черты его характера, поэтому его песни были так любимы.

Песня Михаила Исаковского «Враги сожгли родную хату», по сути, величественнейший реквием по жертвам, которые понес советский народ в Великой Отечественной войне. Песни «Враги сожгли родную хату» и «Слушайте, товарищи» при вдумчивом прослушивании помогут оценить все величие подвига советских людей и правильно оценить ту цену, которую советский народ принес на алтарь Победы, в том числе, ради нас, ныне живущих.

Ниже приведены фрагменты популярных песен М. Исаковского и фотографии периода Великой Отечественной войны.

Может, что-то сейчас звучит несовременно, нетолерантно, но из песни слова не выкинешь! Для многих фотографий можно было бы указать место, время съемки, для некоторых даже и фамилию, имя, отчество. Это не сделано специально, так как фотографии (иллюстрации) носят, так же, как и слова песен, обобщающий характер. Да, именно так, ведь за каждым снимком стоит судьба миллионов наших сограждан, которые выполнили святой долг по защите Родины.



*До свиданья, города и хаты,
Нас дороги дальняя зовет.
Молодые смелые ребята,
На заре уходим мы в поход.*



*Настал черед, пришла пора,—
Идем, друзья, идем!
За все, чем жили мы вчера,
За все, что завтра ждем!*



*Наступил великий час расплаты,
Нам вручил оружие народ.*



*На позиции девушка
Провожала бойца,
Темной ночью простилася
На ступеньках крыльца.*



*Парня встретила славная
Фронтная семья.*



*Всюду были товарищи,
Всюду были друзья.*



*И подруга далекая
Парню весточку шлет,
Что любовь ее девичья
Никогда не умрет;*

*И просторно и радостно
На душе у бойца
От такого хорошего
От ее письмеца.*



*И врага ненавистного
Крепче бьет паренек
За советскую Родину,
За родной огонек.*



*С берез, неслышен, невесом,
Слетает желтый лист.
Старинный вальс «Осенний сон»
Играет гармонист.*

*Вздыхают, жалуясь, басы,
И, словно в забыты,
Сидят и слушают бойцы —
Товарищи мои.*



*Так что ж, друзья, коль наш черед,—
Да будет сталь крепка!
Пусть наше сердце не замрет,
Не задрожит рука;*



*Пусть свет и радость прежних встреч
Нам светят в трудный час,
А коль придется в землю лечь,
Так это ж только раз.*



*Но пусть и смерть — в огне, в дыму —
Бойца не устроит,
И что положено кому —
Пусть каждый совершит.*



*Ой, туманы мои, растуманы,
Ой, родные леса и луга!
Уходили в поход партизаны,
Уходили в поход на врага*



*Мстите за обиженных,
Мстите за униженных,
Душегубу подлому
Мстите каждый час!*



*Мстите за поруганных,
За убитых, угнанных,
За себя, товарищи,
И за всех за нас.*



*Пусть насильник мечется
В страхе и отчаянье,
Пусть своей Неметчины
Не увидит он!*



*Враги сожгли родную хату,
Сгубили всю его семью.*



*Куда же теперь идти солдату,
Кому нести печаль свою?*



*Куда б ни шел, ни ехал ты,
Но здесь остановись,
Могиле этой дорогой
Всем сердцем поклонись.*

*Навек запомни: здесь лежит
Твой самый лучший друг.*



*И для тебя и для меня
Он сделал все, что мог:
Себя в бою не пожалел,
А Родину сберег.*

P.S. Не могу удержаться от комментария.
Вот это — «Он сделал, все что мог».
Не так!
Сам Исаковский призывает:

*«И что положено кому —
Пусть каждый совершит».*

КРАСНОАРМЕЙЦЫ, ТРУЖЕНИКИ ТЫЛА СОВЕРШИЛИ НЕ ТО, ЧТО МОГЛИ, ОНИ СОВЕРШИЛИ ТО, ЧТО БЫЛО ПОЛОЖЕНО СДЕЛАТЬ СОВЕТСКОМУ СВЕРХЧЕЛОВЕКУ — СОВЕРШИТЬ НЕВОЗМОЖНОЕ: ПОБЕДИТЬ ЗНАЧИТЕЛЬНО БОЛЕЕ СИЛЬНОГО ВРАГА (ПОЧТИ ВСЮ КОНТИНЕНТАЛЬНУЮ ЕВРОПУ) И СПАСТИ РОДИНУ ОТ НЕМЕЦКИХ ЗАХВАТЧИКОВ, А МИР ОТ ФАШИЗМА.



Использованы фрагменты текста песен поэта Михаила Исаковского «Походная песня», «Огонек», «В лесу прифронтовом», «Ой, туманы мои, растуманы», «Слушайте, товарищи», «Враги сожгли родную хату», «Куда б ни шел, ни ехал ты».

Показеев К.В.

ОНИ ТРУДИЛИСЬ НА ПОБЕДУ

(Ученые физического факультета фронту)

В период Великой Отечественной войны люди, находясь в тылу, отдавали все свои силы фронту, победе над врагом. Труд многих сотрудников физического факультета МГУ во время войны отмечен правительственными наградами, в том числе медалью "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг." Вот только некоторые факты из жизни ряда ученых факультета в те трудные военные годы.

*Н. А. Капцов*

Осенью 1942 года профессора кафедры электронных и ионных процессов Николай Александрович Капцов, Григорий Вениаминович Спивак и Сефраим Менделевич Рейхрудель организовали в городе Сведловске, куда эвакуировали физический факультет, цех регенерации электрических ламп накаливания. Лампы были необходимы для организации трехсменной работы важнейших оборонных предприятий города. Цеху было передано оборудование кафедры и разработана технология производства. В создании цеха приняли активное участие сотрудники кафедры Л.Б. Афанасьева, М.Н. Дергачев и Е.М. Пономарева.

За эти работы Московский университет получил благодарность от Управления местной промышленности Свердловска, а принимавшие участие в работах сотрудники были премированы.

После войны профессора Н.А. Капцов, Г.В. Спивак и Э.М. Рейхрудель были награждены медалями "За доблестный труд в Великой Отечественной войне". Профессор Н.А. Капцов награждался орденами Советского Союза. Ему было присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР". Профессор Г.В. Спивак был удостоен Ломоносовской премии, стал автором открытия. Профессор Э.М. Рейхрудель стал лауреатом двух Государственных премий.

Следует упомянуть и об аспирантке кафедры электронных и ионных процессов М.Я. Васильевой (матери крупнейшего ученого МГУ академика Р.В. Хохлова). Незадолго до начала войны ее избрали секретарем партийного бюро физического факультета и Института физики. Мария Яковлевна столкнулась с большими трудностями. Надо перестраивать работу факультета на нужды фронта, организовывать народное ополчение, эвакуировать людей и

*Г.В. Спивак*



оборудование, развертывать строительство оборонительных сооружений. В октябре 1941 года М.Я. Васильева сама уходит в армию, где служит целых три года политруком роты седьмого отдела двадцать второго управления 6-й саперной армии Московского военного округа. Ее служба отмечена благодарностями командования армии военно-полевого строительства. В 1943 году М.Н. Васильева отзывается из армии на физический факультет, где вскоре успешно защищает кандидатскую диссертацию. Она награждена медалями "За оборону Москвы" и "За доблестный труд в Великой Отечественной войне".

Незадолго до войны и в самом ее начале на кафедре физики колебаний под руководством доцента Е.Я. Пумпера аспирант М.Д. Карасев и механик Н.М. Дьяков вели работу по созданию прибора для слепой посадки самолетов. Работа была инициирована сообщениями с мест боевых действий между Англией и Германией, уже воевавших друг с другом. Дело было в том, что начавшаяся в 1940 году массированная бомбардировка территории Англии немецкой авиацией вскоре стала малоэффективной, так англичане сумели быстро создать противовоздушную оборону страны, авиационные части люфтваффе начали нести ощутимые потери. В этот период взлетать и приземляться самолеты могли только в дневное время суток, и это было учтено английским военным командованием. Немцы же, хорошо осведомленные о режиме работы и возможностях ПВО Англии, создали радиоустройства типа радиомаяков, обеспечивающие слепую посадку и взлет своих самолетов в ночное время, что позволило им изменить уже привычный для англичан график полетов бомбардировщиков. Это нововведение снова дало возможность фашистским самолетам некоторое время безнаказанно бомбить Британские острова.

Использование немцами нового военного приема не оказалось неожиданным для советского правительства, уделявшего внимание укреплению вооруженных сил и созданию современной военной техники. К оборонным работам в тревожные предвоенные годы привлекались некоторые ученые страны. В частности, разработка методики ночной посадки и взлета самолетов была поручена Наркоматом Обороны Научно-исследовательскому институту физики при физическом факультете МГУ, где над выполнением этого зада-



М.Я. Васильева



ния и работал аспирант (позднее профессор, председатель Объединенного профкома МГУ) Макар Дмитриевич Карасев. Он участвовал в расчетах и конструировании тренировочного прибора слепой посадки, а летом 1941 года уже руководил производством серии этих приборов, получивших условное название "Ночь-1".

Успешно завершив эту работу, М.Д. Карасев, не подлежащий по инвалидности призыву в армию (у него с детства был протез ноги), прерывает учебу в аспирантуре физического факультета и поступает на работу в Ленинградскую военно-воздушную академию в должности преподавателя. Здесь он участвует в оборонной научно-исследовательской работе.

Не прекратил работу над оборонной тематикой М.Д. Карасев и после возвращения на физический факультет, куда он был отозван в мае 1944 года для завершения учебы в аспирантуре. Его привлекли к работам по изысканию возможностей увеличения радиуса действия бомбардировочной авиации. Форсированный режим работы двигателя не был безопасен, небольшое отклонение от него могло привести к взрыву. М.Д. Карасевым был создан прибор, предупреждающий пилота об опасном отклонении режима работы двигателя от нормального. Эти и другие работы М.Д. Карасева, сделанные им во время войны изобретения, отмечались грамотами и поощрениями командования и Президиума Академии Наук СССР. Он награжден медалями "За оборону Москвы" и "За победу над Германией", Работа по оборонной тематике легла в основу защищенной Макаром Дмитриевичем вскоре после окончания войны кандидатской диссертации.

Заведующий кафедрой физики колебаний академик РАН, профессор Владимир Васильевич Мигулин в 1941–1942 гг. разрабатывал системы фазовой радионавигации. В 1943–1945 гг. вел исследовательскую работу



М.Д. Карасев



В.В. Мигулин

по созданию радиолокатора для самолетов. Такие радиолокаторы были разработаны и в 1944 году поступили в серийное производство.

За эти работы инженер-майор В.В. Мигулин в 1945 г. был удостоен Государственной премии, награжден орденом "Красной Звезды" и медалью "За победу над Германией". После войны он был удостоен второй Государственной премии, награжден орденами СССР.

В 1940 году Василий Васильевич Потемкин окончил физический факультет МГУ и поступил в аспирантуру. Однако учиться в аспирантуре ему не пришлось. Он призывается в армию. Службу начал рядовым в артиллерийском полку в составе 61 танковой дивизии в районе Халкин-Гола, где несмотря на разгром японской военщины обстановка продолжала оставаться напряженной. Это заставляло держать на Востоке значительный контингент войск, охранявших спину нашего государства от японских милитаристов.



В.В. Потемкин

Вскоре после начала войны с Германией командование дивизии, в которой служил В.В. Потемкин, направило его на учебу в Забайкальское военно-политическое училище, по окончании которого он назначается комиссаром батареи 1142 артполка Забайкальского фронта.

В 1944 году командование Главного артиллерийского управления направило В.В. Потемкина в Радиолокационный институт в качестве начальника научно-исследовательской лаборатории для работы по подготовке к эксплуатации радиолокационных станций в боевых условиях. Станции из института отправлялись в действующие армии на Северный фронт. Профессор В.В. Потемкин награжден медалью "За победу над Германией".



С.Н. Ржевкин

В первые годы войны профессор Сергей Николаевич Ржевкин работал в Казани над изучением шума судов в целях борьбы с акустическими минами противника. Тогда же им была написана книга "Ухо на разведке", ставшая учебным пособием в военных школах.

В 1944 году, уже в Москве на физическом факультете, профессор С.Н. Ржевкин организовал новую кафедру акустики. Здесь под его руко-

В 1944 году, уже в Москве на физическом факультете, профессор С.Н. Ржевкин организовал новую кафедру акустики. Здесь под его руко-



водством был проведен цикл работ по исследованию шума самолета и изысканию способов его глушения. В этих работах участвовала Калерия Андреевна Велижанина и Виктор Иванович Шестаков.

В 1945 году профессор С.Н. Ржевкин, доценты К.А. Велижанина и В.И. Шестаков были награждены медалями "За доблестный труд в Великой Отечественной войне". С.Н. Ржевкин после войны награжден орденами СССР. Ему присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР".



К.А.Велижанина

Профессор физического факультета Сергей Павлович Стрелков, работавший по совместительству также в Центральном аэродинамическом институте им. Н.Е. Жуковского (ЦАГИ), сумел осуществить стабилизацию колебаний большой аэродинамической трубы, без чего на ней было невозможно испытывать самолеты и их модели. Колебания были настолько сильными, что грозили разрушить не только саму трубу, но и повредить помещение, в котором размещалась труба. В городе Казани, куда был частично эвакуирован ЦАГИ, С.П. Стрелков создал прибор для изучения процессов, происходящих при обтекании крыла самолета воздушным потоком. Прибор получил название ЭГДА. С.П. Стрелков принимал участие и в работах по изысканию возможности проведения испытаний моделей самолетов и отдельных конструкций в аэродинамической трубе малых размеров. Свою докторскую диссертацию "Автоколебания в

аэродинамических трубах" С.П. Стрелков защищал в Москве в МГУ летом 1942 года. На защите присутствовали М.И. Захарова, Л.В. Киселев, Ф.Л. Королев, Н.П. Костерин, К.В. Семенченко, Е.Б. Ступаченко, И.А. Яковлев. Официальными оппонентами были член-корреспондент АН СССР М.Л. Леонтович, профессора Г.И. Абрамович и С.Э. Хайкин. Сообщение о подробностях защиты было опубликовано наряду со сводками "От советского информбюро" в газете "Вечерняя Москва" от 28 июля 1942 года. Со ссылкой на авторитетных ученых работа характеризуется как интересное и разностороннее исследование. В нем «не только впервые установлены причины и выяснен механизм вибрации в аэродинамических трубах, но и разработаны мероприятия к устранению этих вибраций». По единогласному признанию Ученого Совета, председателем которого был декан Московской части физического факультета профессор Б.В. Ильин*, в диссертационной работе получен чрезвычайно важный



С.П. Стрелков

для отечественного самолетостроения практический результат, имеющий, по словам академика Л.И. Мандельштама, громадное значение для прикладной аэродинамики. Сама работа представляет чрезвычайно удачное сочетание глубокого физического исследования с решением важнейшей технической задачи.

За работы по исследованию прочности и надежности крыла самолета и за создание электронной модели колебаний, возбуждаемых явлением флаттера, работы которые С.П. Стрелков проводил и после войны, он был удостоен первой премии и золотой медали им. Н.Е. Жуковского. После войны профессор С.П. Стрелков награждается: орде-

нами "Красной Звезды" и "Трудового Красного Знамени". Он был удостоен почетного звания "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР".

Василий Степанович Фурсов перед войной исполнял обязанности заведующего одной из двенадцати кафедр физического факультета — кафедры теоретической физики. В первые дни войны с Германией в стране была создана система местной противовоздушной обороны и



В.С. Фурсов стал бойцом одного из подразделений МПВО Московского университета. Уже 21 июля это подразделение принимает активное участие в ликвидации последствий от падающих на Москву бомб, в основном зажигательных.



Военком вручает В.С. Фурсову медаль «За Победу над Германией»

В декабре 1941 года В.С. Фурсова призывают в армию. Сначала он курсант Харьковского военно-политического училища, а с апреля 1942 года — комиссар артиллерийской батареи стрелковой дивизии на Калининском фронте. В том же году В.С. Фурсов становится заместителем командира по политической части. В это время он ранен осколком в рот. Летом 1943 года В.С. Фурсова направили в учебный артиллерийский полк.

Напряженная обстановка сложилась тогда на фронтах Великой Отечественной войны, были нужны опытные командиры. И в то же время перед страной встали новые задачи, которые нужно было немедленно решать, нужно было разворачивать работы по созданию атомного оружия. Над этой проблемой уже интенсивно работали американцы. Понадобились научные кадры. К выполнению важнейших работ был привлечен и В.С. Фурсов, отозванный из армии по представлению деканата физического факультета (декан член-корреспондент АН СССР профессор А.С. Предводителев) в 1944 году и направленный в распоряжение Академии Наук СССР.

Работы профессора В.С. Фурсова в Институте Атомной энергии им. И.В. Курчатова (ЛИПАНе) в 1941–1954 г.г., связанные с решением атомной проблемы, удостоены трех Государственных премий.



В.С. Фурсов награжден медалями "За победу над Германией", "За доблестный труд в Великой Отечественной войне", а также восьмью орденами СССР.



И.А. Яковлев

О начале войны с Германией Иван Алексеевич Яковлев узнал вот при каких обстоятельствах. Вместе со своим отцом профессором МГУ историком Алексеем Ивановичем он был приглашен Дмитрием Ильичем Ульяновым в гости на 22 июня в Горки Ленинские. Рано утром за Яковлевыми приехала легковая машина "ЗИС-101". Однако Алексей Иванович поехать в гости не смог по причине не очень хорошего самочувствия, так что поехал один Иван Алексеевич. Автомашина была оборудована радиоприемником. Включив его, и узнал Иван Алексеевич о начале войны.

Всю войну Иван Алексеевич провел в Москве, работая на физическом факультете. Он принимает участие в дежурствах на территории Московского университета, в тушении пожаров и зажигательных бомб, которые немецкие летчики сбрасывали на территорию университета, который в то время располагался на улице Моховой в непосредственной близости от Кремля. В перерывах между дежурствами — работа для нужд фронта. Под руководством профессора Б.В. Ильина Иван Алексеевич работает над усовершенствованием противогаза. Разрабатывался картонный дымазащитный фильтр, не боящийся увлажнения. Имевшиеся в то время картонные фильтры при их увлажнении сильно увеличивали сопротивление выдыхаемому воздуху. В результате противогаз становился непригодным к употреблению. Ученым удалось решить задачу по усовершенствованию фильтра. Профессор Иван Алексеевич Яковлев был награжден медалями "За оборону Москвы» и "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг."

После войны он награждается также орденом "Трудового Красного Знамени». Ему присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки Российской Федерации".

Во время войны кафедрой оптики заведовал Федор Андреевич Королев, который не уезжал в эвакуацию. Под его руководством изучался кумулятивный взрыв и создавалась аппаратура для его исследования. В результате удалось раскрыть природу этого явления, осуществить визуализацию кумулятивной струи, изучить динамику ее развития и факторы, обеспечивающие поражающее действие взрыва. Предложенный метод позволил изучить взрыв не только в лаборатории, но и в полевых услови-



ях, для чего потребовалось создать специальную экспериментальную установку. Результаты работ послужили основой для создания эффективного оружия, поступившего на вооружение Красной Армии. Руководитель работ Ф.А. Королев совместно с Н.Л. Карасевым были удостоены Сталинской премии.

Другим направлением работ кафедры было проведение по заданию Государственного Комитета Обороны теоретических и экспериментальных исследований по многолучевой интерферометрии и спектроскопии большой разрешающей силы. На основе этих исследований удалось разработать эффективные методы спектроскопии высокой разрешающей силы, создать ряд приборов, таких, как многолучевые интерферометры, интерференционные многослойные отражатели с большим КПД. За выполнение этих и других оборонных заданий коллектив кафедры оптики неоднократно отмечался благодарностями Комиссариата Народного образования, а за поставку аппаратуры в действующую армию маршал Советского Союза К.К. Рокоссовский телеграфировал свою благодарность в адрес физического факультета.



Ф.А. Королев

* Основная часть физического факультета находилась в эвакуации.

Ведущий научный сотрудник Б.Н.Швилкин

Примечание Главного редактора: Статья была опубликована в №112 (3) «Советского физика», 2015. При публикации 2020 г. внесены незначительные уточнения.

РАССКАЗ ОБ ОТЦЕ-ФИЗИКЕ-ФРОНТОВИКЕ. СТАЛИНГРАДСКАЯ БИТВА

По материалам семейного архива

Введение

Жизнь и деятельность моего отца — Аркадия Фёдоровича Кононова, родившегося в 1908 году в сибирской деревне Красноярского края в семье крестьян-переселенцев из Могилевской губернии Российской империи, убеждённого с молодых лет коммуниста (вступил в члены ВКП(б)



в 1928 году в период работы в Ачинском райкоме ВЛКСМ), фронтовика — участника Великой Отечественной войны, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника — в течение более чем 40 лет была связана с физическим факультетом МГУ. Отношение отца к Московскому государственному университету, и в особенности к физическому факультету, всегда было очень уважительным, возможно даже сакраментальным. Он ценил саму возможность трудиться на физфаке МГУ. И только его уход из жизни в марте 1974 года прервал эту живую связь.

Краткий официальный очерк жизни А.Ф. Кононкова был опубликован в стенной газете физического факультета "Советский физик" и в книге "Физфаковцы и Великая Отечественная война" (М.: Физический факультет МГУ, 2015, стр.170–173).

Ниже будет более подробно описан период его жизни до призыва на фронт Великой Отечественной войны (ВОВ) и первые месяцы его фронтовой жизни. Описание сделано на основе семейного архива и личных воспоминаний.

Предвоенная жизнь: работа в селе, служба в армии, учёба, педагогическая работа

По-видимому, серьёзный интерес к физике у отца возник уже в ходе работы трактористом в совхозе-коммуне в 1928–1929 гг. Однако реальная возможность учиться «на физика» у него появилась только в результате первого призыва — в 1930 году — на службу в РККА (Рабоче-Крестьянскую Красную Армию), в Курсантскую школу командиров в г. Канске Восточно-Сибирского (ныне Красноярского) края.

После успешного окончания Школы и получения звания командира ему удалось воспользоваться предоставленной возможностью как демобилизованному военнослужащему поступить учиться на рабфак («рабочий факультет» — подготовительные государственные бесплатные курсы для поступления в ВУЗ для рабочей молодежи и демобилизованных военнослужащих) при физическом факультете Восточно-Сибирского государственного университета, что он и сделал осенью 1931 года.

По окончании рабфака в феврале 1932 года отец был вторично призван в армию, где он полгода служил инспектором политуправления при штабе Дальневосточной армии.

После вторичной демобилизации отец смог, наконец, осуществить свою мечту, и в октябре 1932 года он поступил учиться на физический факультет МГУ. Он успешно закончил обучение на физфаке в 1938 году по специальности «Рентгено-структурный анализ». Ему была присвоена квалификация «научного работника в области физико-математических наук, преподавателя вуза, втуза и Звание учителя средней школы».



По окончании физфака он получил по распределению назначение директором одного из педагогических вузов.

Однако путь к долгожданной работе по приобретённой специальности оказался совсем не простым. В июне 1938 года на Аркадия Федоровича обрушился удар с неожиданной стороны: его отец-крестьянин — Федор Максимович Кононков — был арестован по ложному навету 13 мая 1938 года в своем доме на хуторе «Восток» Березовского района Красноярского края и 27 мая 1938 года тройкой УНКВД Красноярского края «за антисоветскую агитацию» приговорён к расстрелу!

Как удалось выяснить младшему из братьев А.Ф. Кононкова — Петру Федоровичу Кононкову (1928 года рождения, доктор сельскохозяйственных наук (1971 г.), лауреат Государственной премии в области науки и техники (2003 г.)) — только лишь в начале 1990-х годов, после принятия закона РФ «О реабилитации жертв политических репрессий», приговор его отцу Ф.М. Кононкову был приведён в исполнение 20 сентября 1938 года в Ачинской тюрьме Красноярского края. Было ему в то время 58 лет.

В гражданскую войну Ф.М. Кононков был красным партизаном, связным в известном партизанском отряде Щетинкина, воевавшем против колчаковцев; однажды чудом избежал ареста колчаковцами у себя в доме. В семье после ареста остались без кормильца его жена, немолодая женщина, и четыре ребенка-подростка в возрасте 10, 12, 14 и 16 лет.

Когда Аркадий Федорович сообщил в партком об аресте отца, то ранее выданное ему назначение на работу было отменено, и он оказался без работы. По его воспоминаниям, с такой пометкой в личном деле об отце его нигде не брали на работу. Наконец он добился приёма у одного из руководителей Наркомпроса (Народный комиссариат просвещения СССР) и задал прямой вопрос: «Вам что, учителя физики вообще не нужны?»



А.Ф. Кононков — курсант Школы Командиров, г. Канск, март 1931 г.

После этого он был направлен в школу №6 города Сокол Вологодской области в качестве преподавателя физики.



А.Ф. Кононов - выпускник физического факультета МГУ, май 1938 года

В июне 1938 года А.Ф. Кононов был исключён из рядов ВКП(б), но через шесть месяцев снова восстановлен в партии.

В период с сентября 1938 по март 1942 года Аркадий Федорович работал в системе народного образования в Сокольском районе Вологодской области. Последовательно прошёл ступени: учитель физики — завуч средней школы — преподаватель Вологодского педагогического института — заведующий Отделом Народного Образования в Сокольском районе Вологодской области. С этой должности в марте 1942 года он вновь, уже в третий раз, был призван в ряды Красной Армии и направлен на курсы комиссаров штабов дивизий при Академии им. Фрунзе (находившейся в то время в эвакуации в городе Ташкенте).

Первые месяцы на фронте. Сталинградская битва

По окончании комиссарских курсов в сентябре 1942 года старший лейтенант А.Ф. Кононов был назначен комиссаром штаба 59-й мотомеханизированной бригады 4-го механизированного корпуса. В это время 4-й мехкорпус проходил этап (второго) формирования в Нижнем Поволжье, в Татищевском танковом лагере. 23–30 октября 1942 г. сформированный 4-й мехкорпус (общей численностью 16 000 чел.) убыл на Сталинградский фронт. В командование корпусом вступил талантливый профессиональный военный генерал-майор танковых войск Василий Тимофеевич Вольский.

Сталинградская битва, продолжавшаяся с 17 июля 1942 по 2 февраля 1943 года, фактически представляла собой цепь крупных наступательных и оборонительных операций, встречных контрударов с обеих сторон. Началом коренного перелома в пользу Красной Армии стали наступа-



тельная операция «Уран» (по окружению под Сталинградом 300-тысячной группировки войск фельдмаршала Паулюса) и важнейшая оборонительная операция — «Котельниковская» — по отражению деблокирующего контрудара немцев, имевшего целью прорыв кольца окружения и вывод группировки Паулюса из города Сталинграда и его пригородов.

Вспоминая о своём участии в операции «Уран», мой отец (не без удовольствия) рассказывал нижеследующий эпизод:

«Через несколько дней после начала прорыва обороны румынской 4-й армии, когда передовые ударные подразделения нашей 59-ой мехбригады уже углубились в расположение противника на десятки километров, мне как комиссару бригады поступил приказ: «Немедленно разоружить окружённые вами румынские войска!» А ведь это были сотни и даже тысячи все ещё вооружённых солдат и офицеров, всего день-два назад оказывавших упорное сопротивление советским воинам. В их распоряжении была и артиллерия; тяга у румын была конная.

Я приказал всем офицерам и солдатам, находившимся при штабе и оказавшимся поблизости — всего несколько десятков человек — проверить личное оружие и подготовиться к прибытию представителей румынского командования. Вскоре в расположение штаба бригады прибыли парламентёры — несколько офицеров из состава командования окружённых сил. Одеты по-зимнему, вооружённые.

В те дни стояла морозная погода, температура опускалась до -20°C . Мы знали, что солдаты противника были в своей массе деморализованы, страдали от холода. Поэтому я пригласил румынских парламентёров пройти в штаб (теплый) нашей бригады и предложил снять верхнюю одежду. Наши люди вежливо помогли им разоблачиться, а их одежду и личное оружие сразу поместили в дальний угол комнаты под присмотром наших конвойных.

Переговоры были недолгими, спокойными и продуктивными. Парламентёры приняли наши условия. При этом они попросили, чтобы я как представитель советского командования сам выступил перед строем румынских подразделений, которым предстояло разоружиться. Я согласился.

Моя речь перед румынами была краткой: «Я комиссар Красной Армии. Советское командование обещает после разоружения и сдачи в плен сохранить вам жизнь. И после окончания войны — домой!» После того, как переводчик перевёл мои последние слова, из строя солдат стали раздаваться выкрики по-румынски и по-русски: «Хороший комиссар! Хороший комиссар!» Добровольное разоружение началось немедленно. Люди спокойно подходили и складывали своё личное оружие в кучу, а сами присоединялись к группе безоружных. В отдельное место свозилась ар-

тиллерия, лошади. Спустя короткое время разоружение было полностью закончено. Новые военнопленные отправились пешим строем под наблюдением конвойных на сборный пункт. Всем им была сохранена жизнь.»



Колонна пленных румынских солдат под Сталинградом, 1942 г.

Историческая справка. После государственного переворота в Румынии 23 августа 1944 года и удаления от власти союзника Гитлера маршала Антонеску новый руководитель страны король Михай I объявил войну Германии и повернул национальные вооружённые силы против гитлеровцев. В результате переформированная 4-я румынская армия была использована советским командованием в боях с немцами за освобождение других европейских стран (Венгрии, Австрии). Король Михай I (молодого короля прозвали в Москве «король-комсомолец») 6 июля 1945 года был награждён высшим военным орденом СССР — орденом «Победа».

Однако спустя всего 2 недели после успешной советской наступательной операции «Уран», немецкое командование перегруппировало силы, подтянуло резервы и 12 декабря 1942 года начало мощное контрнаступление — операцию «Винтергевиттер» («Зимняя гроза») — в районе города Котельниково в направлении Сталинграда. Осуществлялось наступление силами новообразованной вермахтом группы армий «Дон»



под командованием фельдмаршала Манштейна, а в качестве главной ударной силы выступала 4-я танковая армия армейской группы «Гот».

В это наступление немцы бросили все ресурсы, которые только смогли собрать без чрезмерного риска ослабить другие участки фронта: в общей сложности более 600 танков, около 500 самолётов, живой силы — 124 тыс. человек. По официальным данным, преимущество над нашими войсками на этом участке фронта на момент первого удара у немцев было: в количестве танков — 6-кратным, по самолётам — более чем 5-ти кратным.

В тяжёлом сражении, продолжавшемся с 12 по 24 декабря, упорное сопротивление наступающему противнику оказала группа войск 51-й армии Сталинградского фронта: 4-й и 13-й мехкорпуса, огнёметная танковая бригада и два полка (танковый и стрелковый). Сражение подчас приобретало характер встречных ударов. (Отец упоминал советский фильм «Горячий снег», 1972 г., который, по его словам, даёт в целом правильное представление об атмосфере этих боев и героизме советских воинов.)

Особо ожесточённые бои разгорелись за стратегически важный хутор Верхний Кумский, где врагу противостояла в том числе 59-я мехбригада (в которой служил комиссаром бригады А.Ф. Кононков). С 14 по 19 декабря хутор Верхний Кумский несколько раз переходил из рук в руки.

Вечером 18 декабря пришла радиограмма, в которой сообщалось о присвоении 4-му мехкорпусу звания «гвардейского»; при этом 4-й механизированный корпус был преобразован в «3-й Гвардейский механизированный». Комиссар А.Ф. Кононков узнал об этой высокой награде одним из первых и немедленно сделал все возможное, чтобы бойцы бригады узнали об этом как можно скорее. В разгар продолжающегося боя это дорогого стоило. Как комиссар-фронтовик он уже глубоко прочувствовал, как важно для солдата знать, быть уверенным, что ты не забыт!

Позднее, в январе 1943 года, 3-му Гвардейскому механизированному корпусу было присвоено почётное наименование "Сталинградский".

Пятидневная задержка немцев у хутора Верхне-Кумского была бесспорным тактическим успехом советских войск, поскольку позволила выиграть время для подтягивания и развёртывания сил (вновь сформированной) 2-й гвардейской армии под командованием генерал-лейтенанта Р.Я. Малиновского. Она сходу вступила в бой и за несколько дней смогла не только остановить наступление немцев, но и сама начала победное контрнаступление. В результате деблокирующее наступление немецких войск под Сталинградом было окончательно сорвано! Кольцо советского окружения вокруг Сталинградской немецкой группировки стало непробиваемым!



В ходе непрерывных кровопролитных боев во второй половине дня 19 декабря превосходящим танковым силам врага удалось прорваться с фланга в тыл боевых порядков подразделений 4-го мехкорпуса, удерживавших хутор Верхне-Кумский.



*В.А. Кононков, выпускник
физического факультета 1973 г.*

В сложившейся критической ситуации командир корпуса В.Т. Вольский решил отдать мехбригадам приказ оставить населенные пункты Верхне-Кумский и колхоз им. 8 Марта и начать отход на новый рубеж обороны. В ночь с 19 на 20 декабря подразделения корпуса с боем выходили из окружения. 4-й мехкорпус с честью выполнил возложенную на него задачу («Хроника Великой Отечественной войны. 19 декабря 1942 года. 546-й день войны.»)

В этом бою комиссар мехбригады, гвардии старший лейтенант А.Ф. Кононков был тяжело контужен, потерял сознание и остался лежать на поле боя среди убитых и раненых.

Примечание Главного редактора: Статья дает повод задуматься над следующим.

Почему советская власть направляет сына репрессированного сначала на воспитание молодого поколения, а затем и на партийно-политическую работу в РККА?

Не закрывает путь в науку другому сыну (П.Ф. Кононков) и поручает ему заниматься обеспечением продовольствием населения страны?

Почему командующий 4-й мехкорпусом генерал-майор танковых войск Василий Тимофеевич Вольский, возражавший (страшно подумать!) самому Сталину по срокам проведения Сталинградской битвы, написавший письмо Сталину(!) с требованием ее отменить, не был расстрелян, даже не отстранен, а поставлен на один из ответственных участков фронта, а затем и награжден?

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТОКОВ УСКОРЕННЫХ ИОНОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Потоки ускоренных ионов широко используются в современных технологических процессах и научных исследованиях. Среди областей их применения можно выделить два направления. Первое из них связано с

модификацией свойств материалов, а второе — с анализом их состава и структуры.

В основе аналитических ионно-пучковых методик лежат самые разные физические явления и эффекты, и естественно, что эти методики очень разнообразны по реализации и возможностям. В качестве примера можно привести масс-спектрометрию вторичных ионов (МСВИ или SIMS), позволяющую обнаружить в составе образца одну мил-

лиардную долю примеси и узнать распределение этой примеси по глубине материала. Гелиевый ионный микроскоп (НИМ) не уступает по разрешению (оно субнанометровое!) уже ставшему необходимым в любой лаборатории прибором сканирующему электронному микроскопу. Кроме того, он позволяет рассматривать биологические и непроводящие образцы без дополнительной подготовки, а используемым в нем сфокусированным ионным пучком (FIB) можно «вырезать» или «выращивать» на образце практически любые структуры (рис. 1). Еще одним впечатляющим примером является спектроскопия рассеяния ионов низких энергий (LEIS), которая позволяет избирательно работать с единственным верхним атомным слоем вещества, определяя состав этого монослоя и его эволюцию во времени. Такие возможности востребованы в исследованиях каталитических процессов, в биомедицинских приложениях, в самых разных областях материаловедения и электроники.

Среди возможностей, которые ионные пучки предоставляют для модификации материалов, самый, пожалуй, известный процесс — это ионная имплантация. При изготовлении устройств микроэлектроники — таких, как процессоры или элементы памяти, — ускоренные ионы бора, фосфора, мышьяка и других веществ внедряют в подложку, создавая в ней донорные или акцепторные примеси. Очень интересна и возмож-

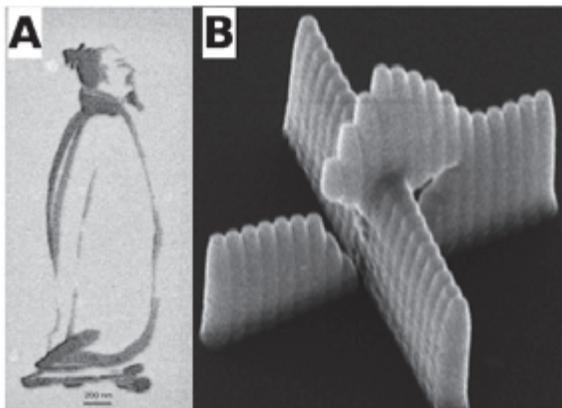


Рис. 1. Структуры, созданные с помощью ионно-индуцированного осаждения металла в гелиевом ионном микроскопе. Размер изображений 1 мкм (*Scanning*, 34 (2012) 90–100)

ность формирования самоупорядочивающегося нанорельефа на поверхности материалов под действием потоков ионов. Упорядоченный рельеф может возникать, например, в форме волн (преимущественно на аморфных или аморфизируемых материалах) или в форме шестигранников, прямоугольников, пирамидок (на кристаллах). Используют его в приложениях фотоники, плазмоники, для улучшения биосовместимости поверхности, для исследования ДНК. Преимущество такого подхода к созданию наноструктур — масштабируемость: самоорганизующиеся наноструктуры могут одновременно расти на сколь угодно большой площади, в то время как для «вырезания» или «выращивания» каждого элемента по отдельности (как на рис. 1) требуется огромное количество времени.

Исследования свойств ионных пучков и процессов, происходящих при их взаимодействии с поверхностью, имеют длинную историю. Эти исследования продолжаются в ведущих мировых центрах и сегодня, постоянно давая новые интересные результаты. Особое направление в этой области науки — **изучение газовых кластерных ионов**. Оно сформировалось относительно недавно, в 90-е годы, в Университете Киото и связано с лабораторией проф. И. Ямады.

Газовый кластер представляет собой совокупность атомов (обычно от нескольких единиц до нескольких тысяч), связанных слабыми Ван дер Ваальсовскими связями. После ионизации и ускорения пучок таких частиц направляют на поверхность образца. В отличие от обычных, атомарных, ионов, кластерный ион не поникает глубоко в мишень, и вся его энергия выделяется локально, в области взаимодействия с поверхностью. Именно этим определяются необычные характеристики такого взаимодействия. Так, температура в области взаимодействия может достигать десятков тысяч градусов, а давление — нескольких мегабар. В то же время, в более глубокие слои мишени дефекты не вносятся.

Первый в России ускоритель кластерных ионов был разработан и создан в лаборатории ионно-пучковых технологий (физический факультет и НИИЯФ МГУ) под руководством проф. В.С. Черныша. Исследования в области физики кластерных ионов, проводимые в лаборатории, связаны как с методами создания потоков ускоренных кластеров, так и с механизмами их взаимодействия с веществом. Как известно, в нормальных условиях аргон не образует даже молекул. Поэтому чтобы создать из атомов аргона целый кластер, газ остужают до нескольких десятков кельвинов за счет расширения в вакуум через сверхзвуковое сопло. В полученной аргоновой струе происходит конденсация, то есть образование кластеров, а ее характеристики важно знать для оптимизации процесса. Для этого мы разработали методику визуализации такой струи с помощью газового разряда (рис. 2)

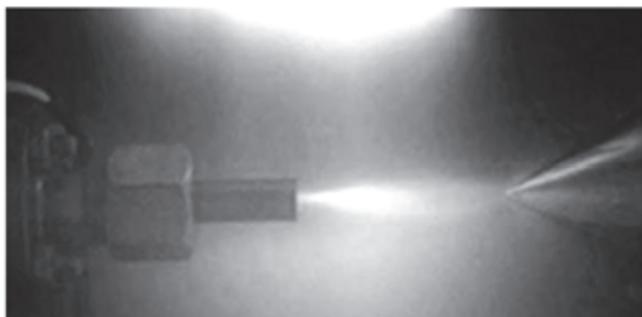


Рис. 2. Визуализация потока газа из сверхзвукового сопла с помощью газового разряда

Уже в первые годы исследований была обнаружена возможность сглаживания поверхности с помощью кластерных ионов до средней шероховатости не более чем в несколько ангстрем. Важно отметить, что в отличие от других методов обработки (абразивная, электрохимическая, химико-механическая), ионное облучение универсально и способно сглаживать даже самые твердые вещества, такие как алмаз или карбид кремния (рис. 3, слева).

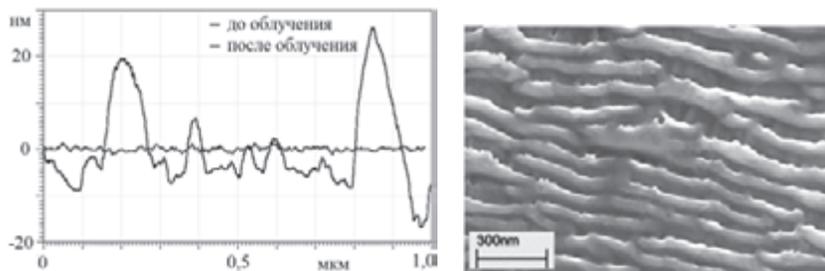


Рис. 3. Сглаживание поверхности кластерными ионами при нормальном падении (профили поверхности, слева) и формирование волнообразного рельефа при наклонном падении (изображение в электронном микроскопе, справа)

Однако позже было обнаружено, что при наклонном падении кластерного пучка на поверхности мишени возможно формирование упорядоченного волнообразного рельефа. Такой рельеф показан на рис. 3, справа. Более того, мы обнаружили, что если в качестве мишени использовать не простое вещество, а сплав, то под действием кластерной бомбардировки, во-первых, поверхность очень сильно обогащается одним из компонентов сплава, а во вторых, второй компонент собирается в гребнях волн. Почему так происходит — пока не понятно (не до конца понят-



но даже обогащение поверхности при облучении традиционными ионами, которое существенно слабее). Однако уже ясно, что обнаруженное явление необходимо учитывать при разработке методов анализа поверхности, построенных на использовании кластерных ионов. И его же можно использовать для создания не только заданного упорядоченного нанорельефа, но и заданного распределения элементов вдоль поверхности.

Электронные сфокусированные пучки также активно используются в различных технологических процессах в современных микро- и нанoeлектронике. При взаимодействии электронных и ионных пучков с диэлектрическими мишенями происходит модификация поверхностной структуры и изменение электрофизических свойств, в сильной степени из-за зарядки поверхности облучаемого образца. В современных работах, посвященных этой теме, отмечается, что явление электрической зарядки диэлектриков известно довольно давно, но сюрпризом является тот факт, что оно до сих пор не до конца понято и изучено.

Эффекты зарядки диэлектриков играют большую роль в радиационной физике, в эмиссионной электронике, в электронно-зондовых и ионно-пучковых методах анализа структуры и состава твердого тела, в вопросах обеспечения надежности космических аппаратов. Так, например, по данным японского космического агентства причиной около 50% катастрофических отказов в функционировании всех космических аппаратов являются электростатические пробой между различно заряженными участками поверхности космических аппаратов. Такая зарядка происходит из-за постоянного облучения аппаратов космическими частицами.

Во время зарядки одновременно происходит целый ряд самосогласующихся процессов: аккумуляция зарядов, вторичная электронная эмиссия, радиационно-стимулированные токи, релаксация носителей, образование сильных внутренних электростатических полей и т.д. Без учёта любого из этих явлений картина зарядки диэлектриков становится не исчерпывающей, приводящей к противоречиям и даже ложным выводам. Поэтому для измерения кинетики зарядки диэлектриков под воздействием электронных и ионных пучков в лаборатории проф. Э.И. Рау был разработан специализированный электронно-зондовый комплекс. Он основан на базе сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) LEO 1455VP, позволяющего контролируемо облучать изучаемые диэлектрики различными дозами электронов с различной начальной энергией E_0 , при этом в режиме реального времени измеряя все основные характеристики параметров зарядки. Такая комплексная методика позволяет одновременно фиксировать во времени поверхностный потенциал, ток смещения (аккумулируемый заряд) и ток утечки, а также изменение полной эмиссионной характеристики образца во времени.

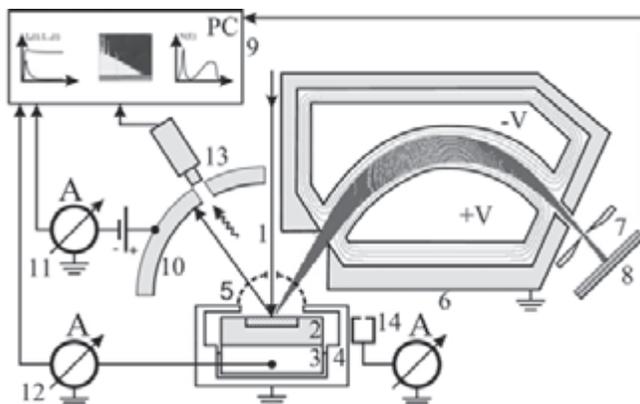


Рис. 4. Схема экспериментального комплекса для измерения параметров зарядки: 1 — электронный зонд СЭМ, 2 — диэлектрическая мишень, 3 — металлическая подложка образца, 4 — защитный экранирующий корпус, 5 — полусферическая сетка, 6 — сектор тороидального спектрометра, 7 — выходная диафрагма, 8 — микроканальные пластины, 9 — управляющий ПК, 10 — усеченный полусферический коллектор электронов, 11, 12 — наноамперметры, 13 — рентгеновский микроанализатор, 14 — цилиндр Фарадея

Поверхностный потенциал зарядки исследуемого образца определяется по сдвигу спектра вторичных электронов (ВЭ), полученного с помощью сектора электростатического спектрометра (рис. 4). В свободном от спектрометра секторе находится усеченный полусферический коллектор ВЭ, позволяющий измерять их ток. Такая конфигурация полусферического коллектора позволяет собирать практически половину всего эмитированного тока. Точная же калибровка проводилась при сравнении результатов измерений тока эмиссии с образца с известными эмиссионными характеристиками. Кроме того, одновременно измеряются токи смещения и утечки (или аккумуляированный на образце заряд). Такой комплексный метод позволил выявить значительное число противоречивых данных в моделях зарядки, как теоретических, так и экспериментальных. Так на рис. 5 приведен пример кинетических характеристик зарядки Al_2O_3 -керамики при токе первичного зонда $I_0=1$ нА: поверхностный потенциал $V_S(t)$, тока вторичной электронной эмиссии I_0 , и сумма тока утечки и смещения I_{L+D} для двух значений $E_0=5$ кэВ и $E_0=10$ кэВ. Как видно, все характеристики имеют разные временные константы установления равновесного состояния. Примечательным является тот факт (в общих чертах характерный для всех диэлектриков!), что время установления стационарного равновесного состояния $\sigma=1$ намного меньше времени наступления равновесного состояния для зарядового потенциала поверхности V_S . На этот неожиданный эффект нами было обращено вни-

мание уже в ранних работах. А его игнорирование привело к неверной интерпретации кинетики зарядки диэлектрических мишеней в значительном числе публикаций других авторов.

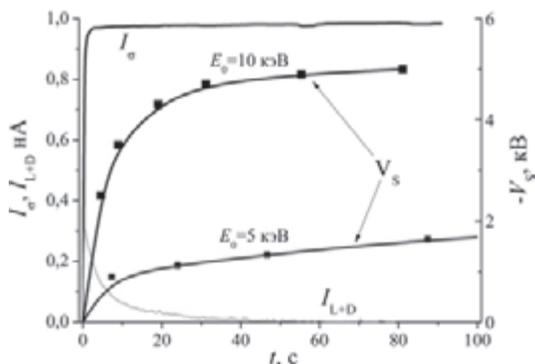


Рис. 5. Кинетические характеристики зарядки Al_2O_3 -керамики – тока вторичной электронной эмиссии $I\sigma(t)$, тока смещения I_{L+D} и поверхностного потенциала V_S для двух значений энергии первичного пучка: $E_0 = 5$ кэВ (только потенциал) и $E_0 = 10$ кэВ

В 2017 году данная комплексная методика была также успешно использована для измерения основных параметров процесса диэлектриков при облучении их разными типами ионов в широком диапазоне энергий. По результатам проведенных экспериментов было окончательно снято имеющееся в ряде публикаций противоречие о величине равновесного поверхностного потенциала зарядки диэлектриков и показано, что потенциал зарядки достигает значений, близких к потенциалу, ускоряющему ионы по направлению к мишени.

С.н.с. А.Е. Иешкин, с.н.с. А.А. Татаринцев,
кафедра физической электроники

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ НА БЕЛОМОРСКОЙ БИОСТАНЦИИ

В начале сентября 2019 года вместе с несколькими студентами кафедры общей физики и научным руководителем Пацаевой Светланой Викторовной мы отправились в поездку за полярный круг на Беломорскую биологическую станцию МГУ, или кратко ББС. Станция находится на южном берегу Кандалакшского залива Белого моря и за десятилетия

своего существования принимала ученых и студентов самых разных специальностей: биологов, геологов, зоологов, математиков и не только. Какой же интерес для нас, физиков, в экспедиции на ББС? Чем мы занимались за время нашего пребывания на Белом море, кроме того, что хорошо проводили время, и каких результатов добились?

Уже несколько лет подряд научная группа лаборатории молекулярной спектроскопии отправляется вместе с коллегами (химиками, биологами, микробиологами) в экспедицию на берега Кандалакшского залива Белого моря. Не только красоты севера влекут нас в эти места, но и находящиеся здесь уникальные объекты природы — реликтовые меромиктические водоемы (рис. 1). Они образовались много лет назад из-за поднятия берега, которое в некоторых местах отделило прибрежную часть моря от его основного объема, тем самым создав новую группу акваторий,

так называемые «отшнурывающиеся» озера. Их еще называют «водоемы-изгой», поскольку от моря они уже отделились, а к стадии пресноводного озера еще не пришли. Отличительной чертой меромиктических водоемов является их слоистая гидрологическая структура: богатый кислородом пресный поверхностный слой воды на глубине сменяется соленой морской водой, лишенной кислорода. Перемешивание слоев в таких водоемах отсутствует, что приводит к возникновению застойных явлений в придонной зоне, а именно ак-

тивизации процесса бактериальной сульфатредукции — восстановления бактериями серы, содержащейся в сульфатах морской воды, до сероводорода. В зависимости от условий, в каждом из слоев озера присутствуют свои микроорганизмы, однако особенное внимание исследователи отводят слою воды на границе кислородной и бескислородной зон, где часто наблюдается массовое развитие фототрофных бактерий с особым типом фотосинтеза — аноксигенным (без выработки кислорода).



Рис. 1. Меромиктическое озеро Еловое и отобранные с разных глубин образцы воды

Интерес физиков к аноксигенным фототрофным микроорганизмам — зеленым серным и пурпурным бактериям — обусловлен в первую очередь их способностью к фотосинтезу в условиях очень низкой интенсивности света, который происходит посредством поглощения энергии солнечного излучения специальными светособирающими пигментами — бактериохлорофиллами (Бхл). Различают несколько типов Бхл, различия

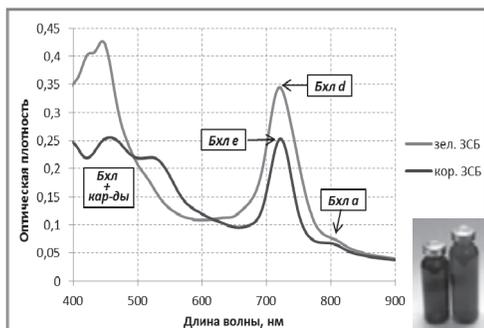


Рис. 2. Спектры поглощения двух типов фототрофных бактерий: зеленоокрашенных (содержащих Бхл d) и коричневоокрашенных (содержащих Бхл e)

в структуре соединений которых приводят к разному виду их спектров поглощения (рис. 2) и разной окраске клеток бактерий. Спектральные особенности фотосинтетических пигментов делают их перспективными соединениями в области наномедицины. Известно, что в последние годы на основе производных Бхла и наночастиц золота происходит разработка наноструктурированных ИК-фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии рака. Маленькие размеры клеток бактерий (от 10 до 200 нм), высокая самоорганизация пигментов, возможностью передавать энергию внутрь клетки с минимальными потерями и на очень больших скоростях (20–50 пс) и наличие системы защиты клеток от химически активного кислорода делают микроорганизмы крайне интересным объектом для изучения как в области фундаментальной, так и прикладной науки.

Прошлой осенью наша небольшая группа прибыла на биостанцию после изнурительной поездки: двадцати восьми часов в вагоне поезда, двух часов езды на машине и двадцати минут на борту катера. И вот вдалеке показался знакомый ветряк, а рядом с ним скопление невысоких зданий. Маленькие ухоженные домики, флотилия маломерных судов, названия которых помнишь наизусть, замечательные люди и завораживающие красоты русского севера — вот что открывается каждому прибывшему.

Едва распаковав вещи, мы решили отправиться в Бухту Биофильтров, которую так прозвали из-за мидий и морских желудей, фильтрующих в этом месте воду. Разрезая водную гладь на моторной лодке, мы приближались к бухте, как вдруг увидели медвежонка, испуганно убежавшего от рева мотора нашей лодки. Оставшись одни в этом заливе, с одной стороны которого возвышается крутой скалистый берег, усыпан-



ный небольшими соснами, мы начали измерения в надежде найти пурпурные серные бактерии, ранее обнаруженные нашими коллегами и друзьями-биологами Дмитрием Анатольевичем Вороновым и Еленой Дмитриевной Красновой. Неожиданно, на полпути ко дну, мы заметили в воде маленьких существ, внешне похожих на рачков. Оказалось, что в этом слое живут личинки полихет. Под микроскопом они выглядят как маленькие забавные водные черви с черными глазками и множеством щетинок, с помощью которых они передвигаются в воде. То, зачем мы приехали, ждало нас глубже: на глубине 9 метров вода внезапно приобрела розовый цвет. Цвет был обусловлен пурпурными серными бактериями. Довольные полученными образцами, мы поехали обратно на станцию.

Следующим водоемом в программе экспедиции была лагуна Зеленого мыса. Разместившись на борту «Стрижа» вместе с нашим оборудованием, мы отправились в плавание. Когда корабль встал на якорь, мы пересели на надувные лодки и поплыли к берегу. Там нам предстояло перетянуть наши резиновые суда через узкий перешеек, и вот — мы на месте. Перед нами было небольшое озеро, скрытое от взгляда и окруженное типичным северным лесом, в котором, к сожалению, совсем не было ни грибов, ни ягод в этом году. Разделившись на две маленькие команды (каждая на своей лодке), мы начали делать измерения. В этот день мы обнаружили уникальных для местных меромиктических водоемов криптофитовых жгутиконосцев *Rhodomonas*, которые на данный момент обнаружены лишь в этой лагуне.

Через день в том же составе и с тем же оборудованием мы отправились на озеро Еловое. Измеряя характеристики воды на разных глубинах, мы снова наткнулись на нестандартно окрашенную воду: сначала желтоватую, чуть глубже — коричневатую, затем внезапно цвет сменился, и после небольшого обсуждения мы решили назвать его темно-оливковым. Ответственной за столь насыщенный цвет была смесь коричнево-окрашенных и зелено-окрашенных зеленых серных бактерий. Эти одноклеточные организмы обитают в тонком слое воды, называемым хемоклином, который находится на границе раздела между аэробной зоной, где есть кислород, и анаэробной с сероводородом. Неприятным моментом было лишь то, что все эти изменения сопровождалось запахом сероводорода, который в огромном количестве содержится ниже уровня хемоклина и является продуктом жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий.

Также за время пребывания на биостанции мы традиционно исследовали озеро Трехцветное и совершили экспедицию на озеро Большие Хрусломены. Озеро Малые Хрусломены, или озеро Банное, которое нам пришлось пересечь по дороге к Большим, встретило нас очень интенсивным «цветением» воды, вызванным, вероятно, стоками от поселка Лесо-заводского и особенно местной бани, расположенными на его берегу.

Само же исследуемое озеро отметилось неожиданным обилием метана в придонных слоях. В остальном эти два выезда прошли без каких-либо ярких открытий или, наоборот, неприятностей, если не считать неприятностями полторы пары мокрых сапог.

Еще одно из ярких впечатлений за эту поездку нам приподнес последний вечер на биостанции, когда мы смогли вдоволь налюбоваться светящимися гребневиками, которых, правда, мы тревожили достаточно долго, перемешивая воду у причала руками, в столь немилостивой форме упрасывая их светиться еще. Маленькие люминесцирующие существа, похожие на медуз, светились в ту лунную ночь подобно капризным мерцающим звездам, так и норовящим потухнуть и скрыться с глаз человеческих.

На этом наша экспедиция подошла к концу. Было много работы на озерах, было много лабораторных измерений, анализ данных в Москве и написания статей. Но намного больше осталось впечатлений, которые сотрутся из памяти еще очень нескоро. Да и зачем им стираться? Это не первая наша поездка на ББС и, надеюсь, далеко не последняя. Этот крошечный участок нашей планеты на берегу Кандалакшского залива Белого моря навсегда останется в сердце каждого, кому выпала возможность тут работать и жить.



*Павел Емельянец,
студент магистратуры*



*Анна Жильцова,
аспирантка*



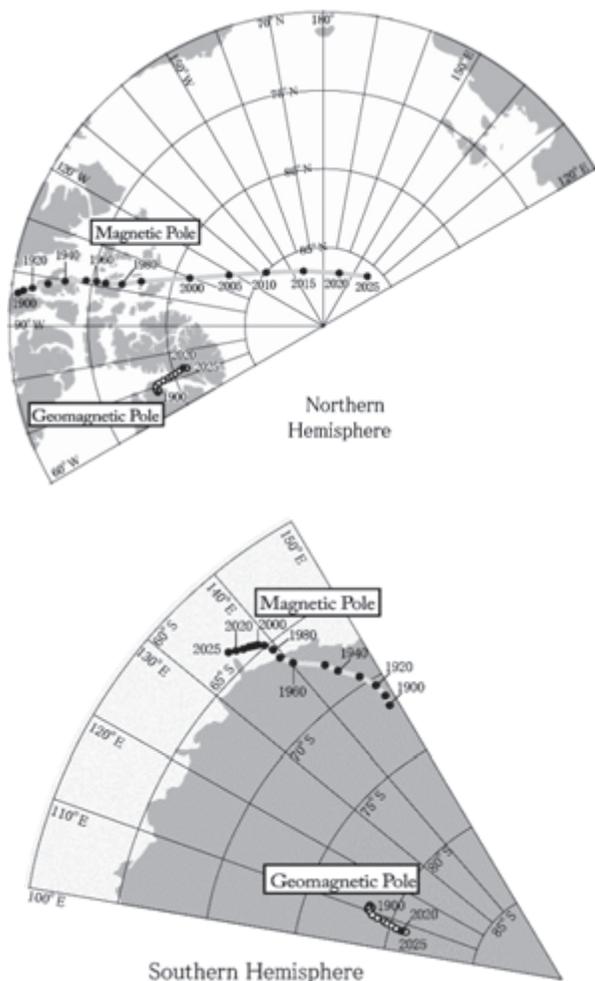
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ В ХОДЕ КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА ВМФ «АДМИРАЛ ВЛАДИМИРСКИЙ»

Земля единственная из планет земной группы обладает достаточно сильным магнитным полем. Оно защищает нас от губительного воздействия солнечного ветра и галактических заряженных частиц. Геомагнитное поле играет огромную роль в познании нашей планеты. Изучение геомагнитного поля позволяет судить о процессах, происходящих в земном ядре и верхней мантии. Исследование тонкой структуры магнитного поля используется для поиска полезных ископаемых и решения различных геологических задач. Магнитное поле с древнейших времен и по настоящее время используется в целях навигации.

Геомагнитное поле, наблюдаемое на поверхности Земли, можно разделить на три составляющие: 1) главное геомагнитное поле, источники которого находятся в ядре; 2) магнитное поле геомагнитных аномалий, источники которых находятся в земной коре и 3) магнитное поле вариаций, источники которого находятся за пределами Земли в ионосфере и магнитосфере. Непосредственными наблюдениями и с помощью палеомагнитных данных было показано, что главное геомагнитное поле медленно изменяется. Например, за последние 120 лет дипольный магнитный момент Земли уменьшился более, чем на 7%, с $8.32 \cdot 10^{22} \text{ А} \cdot \text{м}^2$ до $7.71 \cdot 10^{22} \text{ А} \cdot \text{м}^2$. С 1900 года до 2015 года геомагнитный полюс в северном полушарии приближался к северному географическому полюсу, в 2020 году он должен находиться по модели IRGF13 в точке с координатами 86.5° северной широты и 162.9° восточной долготы. Магнитный полюс в южном полушарии с 1900 года удаляется от южного географического полюса. С 1960 г. по 1980 г. он переместился с материка (Земля Адели Антарктиды), прошел шельфовый ледник и сейчас находится в море Дюрвиля. В 2020 году «южный» магнитный полюс, рассчитанный по модели IRGF13, должен находиться в месте с координатами 64.1° южной широты и 135.9° восточной долготы.

Ученые в составе объединенной геофизической группы кафедры физики Земли физического факультета МГУ, ФГБУ «ИПГ», ИЗМИРАН, АО «Южморгеология» с декабря 2019 года на Океанографическом исследовательском судне (ОИС) ВМФ "Адмирал Владимирский", совершающем кругосветную экспедицию, посвященную 200-летию открытия Антарктиды русскими моряками, проводят уникальные научные исследования характеристик магнитного поля Земли в Атлантике и около Антарктиды в

районе моря Белинзгаузена и моря Дюрвиля с использованием современного оборудования — феррозондовых и морских протонных магнитометров. В состав группы, проводящей непосредственные измерения магнитного поля, входит магистрант кафедры физики Земли физического факультета МГУ Грушников Илья.



Движение магнитных полюсов в северном и южном полушариях с 1900 г по 2020 г по данным <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/index.html>



«Адмирал Владимирский» в море Беллинсгаузена



Илья Грушников, студент кафедры физики Земли физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В экспедиции ведет измерения и обработку данных параметров магнитного поля Земли



Прецизионные измерения магнитного поля позволяют выделить магнитное поле региональных и локальных магнитных аномалий (АМПЗ), которые отражают распределение магнитных масс в земной коре. Для океанической коры поле магнитных аномалий в основном определяется намагниченностью базальтовой океанской коры, которая формируется в океанических рифтовых зонах. Исследование полей геомагнитных аномалий в океанах позволяет получать информацию о формировании земной коры в океанах и конвективных процессах в верхней мантии. Исследование полей геомагнитных аномалий также важно для решения задач магниторазведки, поиска полезных ископаемых.

Аномальное магнитное поле Земли — это наиболее стабильная во времени составляющая магнитного поля, которая может измениться только в результате тектонических процессов или крупной антропогенной деятельности. Выделение АМПЗ из наблюдаемого и использование его в виде цифровых карт с целью навигации является основой создания современных навигационных систем. Использование существующих карт АМПЗ в целях навигации сталкивается с большими трудностями, связанными с тем, что существующие данные об АМПЗ нуждаются в верификации. Это связано с тем, что за период выполнения магнитных съемок, охватывающих несколько десятилетий, главная составляющая магнитного поля Земли значительно изменяется. Карты аномального магнитного поля создавались в основном для решения геологических задач. Необходимо обновление баз данных АМПЗ.



Подготовка морского протонного магнитометра



На протяжении маршрута п. Лиссабон – п. Рио-де-Жанейро – ст. Белингаузен объединенной геофизической группой была проведена съемка магнитного поля Земли. 28 января 2020 года ученые приняли участие в памятных мероприятиях на станции Белингаузен, посвященных 200-летию открытия Антарктиды. После завершения пяти этапов кругосветная экспедиция 9 марта отправилась для дальнейших исследований к берегам Антарктиды. Планируется инструментально уточнить местонахождение магнитного полюса Земли в южном полушарии [<https://ria.ru/20191203/1561876505.html>].

Непосредственные измерения координат магнитных полюсов и сравнение их с моделью, основанной на теории Гаусса, помогут развить представления об особенностях эволюции магнитного поля Земли, о процессах, происходящих в ядре Земли, о природе недипольного характера геомагнитного поля. Результаты комплексных исследований будут использованы в дальнейшем в интересах Росгидромета, РАН, Русского географического общества и ВМФ.



Спуск на воду морского буксируемого протонного магнитометра

*Зав. лаб. геомагнетизма кафедры физики Земли физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова профессор В.И. Максимочкин*

РАБОТА ОТДЕЛЕНИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ С БУДУЩИМИ СТУДЕНТАМИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Физический факультет Московского государственного университета — ведущий центр образования и науки в области физики, астрономии, ряда направлений прикладной математики и других наук. Многие известные ученые, инженеры, а также экономисты, финансисты и управленцы с гордостью называли и называют себя выпускниками физического факультета Московского университета. Хочется верить, что лучшие традиции физического факультета будут продолжаться и в будущем. Тем не менее, в условиях всё более серьезной конкуренции между университетами за привлечение способных абитуриентов крайне важно вести работу с новыми поколениями школьников, которые в будущем должны стать студентами физического факультета, а затем квалифицированными специалистами в области науки и техники. Отделение прикладной математики физического факультета ведет активную работу со школьниками, которые интересуются физикой, математикой и программированием, уделяя особое внимание тем из них, кто хотел бы заниматься компьютерным моделированием. Так, на физическом факультете уже пятый год действует практикум по математическому моделированию, многие из участников которого стали студентами физического факультета и делают свои первые шаги в науке. Сотрудники отделения ведут активную работу на базе школ, с которыми имеют договора о сотрудничестве. Особо хотелось бы отметить нашу работу со школами из других регионов.

Работа со школьниками немыслима без организации различных соревнований и конкурсов. С одной стороны, это позволяет определить лучших учеников, с другой — поддерживает среди учеников дух здорового соперничества и конкуренции друг с другом, который стимулирует их в овладении новыми знаниями в области физики и математики. В последнее время нами был организован целый ряд таких конкурсов.

15 февраля усилиями студентов физического факультета Московского университета под руководством преподавателя кафедры математики кандидата физико-математических наук ассистента Е.А.Михайлова в ГБОУ «Романовская школа» был проведен заключительный тур Московской городской олимпиады школьников по физике. Отметим, что Московская городская олимпиада наравне с региональным этапом Всероссийской олимпиады школьников является центральным соревнованием по физике для школьников, которое проводится в городе Москве. Она является открытой для участия (в ней принимают участие школьники из других регионов и государств), и ежегодно ее задания выполняют тысячи учеников. Организатором данной олимпиады является Центр педагогиче-



ского мастерства, который делегирует право ее проведения различным площадкам. Достаточно долго центральной площадкой проведения данной олимпиады был физический факультет МГУ. К сожалению, в этом году олимпиада не проводилась на физфаке, однако большое количество его представителей работали на олимпиаде, организованной на базе ГБОУ «Романовская школа». В ней приняли участие сотни учеников 7–10 классов. Главным организатором олимпиады был преподаватель кафедры математики кандидат физико-математических наук ассистент Е.А. Михайлов, заместителем главного организатора — студентка четвертого курса кафедры математики Т.Т. Хасаева. Неоценимый вклад в организацию олимпиады внесли студенты младших курсов: Е.С. Аникина, Л.Н. Валеева, Е.П. Георгиевская, А.А. Ерохина, В.В. Котов, Т.М. Кутлугильдин, Д.А. Мягков, С.В. Самченко. Мы также исключительно благодарны коллективу учителей «Романовской школы» во главе с директором Т.Ю. Щипковой за то, что они со своей стороны приложили все возможные усилия для успешного проведения олимпиады.



Н.Е. Шапкина рассказывает о применении математического моделирования в электродинамике

Большое внимание уделяет отделение прикладной математики работе с различными регионами нашей страны. Уже много лет мы сотрудничаем с нижегородским лицеем № 87 имени Л.И. Новиковой, который является одной из ведущих школ не только в Нижнем Новгороде, но и во всем Приволжском регионе. Подтверждением этого служит тот факт, что



лицей вошёл в список базовых школ РАН, включающий около сотни лучших учебных заведений нашей страны, которые были специально отобраны для подготовки будущих ученых. 29 февраля мы провели на базе лицея очередной конкурс «Вектор знаний». В нем приняли участие около сотни нижегородских ребят из разных школ, которые объединились в команды, участники которых отвечали на различные вопросы из области математики, физики, астрономии и других естественных наук. По результатам конкурса были определены три лучших команды, которые получили сувениры с символикой МГУ. Перед школьниками выступила доцент кафедры математики Н.Е. Шапкина, которая рассказала о математическом моделировании в электродинамике и о том, как с его помощью создаются совершенно новые технологии и новые устройства. Кроме этого, Е.А. Михайлов познакомил школьников с правилами поступления на физический факультет. Затем для школьников прошли мастер-классы. Мастер-класс по решению задач по математике для учащихся 10–11 классов провела Н.Е. Шапкина, для учащихся 8–9 классов — студентка четвертого курса кафедры математики Т.А. Кузьмич. Е.А. Михайлов провел мастер-класс по исследовательской деятельности с использованием методов компьютерного моделирования в физике. Мы от всей души благодарим коллектив лицея № 87 во главе с директором С.В. Кулевой за оказанную нам большую помощь.



Участники конкурса «Вектор Знаний»

Сотрудники нашего отделения принимали участие в проведении олимпиады «Ломоносов-2020» в различных городах России. Так канди-



дат физико-математических наук Н.А. Боголюбов проводил олимпиаду в городе Чебоксары.

В этом году мы планируем проведение пятой по счету конференции «От атома до галактики», на которой школьники представляют свои работы из области различных естественных наук. К сожалению, из-за проводимых мер по противодействию коронавирусу нам не удалось организовать ее в традиционный период, приуроченный ко Дню космонавтики, однако, несмотря на все сложности, авторы около восьмидесяти работ выразили желание принять в ней участие. Мы уверены, что нам удастся провести ее, возможно, несколько позже.

Мы верим, что проводимая нами работа послужит привлечению новых поколений школьников на физический факультет Московского государственного университета, и многие из них станут студентами нашего факультета.

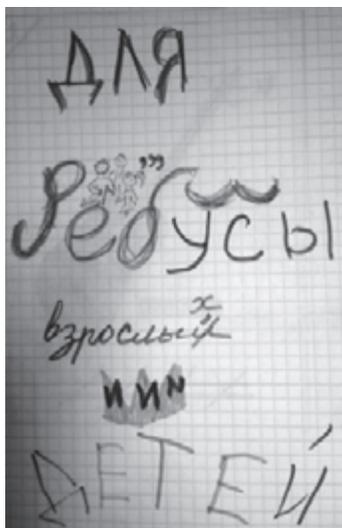
*Доцент Н.Е. Шапкина, профессор А.Н. Боголюбов,
ассистент Е.А. Михайлов*

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ ПОСЛЕ ФИЗФАКА?

С самого детства меня интересовала математика, и больше всего я любила такие разделы, как ребусы, головоломки, задачи на логику. А избранным занятием было (и остается) составление сборников и задачников! Недавно я разобрала свою «коробочку воспоминаний», в которой храню различные открытки, записки, тетрадки, и обнаружила там вот такую рукописную книжечку.

Сейчас я учусь в магистратуре физического факультета МГУ на кафедре физики моря и вод суши, а кроме того успеваю эффективно совмещать с учебой профсоюзную деятельность и работу в центре ментальной арифметики и математики QuantUM.

В рамках научной деятельности на факультете изучаю методику детектирования выделений метана со дна моря. Исследования струйных



выходов природного газа из морского дна имеют важное экологическое значение: вклад метана в парниковый эффект второй по величине после углекислого газа. На данный момент выпущено 2 статьи, а также я активно принимаю участие в конференциях, за плечами уже 4 выступления. Меня очень волнует проблема глобального потепления, с которой напрямую связана научная деятельность. Я очень благодарна физическому факультету, а в частности кафедре моря и вод суши, которая дает мне возможность решать такие острые и важные проблемы.

Что касается профсоюзной деятельности, то я с первого курса активно принимала участие в жизни данной студенческой организации. Сейчас являюсь председателем общественно-полезной комиссии, под моим началом функционируют экологический проект «Экобиан», мы организуем субботники, прокат PowerBank, флешек, а также проводим различные патриотические мероприятия: митинг на 9 мая, первомайскую демонстрацию и т.д. Это дало мне огромный опыт в руководстве людьми, научило организовывать мероприятия, также я познакомилась с просто замечательными, деятельными, инициативными людьми.

Говоря о моей работе, то в центре QuantUM я веду целых четыре направления: олимпиадную математику, занимательную, курс по подготовке в сильные физико-математические школы Москвы, а также научную лабораторию по физике с яркими опытами.



На занятиях мы проходим самые важные темы нестандартной математики, а мои ученики регулярно участвуют в олимпиадах и занимают почетные места.

Каждый день, приходя с работы, у меня крутятся в голове мысли о том, как мне повезло! Как я счастлива, что у меня есть возможность передавать свои знания будущему поколению, кроме того меня очень вдохновляют, что детям действительно интересна наука! Порой я даже не понимаю, кто их больше учит: я — физике и математике или они меня заинтере-

сованности к предметам, ответственности, неподдельной живости в освоении. Я горжусь своими учениками, которые регулярно радуют своими достижениями!



Пользуясь случаем, хочу поблагодарить педагогов лицея «Вторая школа», которым удалось привить любовь к олимпиадной математике, а также замечательным преподавателям физического факультета МГУ за тот фундамент и знания, которые они мне дали. Спасибо!

Я благодарна центру QuantUM за такую чудесную возможность донести до ребят, что математика — это классно и интересно! Перевернуть представление о предмете, которое у многих закладывается в школе. И еще раз вспомнить свое любимое детское занятие, открыть им тот самый мир математики, который часто прячут учителя в школах, потому что они забывают, что каждое занятие — это процесс совместного творчества.



Василиса Прядун, магистр 1 года обучения

ТОВАРИЩЕСТВО ВЫПУСКНИКОВ ФИЗФАКА

В студенческой жизни на физфаке, в стройотрядах и походах сформировался дружный коллектив, объединяющий выпускников факультета 60-х годов. Это годы наибольшей комсомольской инициативы на физфаке и проявления её в зарождении и развитии ССО. В течение многих лет нас поддерживает большая дружба, которой мы очень дорожим. Не раз друзья приходили друг другу на помощь в трудных жизненных обстоятельствах. В конце 90-х годов и начале нового века мы стали понимать, что необходима организационная форма помощи в нашем коллективе. Выпускник 1959 года А. Баранов предложил образовать Товарищество взаимной поддержки, структура которого сложилась в спорах и долгих обсуждениях инициативной группы.

В 2002 году было создано Товарищество «Дружба-59/66» с целью оказания материальной помощи физфаковцам, выпускникам 1959–1966 годов, в случаях возникновения у них экстремальной ситуации, вызванной тяжелым заболеванием, необходимостью дорогостоящего лечения, трагическим случаем, стихийным бедствием, потерей работы и т.п. Его учредителями стали выпускники факультета 1959–1966 годов: Г. Абильситов, А. Баранов, А. Беляев, Л. Грищук, В. Кандидов, Б. Комб-

ерг, А. Перевознов, А. Рустамов. Наше Товарищество в соответствии со ст. 1041 Гражданского кодекса РФ является некоммерческой организацией без права инвестиций на рынке. Обязательные взносы учредителей образовали основной фонд, который пополнялся за счет добровольных и целевых вложений, внесенных В. Письменным, С. Литвиненко, Л. Маловым, В. Светлосановым, В. Гуциным, Э. Лонским, Г. Похилом, В. Недорезовым, В. Рукавишниковым, Т. Скомороховой, а также вступительных взносов членов Товарищества.

Уходя из жизни, Анатолий Владимирович Баранов завещал Товариществу свою квартиру. После ее продажи наши финансовые возможности существенно возросли. Мы значительно расширили сферу благотворительной деятельности и оказываем не только материальную помощь при операциях, лечении и профилактике заболеваний, но и поддерживаем издание книг, посвященных выпускникам факультета и его общественной жизни. Активные члены Товарищества, как правило, из числа комсомольских активистов и участников ССО, обращаются к Совету, являющимся его рабочим органом, с просьбой о помощи своим однокурсникам, которым необходима материальная поддержка.



На встрече членов Товарищества "Дружба-59/66". 2008 год

Товарищество, которое стало носить имя Баранова, уже не раз выручало физфаковцев-ветеранов, попавших в финансовые форс-мажорные



обстоятельства. За последние три года оно оказало помощь в 30–50 тысяч рублей почти пятидесяти выпускникам факультета.

Проходят годы, но мы — физфаковцы, как прежде, вместе!

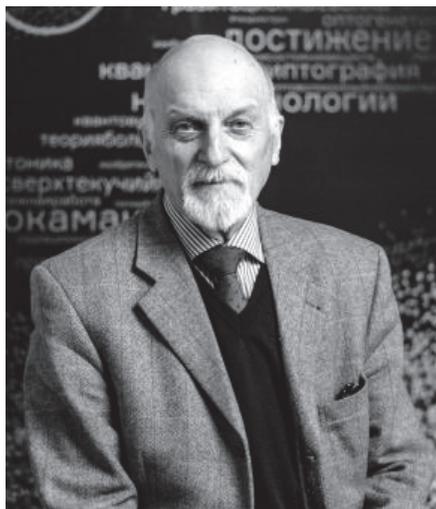
*А.Беляев, выпускник 1962 года
В.Кандидов, выпускник 1959 года*

К СЕМИДЕСЯТИПЯТИЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА БОГОЛЮБОВА

28 марта 2020 года исполнилось 75 лет заслуженному профессору Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Лауреату Ломоносовской премии МГУ за педагогическую деятельность Александру Николаевичу Боголюбову.

Научные интересы Боголюбова А.Н. связаны с исследованием математических проблем электродинамики, в частности, с построением, обоснованием и исследованием математических моделей волноведущих систем, применением методов конечных разностей и конечных элементов для исследования сложных электродинамических структур, в том числе метаматериалов.

А.Н. Боголюбов родился 28 марта 1945 года в Усть-Каменогорске. В 1963 году окончил с золотой медалью среднюю школу № 50 г. Москвы. Сразу после окончания школы поступил на физический факультет МГУ, который закончил в 1969 г, получив диплом с отличием. Его дипломная работа «Разложение по собственным функциям для случая непрерывного спектра» была выполнена под руководством академика Владимира Александровича Ильина. После окончания учебы на физическом факультете А.Н. Боголюбов был оставлен на работу в вычислительной лаборатории кафедры математики, которой руководил профессор В.Б. Гласко. В 1972 году Александр Николаевич Боголюбов поступил в аспирантуру





кафедры математики, где его научным руководителем стал крупнейший специалист в области математической физики и вычислительной математики академик РАН, лауреат Государственной премии профессор Алексей Георгиевич Свешников. В 1975 году А.Н. Боголюбов защитил кандидатскую диссертацию «Применение метода конечных разностей к решению граничных задач электродинамики», в которой были построены и исследованы экономичные конечно-разностные алгоритмы для расчета широкого класса волноведущих систем.

В последующие годы А.Н. Боголюбовым было развито новое научное направление, связанное с разработкой и реализацией методов математического моделирования волноведущих систем на основе метода конечных разностей и метода конечных элементов. Эти исследования составили основное содержание его докторской диссертации «Математическое моделирование волноведущих систем», защищенной в 1997 году на физическом факультете МГУ.

В настоящее время А.Н. Боголюбов является одним из крупных специалистов в области математической физики, прикладной и вычислительной математики, основы которых были заложены в трудах А.Н. Тихонова, А.А. Самарского, А.Г. Свешникова. Им опубликовано свыше двухсот пятидесяти научных работ, 6 книг, он участник многих всесоюзных, всероссийских и международных конференций, на которых им сделано более 100 докладов. В течение ряда лет А.Н. Боголюбов является руководителем научных проектов, поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований.

Александр Николаевич обладает незаурядным талантом лектора и педагога, пользуется заслуженным уважением студентов и коллег. В 2010 он был признан лучшим преподавателем года. Более 40 лет он читает общий курс «Методы математической физики» на физическом факультете МГУ. Ему была объявлена благодарность «за неопределимый вклад в создание образовательных видеоматериалов к лекциям по методам математической физике». Им разработан и успешно читается общий курс «Основы математического моделирования», а также курс «Введение в математическое моделирование», создан ряд оригинальных спецкурсов по численным методам решения физических задач. На основе многолетнего опыта чтения лекций совместно с А.Г. Свешниковым и В.В. Кравцовым им написаны учебник «Лекции по математической физике», вошедший в серию «Классический университетский учебник», и книга «Задачи по математической физике», являющиеся основными учебными пособиями для студентов физических специальностей университетов, а также ряд других пособий.

А.Н. Боголюбов много сил отдает руководству работой студентов и аспирантов. Под его руководством выполнены и защищены свыше 30 дипломных работ, 15 кандидатских и одна докторская диссертация.



А.Н. Боголюбов ведет большую научно-общественную работу. Он является членом Ученого Совета физического факультета МГУ, членом диссертационных советов при МГУ.01.09, МГУ.01.06 и диссертационного совета ПДС 0200.001 при Российском университете дружбы народов, входит в состав редколлегии «Журнала вычислительной математики и математической физики» и журналов «Математическое моделирование», «Электромагнитные волны и электронные системы» и «Физические основы приборостроения». В 2016 году им получена премия по программе развития МГУ.

24 февраля 2015 года профессору А.Н. Боголюбову приказом ректора доверено руководство созданным на физическом факультете отделением прикладной математики, которое он успешно осуществляет по настоящее время.

Свой юбилей Александр Николаевич встречает полным сил и энергии. От всей души пожелаем ему здоровья, счастья, и успешной реализации творческих планов.

Коллеги, друзья

О КЛЮЧЕВЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ РЕФОРМЫ АСПИРАНТУРЫ В 2020 ГОДУ

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в РФ» (далее ФЗ-273) аспирантура стала третьим уровнем высшего образования и «послевузовское профессиональное образование в аспирантуре (адъюнктуре) (приравнивается) к высшему образованию — подготовке кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; (ст. 108, п. 6). При этом согласно ФЗ-273 аспирантура (адъюнктура) была ограничена подготовкой только научно-педагогических кадров, а подготовка научных кадров не входила в её функции. Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата наук было вынесена за пределы аспирантуры (адъюнктуры). В результате сильно понизился престиж аспирантуры среди студентов, увеличился отсев аспирантов, резко уменьшилось количество защит кандидатских диссертаций¹.

¹ Законопроект № 860618-7 "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)". <http://law2.ru/860618-7>



В итоге с целью корректировки сложившейся ситуации правительством Российской Федерации 13 декабря 2019 года был внесен на рассмотрение Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации законопроект № 860618–7 "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)" (далее законопроект). Согласно Пояснительной записке к Законопроекту «институт аспирантуры (адъюнктуры) РФ рассматривается как главная форма подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации для дальнейшей работы в системе высшего образования и науки».

В этом законопроекте содержится ряд положений, которые отличают ныне действующую аспирантуру от предлагаемого законопроекта, среди которых:

- Требование завершения работы над кандидатской диссертацией к окончанию срока обучения в аспирантуре.
- Изменение порядка и содержания итоговой аттестации по окончании обучения в аспирантуре.
- Замена ФГОС ВО на ФГТ к программам аспирантуры (адъюнктуры).
- Отмена государственной аккредитации программ аспирантуры.

Рассмотрим перечисленные выше нововведения.

Как видно, все они не касаются статуса аспирантуры, которая согласно ФЗ-273 остается третьим уровнем высшего образования, а её функции ограничиваются только подготовкой научно-педагогических кадров. В сущности, в законопроекте речь идет о профессиональной аспирантуре с единственным профилем — педагогическим — и отсутствием исследовательской аспирантуры, целью которой должна была бы стать подготовка научных кадров высокой квалификации. Нет также каких-либо упоминаний о подготовке кадров высокой квалификации для других отраслей народного хозяйства. Требование завершения работы над кандидатской диссертацией к окончанию срока обучения в аспирантуре при сохранении сроков обучения и уровня требований к кандидатским диссертациям может привести к резкому сокращению число аспирантов, успешно завершивших обучение.

Реформа аспирантуры (адъюнктуры) не содержит в себе новых гарантий защиты аспирантами диссертации. Как и в действующей аспирантуре, защита диссертации вынесена за пределы программы аспирантуры. Поэтому крайне важным становится предложение определить «порядок сопровождения лиц, успешно прошедших итоговую аттестацию по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), при представлении ими диссертации на соискание ученой степени кандидата наук к защите...»



При этом особенно очевидным становится разрыв между системами подготовки и аттестации соискателей ученой степени кандидата наук. Более тесное сопряжение этих систем, подкрепленное правовыми и нормативными актами, могло бы стать конструктивной основой повышения качества подготовки научных и научно-педагогических кадров в системе непрерывного образования. Поскольку аспирантура (адъюнктура) должна оставаться основной формой подготовки научных и педагогических кадров высшей квалификации, то очевидно, что она должна иметь особый статус, разумным образом сочетающий научную и образовательную составляющие подготовки аспирантов с выходом на защиту диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Что касается изменений порядка и содержания итоговой аттестации по окончании обучения в аспирантуре. Прежде всего, следует заметить, что в результате изменений «Государственная итоговая аттестация» стала «итоговой аттестацией». По текущим правилам Государственная итоговая аттестация обучающихся в организациях проводится в форме: государственного экзамена; защиты выпускной квалификационной работы; научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (вместе — государственные аттестационные испытания)¹. Согласно новой редакции ФЗ-273 итоговая аттестация по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) проводится в период освоения или по завершении освоения указанных образовательных программ в форме оценки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук на предмет ее соответствия установленным Правительством Российской Федерации критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней. Порядок проведения указанной итоговой аттестации устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования.² Тем, кто пройдет итоговую аттестацию, будет выдаваться диплом, который будет разработан в дальнейшем, очевидно, некий аналог диплома «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Это усложняет ситуацию, поскольку заметное число аспирантов к моменту окончания аспирантуры не имеет законченной диссертации и поэтому следствием такого шага следует ожидать снижение уровня кандидатских диссертаций.

¹ Министерство образования и науки Российской Федерации. Приказ от 18 марта 2016 г. N 227. «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки».

² Новая редакция ФЗ-273 ст. 50, п. 3¹. <http://law2.ru/860618-7>

Замена ФГОС ВО на ФГТ к программам аспирантуры (адъюнктуры)

Федеральные государственные требования (ФГТ) — это, в сущности, "часть" ФГОС. Согласно ФЗ-273 ФГТ — обязательные требования к минимуму содержания, структуре дополнительных предпрофессиональных программ, условиям их реализации и срокам обучения по этим программам; состоят из двух разделов: содержательный раздел — требования к структуре образовательной программы (ОП), организационный раздел — требования к условиям реализации ОП. Главным отличием ФГОС ВО от ФГТ считается наличие третьего целевого раздела в ФГОС ВО — требований к результатам освоения ОП. Поэтому замена ФГОС ВО на ФГТ практически ничего не меняет. Так же, как по программам аспирантуры были утверждены 53 ФГОС ВО, не содержащие принципиальной дифференциации требований к структуре, условиям и результатам реализации указанных программ, ФГТ тоже невозможно будет дифференцировать. Поэтому можно было бы ограничиться, как это предусмотрено ФЗ-273, созданием единого стандарта для каждого образовательного уровня высшего образования (например, «Положение об аспирантуре»¹). Тем более, что аспирантура как форма подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, по моему мнению, должна иметь особый статус, разумным образом сопрягающий научную и образовательную составляющие подготовки аспирантов с выходом на защиту диссертации на соискание ученой степени. Аналогичное предложение содержится в законопроекте: «утвердить на уровне Правительства Российской Федерации положение о подготовке научно-педагогических кадров, включая порядок организации и осуществления образовательной деятельности по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) <...>», — утверждение, которое фактически исключает необходимость разработки ФГТ к программам аспирантуры (адъюнктуры).

Отмена государственной аккредитации программ аспирантуры

Отмена государственной аккредитации программ аспирантуры может повлечь за собой серьезные последствия. Прежде всего, согласно действующему образовательному законодательству потерю государственного статуса документами об образовании, которые подтверждают освоение образовательных программ, не имеющих государственной аккредитации. Более того, характер изменений в предлагаемом законопроекте склоняет к мысли, что аспирантура (адъюнктура) может потерять

¹ См., например, Приказ от 19 июня 1980 г. N 700 Министерства высшего и среднего специального образования СССР. «Об утверждении положения об аспирантуре при высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях»



нынешний образовательный статус и быть отнесена к дополнительным профессиональным программам. Достаточно взглянуть на новую редакцию п.8 ст.2 ФЗ-273, чтобы убедиться в правомерности высказанных выше опасений: «федеральные государственные требования — обязательные требования к программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) и к дополнительным предпрофессиональным программам, устанавливаемые в соответствии с настоящим Федеральным законом уполномоченными федеральными органами исполнительной власти». Более того, новая редакция п.3 ст. 100 ФЗ-273 не относит аспирантуру (адъюнктуру) к высшему образованию и звучит следующим образом: «...по имеющим государственную аккредитацию образовательным программам среднего профессионального и высшего образования, а также по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), если иное не установлено настоящей статьей».

В целом новый проект аспирантуры нуждается в серьезной доработке. Нужно ли так бескомпромиссно стремиться к выполнению болонских требований к третьей ступени высшего образования? Пора хоть какую-то самостоятельность проявить.

*Заслуженный работник высшей школы РФ,
профессор. В. С. Сенашенко*

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

3(144)/2020
(август-сентябрь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2020



ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА, С НАЧАЛОМ УЧЕБНОГО ГОДА 2020

Дорогие первокурсники и сотрудники факультета!

Сердечно поздравляю первокурсников с зачислением на физический факультет, а сотрудников — с пополнением наших рядов талантливыми, молодыми, жаждущими знаний и открытий, коллегами. Физический факультет — один из ведущих факультетов МГУ авторитетнейшего и старейшего российского университета.

Дорогие первокурсники, вы уже сделали первый важный шаг на своем жизненном пути — поступили на физический факультет. И пусть это еще совсем маленький шаг, но, возможно, именно он определит ваше будущее. Будучи студентами Московского университета, вы сможете учиться у лучших профессоров и преподавателей, заниматься наукой под руководством выдающихся ученых на самом современном научном оборудовании, проведете замечательные студенческие годы в лучшем университете, который станет вашей *alma mater* на всю жизнь.

Университет позволяет человеку развиваться во всех направлениях. И поэтому я призываю каждого из вас ответственно подходить к расширению знаний, приобретению умений по всем предметам. Будьте рассудительны. Правильно расставляйте жизненные приоритеты

Я уверен, что вы — новое поколение студентов — станете достойными продолжателями славных традиций Московского университета. Вы — талантливые ребята, которые, я надеюсь, будут развивать российскую науку, внесут весомый вклад в развитие и процветание нашей страны.

В МГУ созданы отличные условия для развития личности, для занятий наукой. Вы получите фундаментальные знания и навыки самостоятельной работы. Для поощрения талантливой молодежи у нас существует множество стипендиальных программ, грантов и других форм поддержки. Так что дело за вами: от вашего стремления к учебе и желания проявить себя зависит то, как много вы сможете получить в годы обучения.



Желаю вам максимально плодотворно использовать годы учебы в Московском университете. Пусть на пути к знаниям вам сопутствуют творческие и научные победы, пусть каждый новый учебный год приближает вас к главной цели — обрести свое место в жизни и стать достойными гражданами нашей великой страны!

*Декан физического факультета МГУ
профессор Н.Н.СЫСОЕВ*

РАБОТА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА В УСЛОВИЯХ, ВЫЗВАННЫХ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ



С 16 марта Московский университет перешёл на дистанционную форму обучения, а с 30 марта было принято решение о переводе работы большинства сотрудников в удалённый режим.

В первые дни была налажена работа кафедр, учебного отдела, администрации. Многие из сотрудников попали в затруднительное положение по выполнению грантов РФФИ, РНФ, РФФИ, выполнению государственного за-



каза. Но, несмотря на эти трудности, научная деятельность факультета продолжила развиваться. За этот период опубликовано 348 статей, из которых 141 входят в топ-25. Факультетом была подана заявка для участия в конкурсном отборе на предоставление грантов на осуществление государственной поддержки создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритету научно-технологического развития.

В кратчайшие сроки наши преподаватели подготовили материалы и перевели предметы, рассчитанные на очное преподавание, с минимальными корректировками в онлайн-режим.

Для студентов работала лекторий физического факультета для освоения учебного плана и подготовки к экзаменационной сессии. Студенты получили онлайн теоретическую подготовку и взаимодействовали со своими научными руководителями с помощью различных электронных платформ. За этот период нашими сотрудниками было прочитано более 250 лекций, проведено более 4500 спецкурсов и более 200 семинаров.

Также для студентов функционировала платформа *Teach-in* — открытый доступ к авторским учебным материалам различных факультетов МГУ, включая и наш. Там размещено огромное количество лекций по общим курсам физики, а также углубленным спецкурсам.

Работал еще один портал дистанционного образования «Университет без границ», на котором преподаватели разместили видеолекции, тестовые и творческие задания, проводили онлайн-семинары в режиме видеоконференций.

Такой подход к освоению программ отличается от его очной версии, но факультет давно готовился к цифровой революции, поэтому используемые наработки были адаптированы к новым реалиям и качество дистанционных программ не уступило обычным.

В дистанционном режиме были проведены защиты более 600 дипломов, государственные экзамены (бакалавриат (344), магистратура (247), специалитет (18) и сессия. Успешно проведена Универсиада, по результатам которой многим ребятам будет зачтен вступительный экзамен в магистратуру.

Активно велась работа со школьниками. Более 200 сотрудников участвовали в проведении дистанционных туров школьных олимпиад. Проведены два дня открытых дверей для абитуриентов 29.03.2020 и 31.05.2020.

Начиная с первой недели самоизоляции началось студенческое волонтерство. Наши волонтеры помогали сотрудникам, преподавателям, профессорам, нуждающимся в помощи. С 27 марта на физическом факультете работала горячая линия по всем вопросам функционирования

факультета в условиях распространения коронавирусной инфекции. Впервые в мае был проведен "Виртуальный День Физика".

Прошли обширные мероприятия, приуроченные ко Дню Победы. Группа сотрудников и студентов возложили венки к Памятнику студентам и сотрудникам физического факультета, погибшим в годы войны. Был создан «Бессмертный полк» факультета и электронный портал биографических данных сотрудников, студентов и аспирантов — участников Великой Отечественной войны.

Несмотря на столь резкий переход на иную, для многих из нас, новую и «архисложную» форму организации рабочего процесса, факультет справился. Это время мы прошли достойно исключительно благодаря работе сотрудников факультета, их высокой квалификации и ответственно-му отношению к делу.

Пресс-служба физического факультета МГУ

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ УКРЕПЛЯЕТ СВОИ ПОЗИЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ РЕЙТИНГАХ

4 марта опубликован предметный рейтинг **QS World University Rankings by Subject**. По направлению «Физика и астрономия» самую высокую позицию в России занял МГУ имени М. В. Ломоносова — он на 33 позиции в списке.

При составлении рейтинга аналитики оценивали академическую репутацию университета, востребованность выпускников, цитирование научных статей и индекс Хирша сотрудников.

По показателю «Востребованность выпускников среди работодателей» физический факультет занял 6 место в мире, уступив университетам Оксфорда, Стэнфорда, Кембриджа, Гарварда и Массачусетскому технологическому институту.



RANK	UNIVERSITY	OVERALL SCORE	EMPLOYEE RATIONALE
2020	Uni Search Q	17	17
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	98.9	100
2	Harvard University	97.4	99.9
3	University of Cambridge	96.2	97.9
4	Stanford University	97.5	97.4
5	University of Oxford	95.5	96.9
6	Lomonosov Moscow State University	83.1	92.9
7	California Institute of Technology (Caltech)	93.7	92.8

Пресс-служба физического факультета МГУ



ВЫПУСК МАГИСТРАТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В 2020 ГОДУ

Слово «магистр» — латинского происхождения, оно означает «наставник», «учитель», «руководитель». В средние века «магистр» — учитель «семи свободных искусств». В русском переводе слово «магистр» означает «мастер своего дела». В более позднее время «магистр» — это низшая по сравнению с докторской ученая степень западноевропейских университетов. Степень магистра в России (введена в 1803 году) имела весьма высокий научный статус, а магистерские диссертации представляли собой серьезные научные труды, многие из которых стали основой новых научных направлений.

В нашей стране степень магистра была восстановлена в 1996 году как квалификация выпускников высших образовательных учреждений. Эта степень отражает, прежде всего, образовательный уровень выпускника высшей школы и свидетельствует о наличии компетенций, умений и навыков, необходимых начинающему научному работнику.

Магистранты на физическом факультете МГУ появились в начале 2000-х годов в рамках программы подготовки по направлению «Менеджмент научных исследований и наукоемких технологий». В 2011 году физический факультет перешел на подготовку по ступеням бакалавров и магистров. В 2017 году состоялся первый «большой» выпуск студентов магистратуры. До этого выпускались около 20 человек в год, прежде всего, «внешние» и иностранные магистры. Выпуск магистров в этом году 4-й по счету и знаменателен тем, что именно сегодня физический факультет переходит на новый стандарт подготовки специалистов.

Прием в магистратуру выпускного курса проходил летом 2018 года. Основу будущего 1 курса магистратуры составили победители универсиады «Ломоносов-2018». Число победителей универсиады, претендующих на получение 100 баллов за вступительный экзамен в магистратуру — 221 человек. Число поданных заявлений в магистратуру физического факультета — 331, зачислено на бюджет 285 человек, из них 200 человек победители универсиады, проходной бал составил 83 балла из 100. Число принятых иностранных магистров — 6 человек.

В этом году из магистратуры физического факультета выпускается 247 человек, из них 140 человек будут иметь дипломы с отличием. Среди выпускников магистратуры представители многих регионов нашей страны, от Камчатки до Ленинградской области с востока на запад и от Якутии до Севастополя с севера на юг, граждане Боливии, Казахстана, Китая,



Кореи. Большинство студентов — жители Москвы и Московской области — 122 человека. Все же ребят среди выпускников оказалось больше (179), чем девушек (68). Многие наши выпускники перед поступлением в магистратуру закончили бакалавриат СПбГУ, МИФИ, МАИ, МГТУ имени Баумана, Высшей школы экономики, Иркутского, Саратовского, Тамбовского, Тюменского государственных университетов и других вузов. Наши выпускники-магистры активно участвуют в научных исследованиях, имеют патенты, гранты, публикации в научных журналах, из 28 факультетских повышенных академических стипендий за выдающиеся результаты в научной деятельности 22 по праву принадлежат выпускникам магистратуры.

Иногда, общаясь со студентами, приходится слышать критику в адрес магистратуры, мол, все уже было в бакалавриате. Не могу с этим полностью согласиться. На мой взгляд, основу подготовки в магистратуре составляет научно-исследовательская работа (более 750 часов в год). Рабочий план магистранта очень гибок — он позволяет выбирать в вариативной части именно те спецкурсы, которые нужны персонально будущему исследователю. Педагогическая практика позволяет магистранту попробовать себя в роли преподавателя физического факультета. Разве все это было в бакалавриате? На мой взгляд, образовательный потенциал магистратуры очень высок и требует высокой отдачи от обучающегося.

Хочется пожелать выпускникам физического факультета дальнейших успехов в образовании, в творческой и научной работе. Физический факультет — не только учебное и научное заведение, это понимающая и поддерживающая каждого участника образовательного процесса уникальная «среда». Желаю всем выпускникам на всю жизнь сохранить духовную связь с *альма-матер*, быть достойными продолжателями традиций физического факультета.

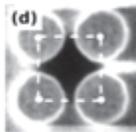
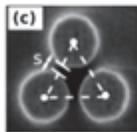
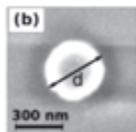
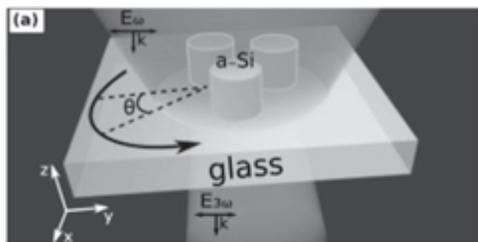


Заведующий магистратурой А.С. Нифанов

УЧЕНЫЕ КАФЕДРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СОЗДАЛИ НОВЫЙ ФОТОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Сотрудники физического факультета МГУ совместно с коллегами из Нижнего Новгорода, Америки и Австралии разработали оптический материал с искусственно созданной анизотропией нелинейного отклика на основе отдельных кластеров кремниевых наночастиц. Ими было теоретически и экспериментально показано, что, изменяя условия возбуждения системы, можно добиться модуляции интенсивности сигнала третьей оптической гармоники, причем симметрия нелинейного отклика будет совпадать с геометрической симметрией возбуждаемого образца. Полученные в рамках исследования результаты опубликованы в престижном международном журнале *Advanced Optical Materials*, причем иллюстрация из статьи попала на обложку его октябрьского выпуска. Новый материал может быть внедрён в платформу существующих мобильных устройств.

Образцы наноструктур были изготовлены из кремния стандартными методами микроэлектроники и представляли собой отдельно расположенные кластеры цилиндрических наночастиц на стеклянной подложке:



а) Схематическое изображение ТГГ микроскопии изолированных олигомеров. Интенсивность ТН при прохождении измеряется в зависимости от угла азимутального вращения образца. б – г Изображения сканирующего электронного микроскопа исследуемых наночастиц. Мономер - изолированный кремниевый нанодиск (б); тример - три кремниевых нанодиска, расположенные в

тримеров — частицы расположены в вершинах равностороннего треугольника, квадимеров — в вершинах квадрата, а также одиночных наночастиц. Геометрические параметры составных элементов каждой наносистемы подбирались таким образом, чтобы структуры эффективно преобразовывали ближнее ИК-излучение в свет ближнего УФ диапазона.

Эффекты, изучаемые в работе, возникают благодаря взаимодействию нано-объектов за счет локальных электромагнитных полей, приводящих к изменению оптического отклика всей системы. «При сближении

резонансных наночастиц между ними возникает локальное взаимодействие, приводящее к возбуждению коллективных оптических мод нанокластера, что демонстрировалось нами и в предыдущих работах. Однако сейчас нам удалось управлять этим взаимодействием, изменяя поляризацию лазерного импульса», — рассказал автор статьи, научный сотрудник кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ Александр Шорохов.

«При использовании метода нелинейной микроскопии были получены зависимости сигнала третьей оптической гармоники от угла вращения поляризации излучения накачки для трех типов структур: одиночного нанодиска, тримера и квадрумера. Симметрия сигнала, полученного в нелинейном режиме, совпадает с точечной группой симметрии образцов, при этом линейный отклик всех рассматриваемых наноструктур является изотропным», — уточнила автор работы, аспирант кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ Мария Кройчук.

«Представленный в рамках исследования метод, позволяет не только управлять локальным взаимодействием наночастиц, но и характеризовать симметрию экспериментальных структур в дальнем оптическом поле без использования ближнепольных методик», — рассказал руководитель научной группы профессор МГУ Андрей Федянин.

Результаты проделанной работы могут быть использованы при создании компактных эффективных управляемых нелинейных частотных преобразователей для задач интегральной нанопотоники. Исследование материала с управляемой анизотропией нелинейного отклика приблизит создание эффективных наноразмерных источников ультрафиолетового излучения с контролируемой интенсивностью выходного сигнала. УФ излучение применяется в медицине, профилактических учреждениях, сельском хозяйстве и т.д., поэтому поиск новых решений для его искусственного получения является актуальной проблемой современной науки. Основным преимуществом рассматриваемого в работе материала является его размер и КМОП-совместимость, позволяющие внедрение источников, например, в так называемую лабораторию на чипе (lab-on-chip) или в платформу существующих мобильных устройств.

Материал подготовлен в рамках проекта «Наука в-МГУ».

Пресс-служба физического факультета МГУ



КОРОНАВИРУС ФИЗИКЕ НЕЙТРИНО НЕ ПОМЕХА

(к защите студентами бакалаврских работ по физике нейтрино)



Рабочее совещание научной группы по физике нейтрино (до объявления карантина на физическом факультете)

Несмотря на известные ограничения, связанные с коронавирусом, и переформатирование всей работы в МГУ, образовательные и научно-исследовательские программы на физическом факультете реализуются в полном масштабе. На недавно состоявшем заседании Государственной экзаменационной комиссии три студента кафедры теоретической физики — Ума Абдуллаева, Василий Боков (научный руководитель — профессор кафедры теоретической физики А.И. Студеникин) и Георгий Донченко (руководитель — профессор кафедры физики атомного ядра и квантовой теории столкновений К.А. Кузаков) — представили и успешно защитили свои квалификационные бакалаврские работы. В апреле Василий, Георгий и Ума стали победителями Универсиады и теперь получили право продолжить обучение в магистратуре физического факультета на кафедре теоретической физики.

Несмотря на то, что все три студента лишь относительно недавно (чуть более полутора лет тому назад) влились в состав научной группы по физике нейтрино, вошедшие в бакалаврские работы результаты являются новыми и представляют значительный интерес для развития физики нейтрино.

В работе Умы Абдуллаевой развивается теория осцилляций нейтрино при условии распространения частицы во внешнем магнитном поле и произвольно движущейся среде. В отличие от одной из последних работ научной группы по данной теме (P. Pustoshny, A. Studenikin, “Neutrino spin and spin-flavor oscillations in transversal matter currents with standard and nonstandard interactions”, *Phys. Rev. D* 98 (2018) 113009), которая явилась основой магистерской диссертации выпускника физического факультета П. Пустошного и в которой рассматривался случай дираковских нейтрино, в своей дипломной работе Ума рассмотрела случай майорановских нейтрино и пришла к важному выводу, что изучая осцилляции нейтрино с учетом действия указанных внешних условий, можно сформулировать четкий критерий, позволяющий отличить дираковское от майорановского нейтрино. Отметим, что проблема природы нейтрино — является ли частица дираковского или майорановского типа — относится к трем наиболее важным фундаментальным проблемам современной физики нейтрино.

Работа Георгия Донченко выполнена в рамках важного направления исследований, которые проводятся в группе по физике нейтрино – развитие теории рассеяния нейтрино на мишени.

Научная группа уже имеет ряд важных результатов в данном направлении. Так, в серии работ К.А. Кузакова и А.И. Студеникина, опубликованных в международных высокорейтинговых журналах (в том числе: K. Kouzakov, A. Studenikin, *Magnetic neutrino scattering on atomic electrons revisited*, *Phys. Lett. B* 696 (2011) 252), был внесен существенный вклад в теорию рассеяния нейтрино на электронах, что позволило подтвердить приоритет российского эксперимента «ГЕММА» (совместный проект ОИЯИ и НИЦ Курчатовский институт — ИТЭФ) на получение мирового рекордного ограничения сверху на такую важную электромагнитную характеристику нейтрино, как магнитный момент частицы. Во многом благодаря результатам К.А. Кузакова и А.И. Студеникина указанное ограничение на магнитный момент нейтрино, полученное из анализа данных эксперимента «ГЕММА», уже на протяжении ряда лет регулярно включается в сводную таблицу основных свойств элементарных частиц, которая содержится в «Обзоре по физике элементарных частиц» (его ежегодно публикует Международная коллаборация по физике элементарных частиц — International Collaboration «Particle Data Group»).

У нейтринной научной группы имеется и другой важный результат по рассеянию нейтрино на электронах. В работе [A. Studenikin, *New bounds on neutrino electric millicharge from limits on neutrino magnetic moment*, *Europhys. Lett.* 107 (2014) 21001] впервые учтен вклад рассеяния нейтрино на электронах от возможного ненулевого миллизаряда нейтри-

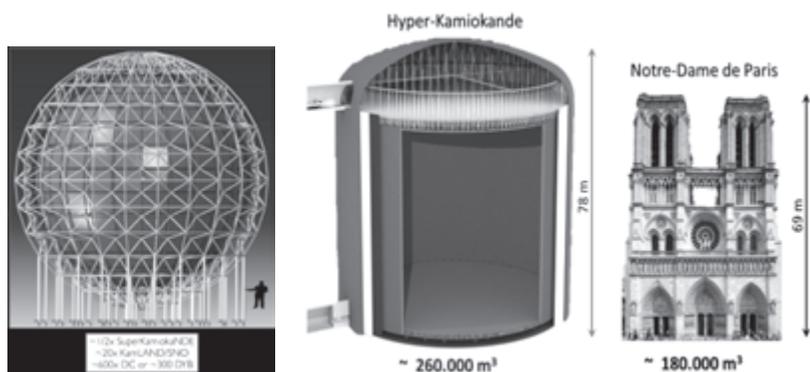


но. В указанной работе выполнен анализ данных эксперимента «ГЕМ-МА» по рассеянию нейтрино и получено мировое наиболее жесткое ограничение сверху на миллизаряд нейтрино. Данный результат также, начиная с 2016 года, включается Международной коллаборацией по физике элементарных частиц в таблицу основных свойств элементарных частиц.

С использованием разработанного [К. Kouzakov, A. Studenikin. Electromagnetic properties of massive neutrinos in low-energy elastic neutrino-electron scattering, Phys.Rev.D 95 (2017) 055013] теоретического аппарата авторами совместно с итальянскими и китайскими коллегами был выполнен анализ [M.Cadeddu, C.Giunti, K. Kouzakov, Y.F.Li, A. Studenikin, Y.Y. Zhang, Neutrino charge radii from COHERENT elastic neutrino-nucleus scattering, Phys.Rev.D 98 (2018) 113010] данных недавнего пионерского эксперимента COHERENT (США) по когерентному упругому рассеянию нейтрино на ядре и впервые были получены ограничения на такие параметры новой физики, как переходные зарядовые радиусы нейтрино. Важность полученных ограничений отмечена выбором редакцией журнала Physical Review D соответствующей работы авторов в качестве одной из лучших за 2018 год, а также включение ограничения в последнее обновление (за 2019 год) «Обзора по физике элементарных частиц».

Возвращаясь к бакалаврской работе Георгия Донченко, следует особо отметить то, что Георгий, развивая идеи одной из последних работ К.А. Кузакова и А.И. Студеникина и соавторов [К. Kouzakov, A. Studenikin et al, Potentialities of a low-energy detector based on He-4 evaporation to observe atomic effects in coherent neutrino scattering and physics perspectives, Phys.Rev.D 100 (2019) 073014] построил теорию рассеяния нейтрино на конденсированной системе в режиме малой передачи энергии и при этом впервые учел эффекты коллективных возбуждений в мишени. В дальнейшем, как считают члены нейтринной группы, на основе полученных результатов можно будет предложить новую схему эксперимента по рассеянию нейтрино, которая будет способна кардинальным образом повысить чувствительность к электромагнитным характеристикам нейтрино. Напомним, что проблема электромагнитных свойств нейтрино является также одной из трех открытых в настоящее время фундаментальных проблем физики нейтрино. Об этом наглядно свидетельствует публикация большой обзорной статьи в одном из наиболее высоко рейтинговых международных журналах [C. Guinti, A. Studenikin, Neutrino electromagnetic interactions: A window to new physics, Rev. Mod. Phys. 87 (2015) 531–591], на которую к настоящему моменту уже имеется более 200 ссылок в статьях других авторов.

Третья бакалаврская работа, выполненная студентом Василием Боквым, посвящена построению теории осцилляций нейтрино в экстремальных условиях сверхновых звезд. Детектирование потоков нейтрино от сверхновых входит в качестве одного из главных вопросов в исследовательские программы готовящихся в настоящее время новых масштабных нейтринных проектов, таких как «ДЖУНО» (JUNO, Китай) и «Гипер-Камиоканде» (Hyper-Kamiokande, Япония). Укажем на то, что по решению руководства Московского университета члены нейтринной группы являются представителями МГУ в составе двух указанных международных нейтринных мегасайенс проектов.



*Нейтринный детектор «ДЖУНО»
(20 килотонн, $R = 40$ m)*

*Нейтринный детектор
«Гипер-Камиоканде»*

В своей бакалаврской работе Василий Бокв впервые построил формализм, позволяющий одновременно учитывать коллективные осцилляций нейтрино от сверхновых (то есть, осцилляции с учетом «самодействия» нейтрино в потоке) и эффекты квантовой декогеренции нейтрино. Развитый формализм следует использовать для предсказания спектра нейтрино, который будет наблюдаться в экспериментах.

По результатам дипломных работ Умы Абдуллаевой, Василия Боква и Георгия Донченко в настоящее время готовится несколько статей для опубликования в международных журналах из первого квартала. Материалы бакалаврских работ включены в доклады и в ближайшее время будут доложены на двух крупнейших международных конференциях по физике высоких энергий и физике нейтрино:

1) 40th International Conference on High Energy Physics (Prague, Czech Republic, July 2020, on-line conference), 2) 29th International Conference on



Neutrino Physics and Astrophysics (Chicago, USA, June 2020, on-line conference).

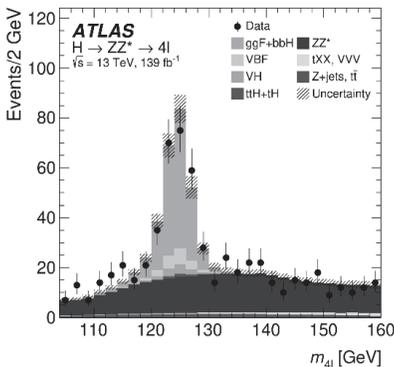
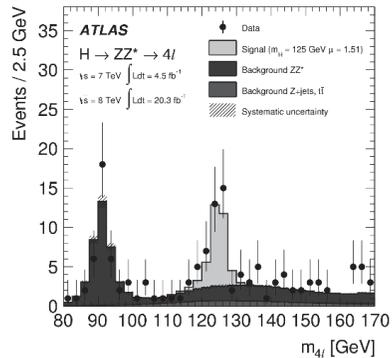
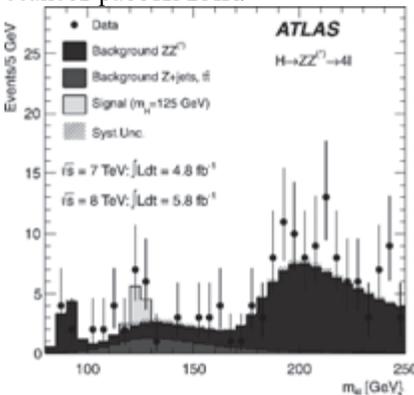
Александр Студеникин, профессор кафедры теоретической физики, полномочный представитель МГУ в международных нейтринных проектах ДЖУНО и Гипер-Камиоканде, член Научного совета РАН «Физика нейтрино и нейтринная астрофизика»

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОТРУДНИЧАЕТ С ЦЕРН

Уже десять лет в Европейской лаборатории элементарных частиц (ЦЕРН) работает самый мощный ускоритель современности — Большой адронный коллайдер. Он объединяет усилия более 10 тысяч физиков всего мира: из Европы, США, России, Японии, Индии и т.д. Большой адронный коллайдер (БАК) осуществляет столкновения протонов максимальных достигнутых на сегодня энергий 13 ТэВ (тераэлектронвольт) при небывалой светимости $2,1 \cdot 10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$, что соответствует до 60 взаимодействий при пересечении сгустков ускоренных протонов в местах размещения детекторов, а сами пересечения происходят с интервалом 25 нс. Это значит, что в каждую секунду происходит $2,4 \cdot 10^8$ соударений протонов, которые регистрируются детекторами, размещенными в точках соударения ускоренных пучков, затем проходят обработку и анализ в международной глобальной научной сети ГРИД, являющейся ярким примером работы с большими данными. На коллайдере прошли уже два больших сеанса работы: первый в 2010–2012 гг. и второй в 2015–2018 гг. Сейчас идет подготовка к третьему, стартующему ровно через год. Помимо протонов, на коллайдере осуществляются столкновения ускоренных тяжелых ядер свинца, ксенона, а также их соударения с протонами в условиях, когда на каждое соударение нуклонов приходится энергия более 5 ТэВ.

Самым ярким событием в истории БАК является открытие в 2012 г. его экспериментами ATLAS и CMSновой тяжелой частицы, которую с теперь с уверенностью называют бозоном Хиггса. В результате этого открытия предсказавшие существование такой частицы Питер Хиггс и Франсуа Энглер были удостоены в 2013 г. Нобелевской премии. Но момент открытия был лишь началом сложного пути исследования этой частицы, определения её свойств, процессов её рождения и распада. Суть этих исследований состояла в тщательной проверке соответствия измеряемых характеристик предсказаниям Стандартной модели, базиса совре-

менного описания физического мира и его эволюции в масштабе Вселенной. Базой исследований послужило увеличение в 15 раз накопленной интегральной светимости, или количества протонных соударений. И, конечно, напряженный труд физиков, участвующих в этом проекте. Всё, что удалось выяснить к настоящему времени о свойствах бозона Хиггса и процессах взаимодействия как протонов, так и ядер, хорошо укладывается в представления Стандартной модели, согласуется с проведенными на её базе расчетами, предсказаниями. Для бозона Хиггса масса измерена с точностью чуть более 0,1%. Она составляет $(125,10 \pm 0,14)$ ГэВ, ширина состояния $\Gamma < 0,013$ ГэВ. Измерены константы, характеризующие взаимодействие с полем Хиггса как для бозонов (W, Z), так и фермионов (t и b — кварки, τ — лептоны и мюоны). Динамику развития исследований бозона Хиггса можно увидеть, например, по количеству его распадов на четыре лептона $4l$, мюона или электрона (4μ , $4e$, $2\mu 2e$), зарегистрированных к моменту открытия новой частицы и по итогам первого и второго сеансов работы БАК.



Распределения по инвариантной массе четырёх лептонов m_{4l} , полученные на момент открытия новой частицы (слева, *Phys.Lett. B719(2012)1*), по результатам первого (в центре, *Phys.Rev. D91(2015)012006*) и второго (справа, *arXiv:2004.03447, sub. toEPJC*) сеансов работы БАК в эксперименте ATLAS



Но задачи экспериментов на БАК более амбициозные. Стандартная модель имеет ограниченную применимость, известны явления, которые она не может описать. Следовательно, необходимо повышать точности измерений для обнаружения расхождений с её предсказаниями, найти проявления новой физики за пределами Стандартной модели. Направлений таких исследований много. Помимо уточнения, например, значений масс W бозона и t -кварка, измерений степени CP -нарушения в различных процессах, ведется поиск новых частиц, предсказываемых моделями суперсимметрии, дополнительных измерений, экзотических лептокварков, гипотетических частиц темной материи и др. Активно исследуется новое состояние материи кварк-глюонная плазма, какой была наша вселенная в ранние моменты своего развития.



В решениях широкого ряда экспериментальных задач на БАК участвуют студенты и аспиранты кафедры общей ядерной физики. Базовым экспериментом для исследований является ATLAS, один из крупнейших детекторов на БАК. Для первого знакомства с детектором уже трижды проводились мастер-классы по анализу W/Z бозонов, в ходе которых проходят прямые обсуждения результатов с физиками ЦЕРН и участниками из других университетов Европы, Азии и Африки. Студенты участвуют в анализе t -кварков и векторных бозонов в рамках проекта открытых данных ATLAS Open data, недавно открытого в ЦЕРН. Проект обес-

печивает свободный прямой доступ к данным протонных взаимодействий при энергиях 8 ТэВ и 13 ТэВ, последние стали доступными только в январе 2020 г. Выполнение работ требует владения программными инструментами чтения и анализа, разработанными в физике высоких энергий со специфической программной оболочкой и структуры данных каждого большого эксперимента.

Другим направлением анализа является моделирование процессов взаимодействий с помощью современных генераторов событий. Все детекторы на БАК имеют свои особенности, например, разные кинематические области измерений. Все основные результаты измерений детекторов публикуются в статьях со свободным доступом, полученные спектры и таблицы размещены в открытой базе результатов измерений Hepdata. Это дает возможность детального сопоставления измерений разных экспериментов и их сравнения с новыми модельными расчетами на уровне конечных результатов. За 2016–2019 гг. студенты кафедры защитили 18 бакалаврских и магистерских работ по этим направлениям.

Важным направлением является непосредственное участие в работах исследовательских подгрупп в эксперименте ATLAS. Нужно отметить, что такое участие не дает права вхождения в авторский состав публикации результатов коллаборации. Такое право дается только после выполнения специальных квалификационных работ по поддержке работы детектора или его программного обеспечения в течение года. Это по силам только аспирантам кафедры. Но опыт участия студентов в реальном анализе новых данных сам по себе уникален, результаты могут докладываться на молодежных конференциях, поэтому такие магистерские диссертации включают разработку методических вопросов актуальных направлений анализа, таких как измерение распадов бозона Хиггса или эффекта CP-нарушения в распадах В-мезонов. У студентов есть возможность посещать ЦЕРН для проведения своих работ. По исследованиям В-мезонов в эксперименте ATLAS защитили кандидатские диссертации А.С. Болдырев (2013), С.М. Турчихин (2016), А.С. Маевский (2017). Из аспирантов кафедры В.В. Синецкий участвовал в школе физики высоких энергий ЦЕРН – ОИЯИ (2019), О.В. Мешков представил доклад от ATLAS и CMS на международной конференции QFTNER в сентябре 2019 г. в г. Сочи и получил приглашение выступить на конференции FPCP 2020 в июне этого года в Испании, (IlfdaToxa, Galicia, Spain), удаленно из-за пандемии. Студент А. Прохоров в 2018 г. защитил магистерскую диссертацию, выполненную в сотрудничестве с ОИЯИ, и продолжил обучение в аспирантуре кафедры. И. Мордовец подготовил такую работу по изучению распадов бозона Хиггса, сотрудничая с группой ИТЭФ в ATLAS. Студенты участвуют также в исследованиях в эксперименте LHCb.



Исследования на БАК спланированы до 2037 г.



профессор Л.Н.Смирнова

ПЕРВЫЙ ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

(К 125-летию со дня рождения Игоря Евгеньевича Тамма)

В этом году исполняется 125 лет со дня рождения Игоря Евгеньевича Тамма, сыгравшего исключительно важную роль в формировании преподавания теоретической физики, а также научных исследований в данной области в Московском университете, где произошли значительные изменения в тридцатых годах двадцатого века. Он заведовал кафедрой теоретической физики с 1931 по 1937 год вначале на физическом отделении, а после образования физического факультета — и на нем.

Переход на факультетскую систему был осуществлен начиная с 1 мая 1933 года. Первым деканом факультета стал член-корреспондент АН СССР Б.М. Гессен, бывший до этого руководителем





физического отделения. Он работал в этой должности до 1934 года включительно, а затем перешел работать в ФИАН на должность заместителя директора.

В 1933 году факультет закончили 17 специалистов-физиков при общем числе студентов 409, а уже в 1935 эта цифра возросла до 59 при общем числе обучающихся 635. В 1934 году была восстановлена система защиты кандидатских и докторских диссертаций. На физическом факультете первым кандидатскую диссертацию защитил Д.И. Блохинцев на тему «Некоторые вопросы теории твердых тел и в особенности металлов». Ему была присуждена степень доктора физико-математических наук. Научным руководителем диссертанта был И.Е. Тамм.

Касаясь преподавания физики в Московском университете во время своего обучения в нем, И.Е. Тамм писал: «Когда я учился в 1914/18 гг. в Московском университете, в курсе физики проф. Станкевича теория Максвелла вообще не затрагивалась, так как считалось, что по своей сложности эта теория не поддается лекционному изложению (правда, она излагалась в специальном курсе „по выбору“ доц. А. Бачинского, но я на экзамене по этому предмету получил 5 только за то, что при выводе формул на доске написал знак векторного произведения и знал, каков смысл этого произведения, никаких других вопросов мне вообще не задавалось)».

Вне зависимости от того, работал И.Е. Тамм на физическом факультете Московского университета в тот или иной период или нет, под его руководством трудились многие выпускники МГУ, в том числе Д.И. Блохинцев (выпускник 1930 года), М.А. Марков (1930), А.А. Власов (1931), В.С. Фурсов (1931), Е.Л. Фейнберг (1935), В.Л. Гинзбург (1938), А.С. Давыдов (1939), А.Д. Сахаров (1942), Д.А. Киржниц (1949), В.П. Силин (1949), Л.В. Келдыш (1954).

В своей деятельности И.Е. Тамм исходил из того, что "ученик — не сосуд, который надо наполнить, а факел, который необходимо зажечь".

В.Л. Гинзбург писал: "Игорь Евгеньевич Тамм был очень хорошим физиком-теоретиком, автором первоклассных работ. Он написал первоклассный учебник, воспитал много физиков, боролся за подлинно прогрессивную и современную науку. Все это, конечно, верно и очень важно. Но это не все. Если бы дело было только в сказанном, то вполне понятно было бы большое уважение, но любят прежде всего за другое, за человеческие черты. Вместе с тем именно как сплав уважения и любви я мог бы охарактеризовать отношение к Игорю Евгеньевичу Тамму и свое, и многих, многих других".

Область научных исследований И.Е. Тамма чрезвычайно широка. Он известен как физик-теоретик, занимавшийся классической электроди-



намикой, квантовой механикой, теорией твердого тела, физической оптикой, ядерной физикой, физикой элементарных частиц, проблемой термоядерного синтеза, прикладной физикой и целым рядом других направлений.

В 1930 году в статье «О квантовой теории молекулярного рассеяния света в твердых телах» И.Е.Тамм впервые ввел понятие акустических квантов (квантов звука) в твердом теле. По предложению Я.И. Френкеля кванты звука впоследствии были названы фононами.

В том же году выходит статья «О взаимодействии свободных электронов с излучением по дираковской теории электрона и по квантовой электродинамике». Здесь «последовательным квантовомеханическим методом рассматривается рассеяние излучения на электронах (волновое уравнение Дирака для электрона, квантование электромагнитного поля и материальных волн), а также подтверждается соответствующая формула для рассеяния, выведенная Клейном и Нишиной. При этом оказывается, что индуцированные излучением квантовые скачки электрона в промежуточные состояния отрицательной электронной энергии имеют решающее значение для рассеяния». То есть он показал, что отрицательная энергия электрона является существенным элементом теории электрона, предложенной Дираком. Концепция отрицательных уровней электрона тогда отвергалась многими физиками. Данная работа имела важное значение для утверждения релятивистского волнового уравнения Дирака для электрона, поскольку позитрон (частица, во всем тождественная электрону, но несущая положительный заряд) в то время еще не был обнаружен экспериментально.

Основы квантово-механической теории фотоэффекта в металлах были заложены И.Е. Таммом в 1931 году совместно с С.П. Шубиным в работе «К теории фотоэффекта в металлах». В этой классической работе впервые сформулированы представления о решающей для фотоэффекта роли скачка потенциала на границе металл-вакуум и периодического потенциала внутри кристалла (поверхностный и объемный фотоэффекты). Здесь была не только создана качественно правильная физическая картина явления, но и заложены основы для широкого круга современных исследований электронных спектров и структуры поверхности кристаллов фотоэлектрическими методами.

В 1932 году выходит работа «О возможных связанных состояниях электронов на поверхности кристалла», где показано, что электрон может оказаться в связанном состоянии на поверхности, ограничивающей периодическую потенциальную решетку кристалла. Эти состояния получили название уровней Тамма.



В 1934 году И.Е. Тамм создает первую теорию ядерного взаимодействия (теорию бета-сил).

В дальнейшем число опубликованных статей и других научных работ значительно увеличивается. Существенно расширяется и тематика исследований. Но одна тематика занимает особое место в научной работе И.Е. Тамма. Это исследования, связанные с эффектом Вавилова – Черенкова.

Несмотря на свою простоту механизма излучения и того факта, что оно могло быть легко предсказано на основе классической электродинамики, открытие явления запоздало, по мнению И.Е. Тамма, на несколько десятилетий. Причина этого в некритическом применении правильных физических принципов к явлениям, находящимся вне пределов применимости этих принципов.

В данном случае свою роль сыграл стереотип представления о возникновении излучения лишь при неравномерном движении электрических зарядов. Этому учили в течении многих десятков лет молодых физиков. И, во-вторых, явно или неявно предполагалось, что теория относительности не допускает движений со сверхсветовой скоростью, причем без всяких оговорок.

И.Е. Тамм пишет: "Боле того, когда И.М. Франк и я уже разработали математически правильную теорию излучения Вавилова – Черенкова, мы все еще пытались разными способами, которые для нас самих сегодня уже непостижимы, примирить наши результаты с утверждением, что для излучения необходимо ускорение. И лишь на следующий день после первого нашего доклада об этой теории на коллоквиуме Физического института мы внезапно узрели простую истину: предельной скоростью для материальных тел является скорость света в вакууме..."

И.Е. Тамм никогда не причислял работу, за которую получил Нобелевскую премию, к своим наиболее важным достижениям. Но именно по этой тематике он, пожалуй, работал дольше всего. Именно здесь ему пришлось выйти за рамки тех догм, которые всегда есть в науке. Стремление докопаться до сути, довести работу до полной ясности было всегда характерно для его научной деятельности. Это отношение к делу он сумел передать и своим ученикам, каждый из которых сам стал яркой личностью. Это стало самым большим вкладом И.Е. Тамма в развитие физики в Московском университете.

профессор П.Н. Николаев



КАК СОВЕТСКИЙ ФИЗИК ПРЕВРАТИЛСЯ В РОССИЙСКОГО ПОПУЛЯРИЗАТОРА КЛИМАТИЧЕСКОЙ НАУКИ

Проблема коронавируса временно затмила главную современную проблему человечества — проблему глобального изменения климата. Редакция газеты «Советский физик» обратилась к Нобелевскому лауреату, выпускнику кафедры физики моря и вод суши Алексею Кокорину с просьбой рассказать о своей работе по этой теме.

Когда в конце 1970-х делал курсовую, дипломную, а затем уже в начале 1980-х диссертацию, посвященную газообмену CO_2 на границе вода–воздух, то и не подозревал, что занимаюсь темой изменения климата. Понимание пришло в 1984 году, когда я пришел в Лабораторию мониторинга природой среды и климата Госкомгидромета и Академии наук СССР. С 1991 года лаборатория стала Институтом глобального климата и экологии, но тогда же наступили тяжелые времена для науки.

Выручило меня заключение Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Очень не хотелось уезжать из России, тут все близкие мне люди, масса друзей, любимый водный туризм, где я потом добрался до мастера спорта. Поэтому вариант, что я буду российским экспертом Конвенции с массой командировок и командировочных денег, мне очень подошел. Однако во второй половине 90-х наука была уже не та, столь любимых и длительных экспедиций не было, только компьютер и бумаги. А поездки только на переговорные сессии ООН.

Поэтому в конце 1990-х я примкнул к работам Всемирного фонда дикой природы (WWF), а с 2000-го и поныне его сотрудник. Выбор был правильным, много удалось посмотреть «мир» — Россию, Арктику и даже разок добраться до Антарктиды. Тем более, что довольно скоро была образована иная организация — WWF России, уже не филиал зарубежного «хозяина», а чисто наша, что очень помогло делать правильный выбор по всем видам деятельности. WWF оказался очень хорошей организацией: реальное дело, люди и их профессиональный уровень, стиль общения. Все это мне очень понравилось и нравится и поныне. Только вот наукой



фонд не занимается. Конечно, к проектам по охране природы российские научные институты привлекаются, и очень активно, но самому заниматься в WWF физикой океана и его взаимодействием с атмосферой уже не было никакой возможности.

Пришлось переквалифицироваться в популяризатора науки – затеять череду просветительских проектов, которые, кстати, давали и дают основным проектам Фонда немало ценной информации по климатическим рискам и по адаптации действий по охране природы к новому и «нервному» климату.

За почти 20 лет этой деятельности было прочитано более 200 лекций, издано несколько книг, в том числе учебное пособие для учителей старших классов средней школы «Изменение климата». По гранту Президента России был подготовлен интерактивный урок для школьников «Изменение климата». А «конвейер» работы со СМИ просто не останавливается: дано более 4000 интервью самого разного формата. В моей работе оказалась и масса неожиданных плюсов: так, увидев меня «в телевизоре», на меня вышли многие старые друзья, с которым связь потерялась. Меня даже нашел мой отец, с которым я не виделся 41 год.

Опыта накоплено много, воспоминаний тоже. Были награды разными грамотами и знаком Минприроды России – «Почетный работник охраны природы». К огромному моему удивлению, именно за популяризацию науки Нобелевская премия мира в 2007 году была присуждена Межправительственной группе экспертов по изменению климата. У меня теперь есть красивый сертификат Нобелевского лауреата.

А в последнее время пошла новая деятельность — электронная — поток вебинаров. Срочно была проведена работа по более обширной версии школьного урока — теперь он называется «Изменение климата в России» и содержит массу информации для северных регионов. А сейчас уже почти готов лекционный видеокурс «Изменение климата» для Северного арктического федерального университета, но, по сути дела, для всех вузов и даже для всех желающих.

Ниже буквально несколько фрагментов воспоминаний, надеюсь, интересных для читателей «Советского Физика».

Одно из типичных заблуждений всех — от школьников до членов правительства: изменение климата — тема «западных» ученых и политиков, а Россия стоит в стороне. Здесь очень уместно обратиться к советскому прошлому 1970–1980-х и напомнить, что наши ученые и даже должностные лица были среди первых, кто начал исследовать эту проблему и громко о ней заявлял. Есть и еще одно «смежное» заблуждение, особенно популярное среди нынешних ученых старшего поколения, далеких от физики атмосферы и океана: «против роли человека в изменении климата был лидер советской гидрометеорологической науки академик Юрий Антонинович Израэль».



Мне довелось непосредственно проработать с Израэлем с 1984 года до конца 1990-х, а затем поддерживать очень хорошие отношения до последних дней его жизни. Не раз ездил с ним в зарубежные командировки, где удавалось пообщаться много и неформально. Когда он был руководителем Госкомгидромета СССР, то попасть к нему на прием было очень сложно, но не для меня. Скорее наоборот, он требовал моей явки, причем, как правило, в вечернее время, когда спадал накал работы. Дело в том, что я был секретарем комсомольской организации Института глобального климата и экологии. Особых комсомольских проблем не было, поэтому беседа обычно шла по широкому кругу тем.

Ю. А. Израэль стоял у истоков создания Межправительственной группы экспертов по изменению климата — МГЭИК (вот он, ответ на «мнение» о прозападной природе этой организации), стал ее вице-председателем и очень активно взялся за организацию работы. Главное, что он подчеркивал: нужен всеобъемлющий мониторинг ситуации, только так можно накопить данные и понять суть изменений климата. Даже названия отделов в нашем институте были названы синхронно с мониторинговыми разделами докладов МГЭИК. При этом он более 15 лет настаивал, что твердых доказательств роли человека недостаточно (заметьте, не отрицал, а требовал более четких доказательств). Эту позицию тогда оспаривали многие климатологи.

В 1995-1997 годах шел процесс подготовки Киотского протокола, довелось и мне потратить на этот документ немало времени. Увы, все попытки «скрестить» меры по снижению выбросов парниковых газов с наукой, не удалась. В конце 1997 года Протокол был принят в виде взятых «с потолка» обязательств развитых стран (включая Россию) по снижению выбросов в 2008-2012 годах. Объемы снижений определяли не ученые, а политики. Уже в Киото делегация США многие дни и ночи твердо стояла на позиции: «снижаем никак не более, чем на 3% от уровня 1990 года», таковы были выводы их экономистов. Но приехал вице-президент Альберт Гор и объявил: «США снижает на 7%». Эффект был «потрясающим», делегация, конечно, подчинилась, но потом подобный волюнтаризм хорошо помог следующему президенту страны отказаться от ратификации Протокола.

Израэль Ю. А. выдвигал главный аргумент «против» Киотского протокола: науке такой протокол ничего не дает. Мне тогда пришлось выступать против него, но с другими аргументами: выбора у России нет; отказаться — значит, встать на сторону США против всего мира; надо ратифицировать и попытаться извлечь из документа максимум пользы, пусть не для науки, а лишь для отдельных наших предприятий.

В определенной мере так и случилось: после ратификации Россией в 2004 году Протокол вступил в силу, а в 2008-2012 годах с его помощью в нашей стране было реализовано около 100 в целом неплохих проектов,



но, конечно, не в науке. Хорошо, что при этом у России уже нашлись средства на науку, конечно, очень скромные, но куда большие, чем в 1990-х.

В конце 2000-х годах преобладающим стало мнение, что человечество столь сильно влияет на климат, что никакие меры по сдерживанию выбросов не помогут, надо разрабатывать технологии прямого глобального воздействия на климат. Рассматривались разные идеи, такие как идея «сульфатного экрана» — стратосферного экрана из мельчайших капелек, затеняющего Землю от Солнца (сера здесь важна только как дешевый и простой материал, который можно сжечь в стратосфере и получить кислые и поэтому очень мелкие, не оседающие на Землю капельки). Сейчас эта идея находится на уровне компьютерных экспериментов, моделирование показывает, что экран может инициировать в атмосфере немало негативных эффектов, что в итоге приведет не к снижению, а к росту опасных метеорологических явлений.

Какой вывод можно сделать из опыта и воспоминаний?

Пожалуй, такой, что научно строгие знания в итоге всегда пробивают себе дорогу. Не сразу, часто очень тяжело. Понимание населением нашей страны того, как воздействие человека на климат накладывается на его естественные вариации и даже влияет на них, постепенно растет. Медленно, но неумолимо люди лучше и лучше понимают, что климат не столь теплеет, а становится «нервным». Что это не миф и не страшилка, но с этим нам и нашим детям и внукам жить в XXI веке.

Однако, чтобы двигать этот тяжелый «состав», у человека должна быть очень крепкая «база» научного подхода к любой проблеме, и именно такая база, как кафедра физики моря и вод суши, — прекрасный тому пример.

*Алексей Кокорин,
выпускник кафедры физики моря и вод суши
физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова 1981 года*

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ В ЖЕНСКИХ ЛИЦАХ

Физфак — один из самых больших и значимых факультетов МГУ — часто называют факультетом нобелевских лауреатов, так как из 20 лауреатов, наших соотечественников, получивших премию в период с 1904-2003 гг., 8 были его сотрудниками или выпускниками (nobelprize.org). Женщин среди них нет. Отметим, что за всю 120-ю историю нобелевско-



го движения женщин-лауреатов в области физики было всего трое: Мария Склодовская-Кюри (1903 г., польская и французская учёная-экспериментатор), американка Мария Гёпперт-Майер (1963 г.) и канадка Донна Стрикланд (2018 г.).

В 1930-е годы на физическом факультете МГУ (phys.msu.ru) начали формироваться и развиваться новые научные школы. Вводились современные лекционные курсы, модернизировался физический практикум, производственную практику студенты проходили в ведущих научных институтах и лабораториях. В состав физфака входило 13 кафедр, которыми руководили профессора и члены Академии Наук СССР. Кафедру общей физики для биологического и почвенно-географического факультетов возглавляла одна из первых женщин-профессоров Московского университета А.А. Глаголева-Аркадьева. Перед началом Великой Отечественной войны прием на физфак составлял 150 человек, и его выпускники со временем становились ведущими специалистами и руководителями в своих областях. Сразу после начала войны научно-исследовательская работа факультета получила оборонную направленность. Около 400 физфаковцев стали фронтовиками. В октябре 1941 г. в числе семнадцати студентов университета физик Ирина Ракобольская была направлена в военную авиационную школу. С мая 1942 г. и до конца войны И.В. Ракобольская участвовала в боевых действиях на различных фронтах ВОВ, была начальником штаба легендарного 46-го Гвардейского ночного бомбардировочного женского авиационного полка. Семь студенток Московского университета были удостоены высокого звания Героев Советского Союза. Среди них — студентка астрономического отделения Евгения Руднева, заведующая отделом Солнца Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Во время своего 645 вылета в ночь на 9 апреля 1944 года отважная лётчица погибла. Всю войну прошли мастер по вооружению в составе авиаполка имени Марии Расковой выпускница физфака И.И. Минакова и ушедшая на фронт первокурсница, хирургическая медицинская сестра Н.А. Тяпунина. Обе в будущем доктора физ.-мат. наук, сотрудницы факультета с 60-летним стажем работы. Во время эвакуации МГУ в 1941-1943 гг. обязанности заведующего кафедрой рентгеноструктурного анализа исполняла М.И. Захарова. В мае 1943 г. университет вернулся в Москву, и осенью в новом учебном году на физфаке начали работать 17 кафедр. Еще в 1929 г. после окончания университета стала преподавать и вести научные исследования на кафедре рентгеноструктурного анализа В.И. Иверонова — выдающийся физик, педагог, профессор Московского университета. В 1947 г. она защитила докторскую диссертацию, и это была первая в СССР докторская по физике, защищенная женщиной. В 1951-1969 гг. Иверонова заведовала кафедрой общей физики для физиков, которая стала крупнейшей кафедрой Московского университета после переезда МГУ на Ленинские горы. Она была редактором

книг «Физический практикум» 1951, 1962, 1968 гг. Первого сентября 1953 г. физфак начинал научную и педагогическую работу в новом здании, в его состав также вошли кафедры образованного в 1945 г. геофизического отделения и кафедры, работающие на базе созданного в 1946 г. НИИ ядерной физики. В последующие годы прием на 1 курс физфака в среднем составлял около 400 студентов, четверть которых были девушки.

К 250-летию Московского университета по инициативе Совета женщин МГУ был издан биографический словарь, посвященный женщинам — докторам наук, профессорам, лауреатам Государственных и университетских премий. Статистика словаря, содержащего краткие статьи о 619 персоналиях, показала, сколь значителен вклад женщин в научную и педагогическую деятельность МГУ во второй половине XX века. В нем 63 статьи о физиках-сотрудницах физфака, Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга и НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына, а также о выпускницах физического факультета, работающих в других подразделениях МГУ. Лауреатами Государственных премий СССР (РФ) являются физики Е.С. Андреева, А.М. Кадомцева, О.К. Сильченко и Г.В. Смирницкая, почетного звания "Заслуженный профессор Московского университета" удостоены А.Б. Васильева, И.В. Ракобольская, Г.Ю. Резниченко, Л.И. Сарычева. В 1966-1990 гг. И.В. Ракобольская была деканом созданного ею факультета повышения квалификации преподавателей вузов по естественным наукам, руководителем Лаборатории космических излучений высоких энергий. Она была основателем Совета женщин МГУ (1987 г.) и его первым председателем. В настоящее время нашей организацией руководит также физик-ядерщик, профессор Н.С. Зеленская. Председателем правления Ассоциации «Женщины в науке и образовании», созданной в 1993 г., является биофизик Г.Ю. Резниченко. Многочисленные военные и трудовые награды женщин-физиков неразрывно связаны с историей нашей родины. И.В. Ракобольская была награждена орденами "Красного Знамени", "Красной Звезды", "Отечественной войны" I и II степеней и "Знак Почета", Н.А. Тяпунина — орденами "Красной Звезды" и "Отечественной войны II степени", И.И. Минакова — орденом "Отечественной войны II степени", В.И. Иверонова — орденами Ленина и "Знак Почета", М.И. Захарова — орденом "Знак Почета", Л.А. Тихонова — орденом "Дружбы народов". Среди других наград наших сотрудниц есть медали "За оборону Москвы", "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.", "За освоение целинных и залежных земель", "За трудовое отличие", "Ветеран труда", медали Федерации космонавтики России, ВДНХ, РАН.

В наше время из-за гендерных стереотипов при выборе образования ценностные ориентиры женщин по-прежнему отличаются от мужских, они реже выбирают специальности из STEM-областей (Science, Technology, Engineering, Mathematics) – науки (особенно физики), техно-



логии, инженерии и математики. Чем выше позиции в науке, преподавании и управлении, тем меньше представительство женщин. В российских университетах доля женщин-ректоров составляет менее 20%. Если в среднем по национальным академиям наук в мире 12 % — женщины, в Российской академии наук их около 7 %. Примечательно, что в их числе выпускницы физического факультета МГУ Л.А. Прозорова и О.Г. Ряжская.

На физическом факультете среди аспирантов, научных сотрудников и преподавателей, руководителей грантов РФФИ и РНФ женщины составляют 25–30 %. Возросла доля женщин профессоров — их десятая часть среди всех профессоров физфака в составе кафедр. В числе первых, получивших грант РНФ, доктор физ.-мат. наук В.А. Хохлова, соруководитель Лаборатории медицинского и промышленного ультразвука (limu.msu.ru). Отметим, что среди кандидатов наук — выпускников и сотрудников этой лаборатории почти половина девушки. За последние 20 лет доля женщин-физиков, защитивших докторские диссертации, составляет 15 %, и защиты происходят в более молодом возрасте. Лауреатами премии им. И.И. Шувалова за докторские диссертации, выполненные в МГУ сотрудниками не старше 40 лет, были О.К. Сильченко, О.Е. Филиппова, Е.А. Константинова, О.В. Тихонова, О.С. Сажина. Физики О.И. Киселева, Е.В. Грызлова, Л.А. Осминкина, И.В. Соболева, И.А. Колмычек были лауреатами национальной премии фонда L'Oréal-UNESCO "Для Женщин в Науке" среди кандидатов и докторов наук в возрасте до 35 лет в области физики, химии, биологии и медицины. Женщины физфака — это также уникальные коллективы учебной части и научного отдела, кафедры английского языка и научной библиотеки. Их большинство в общефакультетских подразделениях, которыми на физфаке руководят в основном женщины.

С 2002 г. Международный союз теоретической и прикладной физики раз в три года (в 2020 г. встреча отменена) проводит конференции женщин-физиков (IUPAP ICWIP), где команды участвующих стран, включая РФ, выступают с презентациями о своих успехах и проблемах в науке и образовании. В 2017 г. на съезде с пленарным докладом «Searching for – and finding! gravitational waves» выступала Габриэла Гонсалес — представитель международного сообщества LIGO, в состав которого входят и ученые физического факультета МГУ. Отметим, что трое сооснователей этой коллаборации стали лауреатами нобелевской премии по физике «за экспериментальную регистрацию гравитационных волн». С другим докладом о проблемах гендерного баланса в науке выступила профессор астроном Тереса Лаго из университета г. Порто, Португалия. Так, в странах объединенной Европы в системе высшего образования девушки составляют треть от общего числа PhD выпускников в области физики и математики. Доля женщин-профессоров от всех профессоров в

естественных наук равна лишь 18%, а в инженерии и технологии — 12%. На стендовой секции был представлен доклад о женщинах-акустиках Московского университета. Были отмечены научные достижения доцента К.А. Велижаниной, первой женщины в составе кафедры акустики, «хозяйки» реверберационной камеры ст.н.с. И.В. Лебедевой, талантливых ученых и педагогов — доцентов О.Д. Румянцевой и В.А. Хохловой. Отмечены так же успехи молодых сотрудниц физфака, заслуживших признание научного сообщества в области акустики: Поликарповой Н.В. и Ширгиной Н.В., награжденных медалями Российской академии наук и премиями для молодых ученых РАН, и М.М. Карзовой — лауреата премии и медали Российского акустического общества имени Л.М. Бреховских для молодых ученых.

На одном из юбилеев физфак был назван еще и факультетом смельчаков. Хочется добавить — и смелых, талантливых женщин, самоотверженно идущих по своему пути в науке.

Елена Ермолаева, кафедра акустики

«КОНЯ НА СКАКУ ОСТАНОВИТ/ В ГОРЯЧУЮ ИЗБУ ВОЙДЕТ!» ЭТИ СТРОКИ НЕКРАСОВА ЗНАЮТ ВСЕ, ОДНАКО НЕКРАСОВ В ЭТОМ ГИМНЕ РУССКОЙ ЖЕНЩИНЕ ОПИСЫВАЕТ НЕ ТОЛЬКО ЕЕ ОТВАГУ, СИЛУ, РЕШИТЕЛЬНОСТЬ.

У КЛАССИКА РУССКОЙ ПОЭЗИИ ОНА И КРАСАВИЦА, И МАТЬ, И ЛЮБИМАЯ, И МАСТЕРИЦА, И ЗАТЕЙНИЦА (ОРГАНИЗАТОР ДОСУГА В СОВРЕМЕННОМ ПОНИМАНИИ), И МНОГОЕ ДРУГОЕ. НО ГЛАВНОЕ ДОСТОИНСТВО, КОТОРОМУ НЕКРАСОВ УДЕЛЯЕТ ОСНОВНОЕ ВНИМАНИЕ: ОНА — ВЕЛИКОЛЕПНАЯ ТРУЖЕНИЦА.

ВЫШЕ ПРИВЕДЕННОЙ СТАТЬЕЙ РЕДАКЦИЯ «СОВЕТСКОГО ФИЗИКА» ПРОДОЛЖАЕТ ЦИКЛ СТАТЕЙ О ЖЕНЩИНАХ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА И ВЫРАЖАЕТ УВЕРЕННОСТЬ, ЧТО АВТОРАМИ СЛЕДУЮЩИХ СТАТЕЙ БУДУТ МУЖЧИНЫ.

Главный редактор «СОВЕТСКОГО ФИЗИКА» Показеев К.В.

К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю.В. ГАПОНОВА

В прошлом году исполнилось бы 85 лет со дня рождения Юрия Владимировича Гапонова (1934–2009). Хотя он почти не занимал каких-либо «ответственных постов» на факультете и даже большую часть жизни не



был формально связан с ним, но очень многие «знаковые» для физфака события были сыницированы им, поддержаны им или, как минимум, были тесно с ним связаны. Он был делегатом знаменитой IV отчетно-перевыборной комсомольской конференции физфака МГУ, с которой начался новый этап в жизни факультета: на физфак пришли читать лекции многие выдающиеся советские физики (Арцимович, Леонтович, Кикоин, Ландау, Лукьянов, Тамм, Шальников и др.); именно тогда пришёл деканом В.С. Фурсов, работавший до того у И.В. Курчатова над первыми атомными реакторами, и возглавлявший физфак в течение следующих 35 лет. Именно с этого момента начала расцветать студенческая самодеятельность: появились первые физфаковские оперы, затем студенческий праздник «День Архимеда» (дошедший до наших дней под именем «Дня физика»), начали свою жизнь студенческие строительные отряды.

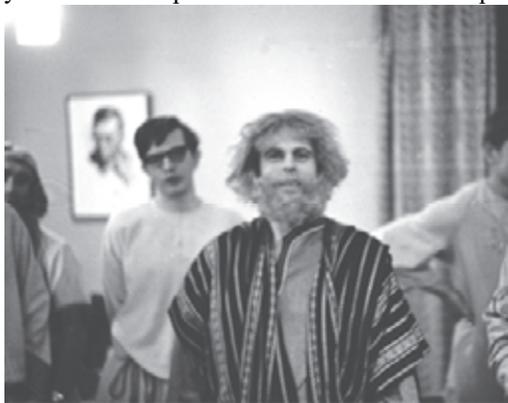
Ещё с 1956 г. начались массовые поездки студентов физфака на целину, превратившиеся с 1959 г. в организованные студенческие стройотряды благодаря энергии однокурсников, старших и младших товарищей Ю.В. — В.Г. Неудачина, В.Д. Письменного, С.Ф. Литвиненко, А. Баранова, Е. Швома. Это были целинные отряды, работавшие в сельскохозяйственных районах. Ю.В. организовал в 1961 г. первый «промышленный» строительный отряд¹ для строительства металлургического завода в Липецке, положив начало ещё одной ветви студенческих стройотрядов². Ю.В. рассказывал нам, с какими сложностями стройотряду и ему как одному из руководителей пришлось столкнуться: и атмосфера рабочего городка, и местная администрация, относящаяся к стройотряду настороженно, и нехватка квалификации у студентов для таких строительных работ, и многое другое. Но всё это удалось преодолеть студенческому отряду. Более того, они вернулись из Липецка, получив грамоту ЦК ВЛКСМ — высшая оценка, которую могло тогда заслужить молодёжное начинание. Несомненно, огромная роль в этом принадлежала Ю.В. Кстати, там же, в Липецке, зародилась и агитбригада физфака МГУ.

¹ Разумеется, говоря о том, что кто-то (поимённо) что-то организовывал, надо помнить, что большое дело не могло быть организовано одним человеком, это всегда была какая-то группа единомышленников, иногда — очень большая. При этом энергия, инициатива и фантазия тогдашних комсомольцев бурлили и «били через край», а фронтов работы всегда было много. Приносим свои извинения тем, кого мы при этом не называем, упоминая только о роли Ю.В. Равным образом и другие мероприятия, названные здесь как «деяния» других людей, часто содержали немалый вклад Ю.В.

² Ковалева С. К. Ты помнишь физфак?. — М.: Поматур, 2003.

Физфак всегда славился своей художественной самодеятельностью. Уже в 1954 г. на физфаке появляется уникальное явление студенческого творчества, которое трудно себе представить без Ю.В. Гапонова — физическая опера. «Дубинушка», «Серый камень» и «Архимед» — знаменитые оперы, первыми появившиеся на физфаке (с 1954 по 1960 гг.). В написании «Серого камня» (1957-1958) Ю.В. участвовал с самого начала, остальные оперы он «подхватил»: восстанавливал их после перерывов, создавал свои режиссёрские версии, занимался их постановкой многие последующие годы. В 1963 г. он организовал на физфаке студию «Архимед» — театральный коллектив преимущественно из студентов и аспирантов, который показывал эту и другие «физические оперы» и балеты по всей стране и даже за рубежом. А их список ещё пополнился в последующие годы: в середине 1960-х возник балет «Дубинушка» по мотивам одноимённой оперы, опера-капустник «Иисус Христос – додекафонист»; в 1967-1968 гг. Ю.В. вместе с Г.С. Ивановым, С.В. Семеновым и А.В. Кессенихом написал оперу – прощание с физфаком «Летите, голуби, летите!» В 1970 г. студии «Архимед» пришлось уйти с физфака в Курчатовский Институт атомной энергии, где Ю.В. с характерным для него юмором окрестил её новым именем: «Большой физический театр оперы и балета». Там будут написаны и поставлены опера «Шизель» (авторы — А.В. Харламов, А.В. Прохоров, С.В. Семенов), эстрадно-танцевальное шоу «Physical Review. Том I» (авторы Ю.В. и А.В. Прохоров, балетмейстеры Г. Абрамов, С.К. Ковалева) и многие другие произведения в жанре «большого физического искусства», как это шутя любил называть Ю.В.

Под руководством Ю.В. Гапонова коллектив “Архимеда” принимал участие в интереснейших событиях – в празднованиях Дня физика в Институте атомной энергии (Курчатовский Институт), празднике юмора ИАЭ в честь 80-летия А.П. Александрова (1983), в юбилейной сессии в честь 100-летия Нильса Бора в Пущино (1985).



*Протвино, 1970 г.
Бахус — Гапонов*

География гастролей студии “Архимед” поистине безгранична. Дубна, Пущино, Протвино, Троицк, Менделеево, Новосибирск, Польша, Ри-



га, Нововоронежская АЭС, Новосибирск, ленинградский День физика во дворце Великого князя Константина (напротив Петропавловской крепости), Сахалин, Иваново, Фрязино¹. И везде художественного руководителя студии радушно встречали коллеги, знавшие его и по научным работам и по комсомольским свершениям.

Юрий Владимирович любил вспоминать случай, который произошел во время поездки в Обнинск, город-пионер мирного атома. По каким-то причинам не пришел автобус, который должен был доставить архимедовцев на выступление. И вдруг к Главному зданию МГУ подъезжает десяток такси, заказанных гостеприимными хозяевами, и, преодолев более ста километров, артисты оперы благополучно прибыли в Дворец культуры Физико-энергетического института. Сейчас это воспринимается как научная фантастика.

Но «Архимед» в жизни физфака МГУ — это не только опера и студия. Это, прежде всего — праздник «День Архимеда», частью которого долгое время была и опера. По воспоминаниям Ю.В.: «Идея поставить Архимеда во главе пантеона физических богов появилась в мае 1959 г. в блоке Б-835 общежития МГУ, авторы: М. Артеменко (Данилычева), Н. Кабаева, Н. Никонова, Ю. Гапонов. Местом действия были определены ступени перед входом на физфак — идеальная сцена классической греческой драмы»². А официально Праздник физиков МГУ был узаконен специальным решением комсомольской конференции факультета в том же 1959 г.: «Учредить праздник — “День рождения физики”. Считать днем рождения физики день рождения Архимеда. Постановить, что Архимед родился 7 мая 287 года до н.э.».

Этот праздник был огромным явлением в жизни не только физфака МГУ, но и всей студенческой (и не только студенческой) культуры в стране. В лучшие годы (1963–1964) он продолжался по несколько дней, на него съезжались гости из многих вузов страны (Тбилиси, Ленинград, Баку, Горький и др.), его снимало телевидение и кино, о нём писали журналисты и писатели.

Праздники, по подобию студенческих строительных отрядов, готовили и проводили штабы. На первом (и на втором) празднике был гостем Лев Ландау, на третьем — космонавт Герман Титов. В 1961 году начальником штаба был Юрий Гапонов — первый секретарь комитета ВЛКСМ.

¹ Всеобщая история Архимеда: В 6-ти томах. Архив студии «Архимед».

² Гапонов Ю.В. Традиции «физического искусства» в российском физическом сообществе 50-90-х годов. "Вопросы истории естествознания и техники", 2003, № 12, с. 165-178

Именно этот праздник является одним из самых знаменитых, так как на нем присутствовал великий классик Нильс Бор, приехавший в это время в СССР. Приглашение Нильса Бора на праздник также состоялось по инициативе Юрия Владимировича. Нильс Бор высоко оценил творческую увлеченность и энергию молодых советских физиков. Ему очень понравилось представление на ступеньках и опера «Архимед», написанная в 1960 году Валерием Канером и Валерием Миляевым и поставленная Степаном Солуяном. Слова, сказанные им со сцены ДК МГУ после оперы «Архимед», стали высшей оценкой для всех поколений физфаковцев: «Если вы, молодые русские физики, умеете шутить с таким задором и энтузиазмом, я совершенно спокоен за судьбу физики...»



ДК МГУ. Встреча агитбригад физического факультета. 2008 г. Слева направо: Анатолий Валентинович Прохоров, Алексей Кириллович Иванов-Шиц, Юрий Владимирович Гапонов

По примеру физфака аналогичные праздники — Дни Физика (Химика, Математика и др.) — появились чуть ли не во всех вузах страны. Однако на самом физфаке после 1969 г. этот студенческий праздник пришёлся «не ко двору», и Ю.В. перенёс его (вместе с оперной студией «Архимед») под крыло Курчатовского института (ИАЭ), где сам к тому времени работал и где в тот момент царил более свободная и дружественная атмосфера мира физиков-ядерщиков. Там он прижился как День Физика, надолго став поистине фейерверком физического юмора в этом «серьёзном» заведении. Как вспоминал Ю.В., частью праздника традици-



онно бывало «заседание Антинаучного Совета ИАЭ, включающего реальных директоров и ведущих ученых, на котором проводился конкурс “антинаучных докладов”. Шутки докладчиков и членов Совета бывали деловыми и весьма острыми...»¹ Так, например, сотрудники Института ядерного синтеза ИАЭ исполнили целую хоровую ораторию, посвященную термоядерным исследованиям. Солист Алексей Багдасаров, ведущий артист студии “Архимед” и одновременно сотрудник ИЯС, вокальными средствами рассказал об этапах работы в этой важнейшей области, охарактеризовал установки Токамак-8 (Т-8), самый передовой на то время Т-10, а завершил так:

Я б рассмотрел проблему шире,
Решений смелых час пробил.
Возьмем мы Т-34 —
Он никогда не подводил!

В разные годы дипломами на этом конкурсе были отмечены доклады “Дракон огнедышащий как новый инструмент ядерной физики” (команда физтеха), “Жизнь ученых средней полосы” (С. Семенов), “Товарно-денежные отношения Франции времен короля Людовика (по роману «Три мушкетера»)” (Е. Мейлихов, Б. Аронзон).

Наряду с основанием традиций студенческих праздников, физического искусства и строительных отрядов, хочется вспомнить ещё одно, на наш взгляд, важнейшее дело Гапонова. Будучи высокочлассным учёным, он никогда не стеснялся своего интереса к истории науки, и этот интерес был глубоким. Не перечисляя всего, что он сделал в этой области, скажем лишь о главном. В 1990-х годах Юрий Владимирович задумал и осуществил небывалое дело: по выражению американского историка науки Дэвида Холлоуэя, он впервые «собрал вместе воинов холодной войны». Две организованные им международные конференции (в Дубне в 1996 г. и в Вене в 1999 г.), посвящённые истории атомных проектов Советского союза и других стран, собрали сотни легендарных и малоизвестных участников атомных проектов, позволили опубликовать множество совершенно неизвестных до тех пор материалов. Удивительно при этом, что, в то время как даже многие его коллеги видели в этих конференциях сверхзадачу — «поднятие престижа» советского оборонного ядерного комплекса, для самого Ю.В. были принципиальны, в первую очередь, поиск научной истины и дань уважения незаслуженно забытым людям. По его ходатайствам ряд забытых участников советского атомного проекта по-

¹ Там же.

лучили, наконец, заслуженные награды от государства, которому они верно служили. Так, Конференция HISAP-1996 в Дубне, безусловно, сыграла свою роль в присвоении советскому разведчику, Владимиру Барковскому, который первым доставил из Лондона в 1941 году материалы о том, что на Западе идут работы в области атомного оружия, звания Героя России в 1996 году. Интересно, что на конференции в Дубне проходило отдельное заседание, посвященное “атомной” разведке, где В.Б. Барковский был председателем. Во вступительном слове Владимир Борисович с юмором отметил, что в те годы разведка играла роль организации, обеспечивающей обмен научно-технической информацией.



Копенгаген. 1985 г. Доклад на Международном конгрессе по истории физики

По инициативе Юрия Владимировича в Институте истории естествознания и техники стал проводиться семинар “История советского атомного проекта”. Он действует и по сей день. На этом семинаре сделаны интереснейшие доклады участников героической эпопеи создания ядерного щита нашей страны. Если говорить о разведке, то на семинаре выступал связной Клауса Фукса А.С. Феклисов. В 1996 году А.С. Феклисов удостоен звания Героя России.

Научные интересы Юрия Владимировича лежали в области физики нейтрино и слабого взаимодействия, нейтронной и ядерной физики, физики тяжёлых и сверхтяжёлых изотопов. Предсказание Гамов-



Теллеровского резонанса и нейтральных токов, анализ проблем детектирования нейтрино, обоснование механизма образования ядер сверхтяжёлых элементов во взрывах сверхновых звёзд. Отметим важный результат, на многие годы опередивший время и сыгравший ключевую роль в развитии нейтринной физики — расчет сечения развала дейтрона на нейтрон и протон в нейтринном потоке. С помощью такой реакции, сечение которой не зависит от флейвора нейтрино, в эксперименте SNO (Канада) был измерен полный поток солнечных нейтрино и подтверждена гипотеза нейтринных осцилляций. Эта экспериментальная работа, которая основана на реакции, впервые теоретически рассмотренной Ю.В. Гапоновым и И.В. Тютиним в 1964 году, была удостоена Нобелевской премии в 2015 г.

В последние годы его особенно интересовала теория майорановских нейтрино: он нашёл новый неожиданный подход, который позволил ему, развив трёхфлейворную модель нейтринной системы, вплотную подойти к решению проблемы нейтринных масс и, в конечном итоге, предсказать их абсолютные значения. Для него самого очень дорога была оценка этих работ Оге Бором, с который однажды произнёс фразу, по-видимому, во многом символичную для Юрия Владимировича: «Вот кто бы Вас полностью мог бы понять — это Нильс Бор».

Если вспомнить о том, что называется «научно-организационной деятельностью», то это была и многолетняя работа в ВАК и в ряде Координационных и Программно-консультативных комитетов, организация крупных нейтринных исследовательских проектов, производства изотопов, перевода на русский язык специальной литературы. А также — чтение лекций по самым разным вопросам физики и истории физики для самых разных аудиторий, начиная со школьников. В 2005 г. Гапонов прочёл на физфаке лекцию по истории исследований нейтрино — одной из своих любимых научных тем¹.

Юрий Владимирович умудрялся уделять внимание каждому из окружающих его людей, несмотря на всю его занятость. Он всегда был дружелюбен и внимателен к собеседнику. Это счастье, что нам довелось общаться с этим человеком.

*Выпускники физического факультета
Сергей Семёнов (НИЦ «Курчатовский институт»),
Василий Птушенко (НИИ ФХБ им. А.Н. Белозерского МГУ)*

¹ Текст лекции опубликован под названием «Очерк истории исследований нейтрино» в журнале «Квант», 2014, № 2 с.2-8; №3 с. 13-18.

К 70-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ПЕРВОЙ СОВЕТСКОЙ АТОМНОЙ БОМБЫ

В №6 (140), 2019 «Советского физика» была опубликована статья «К 70-летию испытания первой советской атомной бомбы». Учитывая важность темы, активное участие сотрудников физического факультета в ее создании, готовясь к 270-летию нашего университета, продолжаем освещать эту тему.

Главный редактор К.В. Показеев

Важность атомного проекта для науки и самого существования государств очевидна. Недаром в годы Второй мировой войны по крайней мере шесть государств вели разработки ядерного оружия, отвлекая на это немалые ресурсы. Эти страны: США, Великобритания, Советский Союз, Франция (до мая 1940 г.), Германия и Япония. Советскому, немецкому и японскому атомным проектам была посвящена международная конференция, опубликовавшая обзор в японском журнале *Historia Scientiarum*: (ISSN 0285-4821) *International Journ. of the History of Science Society of Japan. Special Issue: Comparative History of Nuclear Weapons Projects in Japan, Germany, and Russia in the 1940 s.* 2005. Vol. 14. № 3.

Как известно, только США успели завершить разработку ядерного оружия до окончания войны. Для сокращения сроков готовности первое советское ядерное устройство, «изделие 501» или «РДС-1», было копией американского заряда Mk-III, что сейчас повсеместно признано, но всё же для его создания и испытания необходимо было провести огромное число исследований и расчётов. Для чего были мобилизованы огромные силы советских физиков, математиков, радиохимиков, геологов, металлургов. Кстати, сам Ю.Б. Харитон (1904–1996) любил сравнивать себя с Р. Ю. Оппенгеймером (1904–1967) [4], находя некоторые сходства: обоих звали Юлиус и Юлий, оба родились в 1904 г. в интеллигентских еврейских семьях и оба стажировались в 1926 г. в Кембридже у Э. Резерфорда (но не встречались), оба были академиками национальных академий. На этом сходство, однако, и заканчивалось, так как Оппенгеймер в октябре 1945 был отстранен от руководства Лос-Аламосской лабораторией и занимался открытой наукой, а Юлий Борисович почти до конца жизни (по май 1992) был научным руководителем ВНИИЭФ.

Подробная хроника развития ядерной науки и техники, подготовки научных кадров в СССР, феномена всплеска интереса к физике, подогретого ядерными разработками, дана в [5]. Обзор создания ядерной промышленности смотри [6]. А фундаментальной работой по истории разработки советского ядерного и водородного оружия является 3-томный



(12 книг) «Атомный проект СССР», изданный в Сарове в 1998–2009 гг. [1].

Хотя руководители советского атомного проекта И.В.Курчатов и Ю.Б.Харитон были выпускниками ленинградских вузов, в проекте участвовало много выпускников и сотрудников МГУ. Это физики Д.В. Скобельцын (1892–1990), В.С. Фурсов (1910–1998), С.Т. Конобеевский (1890–1970), Л.А. Арцимович (1909–1973), Я.Б. Зельдович (1914–1987), И.Е. Тамм (1895–1971), химики В.И. Спицын (1902–1988), И.Е. Старик (1902–1964), З.В. Ершова (1904–1995), И.И. Черняев (1893–1966), геолог А.П. Виноградов (1895–1975), математики С.Л. Соболев (1908–1989), А.Н. Тихонов (1906–1993), Н.Н. Боголюбов (1909–1992) и многие другие. Так, В.С. Фурсов, в 1954–1988 гг. являвшийся деканом физфака, с 22 декабря 1948 по 15 марта 1953 был научным руководителем реактора «А», на котором получен плутоний для первой советской бомбы [7]. Об истории создания реактора «А» и его технических характеристиках [8], [2, т.1 с.131].

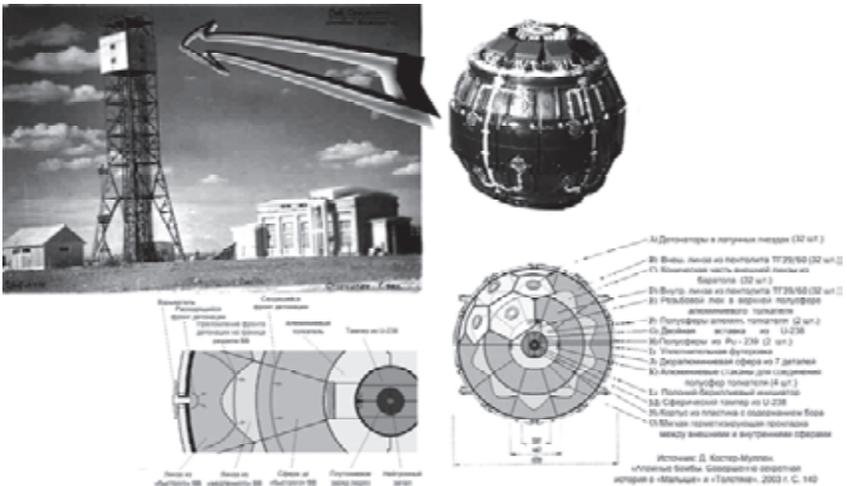
Одними из инициаторов проекта были академики: многолетний преподаватель МГУ В.И. Вернадский (1863–1945) и выпускник МГУ геолог А.Е. Ферсман (1883–1945). Начальниками отделов в КБ-11 были выпускники физфака Ю.А. Романов (1926–?), В.Б. Адамский (1923–2005), Ю.Н. Бабаев (1928–1986), В.И. Ритус (1927–?), Л.П. Феоктистов (1928–2002), Г.А. Гончаров (1928–2009), выпускник мехмата Н.А. Дмитриев (1924–2000) Их биографии изложены в [7], [19]. Заслуги учёных были щедро вознаграждены. Только за создание первой бомбы «РДС-1» званием Героя Социалистического труда было награждено 33 чел (в т.ч. 6 в КБ-11), 260 получили ордена Ленина, 496 — Трудового Красного знамени, 52 — ордена Знак почёта [19]. Из математиков званием Героя Социалистического труда было награждено только двое: С.Л. Соболев (за атомную бомбу в 1952 г.) и А.Н. Тихонов (за водородную в 1954) [9].

Яркие воспоминания о жизни на «объекте» в 1947–1950 гг. оставил сотрудник физфака д.ф.-м.н. Б.Н. Швилкин [10], а бытописание Саровского завода «Авангард» смотри мемуары его директора Ю.К. Завалишина [11]. Из воспоминаний старых сотрудников КБ-11 (В. А. Цукермана (1913–1993) и Л. В. Альштулера(1913–2003)) можно привести [12] и [13].

Потрудилась над атомным проектом и разведка. Сотрудник физфака МГУ (кафедра теоретической физики) Я.П. Терлецкий (1912–1993) в ноябре 1945 ездил в Копенгаген к Нильсу Бору со списком из 22 вопросов, составленных советскими бомбоделами от имени П.Л. Капицы [14, с.18–44]. Встреча проходила в институте Бора, на Vlagdamsvej 17. Яков Петрович так и не узнал, что в соседней комнате прятался сын Бора, Эрик, с пистолетом, так как датчане всерьез опасались похищения Бора русски-

ми, как это было в 1930-е с лидерами белогвардейской оппозиции в Париже. Миссия успехом не увенчалась, ведь Бор не участвовал в технической стороне Манхэттенского проекта и не мог дать ответа на вопросы по конструкции, однако на Западе еще долго считали именно Капицу главным в советском атомном проекте, о чем свидетельствует книжка некоего А.М. Биева "Капица – атомный царь", изданная в 1954 г. в ФРГ и переведенная вскоре в Англии, Франции и Голландии. В [15, с. 103–134] приведены 14 документов, добытых советской разведкой и подробно описывающих конструкцию американской бомбы и технологию её изготовления. Кстати, основной «открытый» материал, книга Г.Д. Смита [16], изданная в СССР в 1946 г., была переиздана в России ровно через 60 лет (схема «изделия 501» приведена на рисунке ниже).

В 1948 г. сотрудники Института химической физики Н.Н. Семенов (1896–1986, будущий нобелевский лауреат, директор ИХФ), П.А. Ямпольский (1914–1975), О.И. Лейпунский (1909–1990), М.А. Ельяшевич (1908–1996, сотрудник ГОИ) и другие учёные читали для офицеров только что сформированного полигона №2 (в/ч 52605), которым предстояло проводить измерения на первом испытании, ознакомительные лекции в Хамовнических казармах (Комсомольский проспект, 16–24). Так, Н.Н. Семенов читал основы ядерной физики, Ямпольский и Лейпунский – нейтронные и гамма-измерения, Ельяшевич излагал теорию модели огненного шара, М.А. Садовский (1904–1994, будущий академик, а тогда кандидат наук, научный руководитель полигона №2) читал лекции по ударной волне атомного взрыва.





Всё это описано в воспоминаниях [18, стр. 57–143], также [22], работы Ямпольского и Лейпунского [23], [24], статья Н.Н. Семенова «Газовые взрывы и теория цепных реакций», напечатанная в УФН в 1931 г. т. 11 вып. 2, переиздана УФН в апреле 1993 (т. 163 № 4 (1993) стр. 65–75).

Среди офицеров проходил подготовку в Хамовнических казармах человек уникальной судьбы майор-инженер С.Л. Давыдов (1917–2017). Он принимал участие в создании программного автомата поля АП-1 в ИХФ, ему же выпало нажать кнопку первого (а также последующих 15 взрывов на Семипалатинском полигоне). Воспоминания С. Л. Давыдова напечатаны в [3, стр. 583–630] и [17, стр. 159–300].

Там же изложена история создания программного автомата АП-1.

По словам Давыдова, отделка и внешний вид автомата были "предельно изящными". Его оформили в виде пульта управления, напоминавшего трельяж, вдобавок очень похожего на робота, скруленные углы придавали конструкции "мягкость". Впечатление усиливала большая насыщенность вертикальных панелей автомата многочисленными циферблатами и лампами-светофорами. Под вертикальными панелями размещались небольшие наклонные панели — как бы "руки", державшие заключенную между ними деревянную полированную полку-стол.

В вышеупомянутых воспоминаниях описана доставка автомата из Москвы на полигон.

12 августа 1949 спецпоезд с зарядом выехал из Арзамаса-16 на полигон №2 под Семипалатинск. В поезде ехали 25 сотрудников КБ-11 (Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, Д.А. Франк-Каменецкий, Г.Н. Флёрв, А.А. Бриш и др.). Начальник эшелона – полковник МГБ В.И. Детнев. Перед спецпоездом шли два поезда прикрытия, сзади – ещё один. Станции остановок и станционные рестораны были зачищены от посторонних.





21 августа 1949 спецпоезд доставил основной заряд и 3 нейтронных запала на полигон (самолётом Ли-2 позже доставлено ещё 4 запала (Н.Л. Духов и В.А. Давиденко)). На ЗИС-110 под охраной двух грузовиков автоматчиков заряд доставлен на склад.



29 августа в 4.17 четверо монтажников КБ-11 по рельсам вкатили изделие в клетки подъёмника башни и подняли его на высоту 31 м. В 6.00 с КП-1 по внутренней громкой связи сообщили, что время «Ч» (из-за облачной и ветреной погоды) переносится на час раньше намеченного.

В 6.48 включен автомат поля АП (сотрудник 12-го ГУ МО СССР майор-инженер С.Л. Давыдов).

В 7.00 утра (по местному времени, в 4.00 по московскому) – подрыв. Примерно через 30 секунд к командному пункту подошла ударная волна.

Мощность устройства оценили (по разным показаниям) 18500-22000 т ТЭ. (т.е. к.п.д. 16-19%). Однако Я.П. Докучаев, сотрудник Комбината № 817 и начальник группы дозиметристов на полигоне, в своих воспоминаниях [2, стр.300-301], сравнивая Семипалатинский взрыв со взрывом в Аламогордо 16 июня 1945 по диаметру воронки (6 и 37 м соответственно, глубина 0,5 и 1,8 м) и размеру зоны заражения (появление заметной радиации лишь в 1800 м от эпицентра), мощность изделия оценивает всего в 2000 т ТЭ (к.п.д. 2 %).



К 20-летию первого в истории ядерного взрыва на полигоне Аламогордо воздвигнут памятный знак, на полигоне в Семипалатинске место



Место взрыва «изделия 501» (50°26'13"с.ш.77°49'6"в.д.)

первого советского ядерного взрыва отмечает лишь скромная воронка.

По результатам испытания для руководства страны на Киностудии научно-популярных фильмов (ул. Лесная, 27) режиссером А.П. Челачковым и операторами П.П. Петровым и О.С. Лебединским был снят документальный фильм «Опыт на полигоне №2». Создатели фильма были удостоены Сталинской премии. Этот фильм можно посмотреть на [youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=4BIDzZygIq0):

<https://www.youtube.com/watch?v=4BIDzZygIq0>. А с нижеперечисленными книгами, по которым был написан этот обзор, можно ознакомиться в библиотеке физического факультета МГУ.

Литература:

1. Атомный проект СССР: Документы и материалы: [в 3т.] / Под общ. ред. Л.Д. Рябева. – М.; Саров, 1998-2009.
2. История советского атомного проекта. – М.: ИздАт, т.2, 1999.
3. История советского атомного проекта. – выпуск 2. – СПб: ИРХГА, 2002.
4. Ильякаев, Р.И. Научный руководитель. – Саров-Саранск 2004.
5. К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг. – СПб, ИРХГА, 2014.
6. Круглов, А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИатоминформ, 1994.
7. Сиротинин, Е.И. Московский университет и советский атомный проект. – М.: МГУ 2005.
8. Атомное сердце России. – Озерск-Челябинск, 2018.
9. Андрей Николаевич Тихонов. – М.: Собрание, 2006.



10. Швилкин, Б.Н. Зона особого назначения. Из жизни создателей атомного оружия. Выпуск 29. – М.: URSS, ЛЕНАНД, 2015.
11. Завалишин, Ю.К. Встречи в Сарове. – Саров, 2002.
12. Цукерман, В.А. Люди и взрывы/ В.А. Цукерман, З.М. Азарх. – Арзамас-16, 1994.
13. Экстремальные состояния Льва Альтшулера. – М.: Физматлит, 2011.
14. Терлецкий, Я.П. Операция «Допрос Нильса Бора». ВИЕТ – №2 – 1994.
15. Яцков, А.А. Атом и разведка. ВИЕТ – №3 – 1992.
16. Смит, Г.Д. Атомная энергия для военных целей. – М.: ИздАТ, 2006.
17. Курчатовский институт. История атомного проекта: сб. ст. / Рос. науч. центр «Курчатовский институт» – выпуск 2 – 1995.
18. Курчатовский институт. История атомного проекта сб. ст. / Рос. науч. центр «Курчатовский институт» – выпуск 3 – 1995.
19. Советский атомный проект. – Нижний Новгород-Арзамас-16, 1995.
20. Гончаров, Г.А. О создании первой отечественной атомной бомбы/ Г.А. Гончаров, Л.Д. Рябев. – Саров, 2014 (аналогичная статья тех же авторов УФН т.171 №1 (2001) с.79-104).
21. Наследие В.К. Боболева. – Саров, 2015.
22. Горобец, Б. С. Секретные физики из Атомного проекта СССР: Семья Лейпуных. – М.: URSS, 2009.
23. Ямпольский, П.А. Нейтроны атомного взрыва. – М.: Атомиздат, 1960.
24. Лейпунский, О.И. Гамма-излучение атомного взрыва. – М.: Атомиздат, 1959.
25. Андриюшин, И.А. 60 лет мира/ И.А. Андриюшин, А.К. Чернышёв. – Саров, 2009.
26. Создание первой советской ядерной бомбы. – М., Энергоатомиздат, 1995.
27. Жучихин, В.И. Первая атомная. – М., ИздАТ, 1993.
28. К 70-летию испытания первой советской атомной бомбы. «Советский физик» – 2019, №6 (140) – С.26-34.

Лукашик В.Г.

РАССКАЗ ОБ ОТЦЕ-ФИЗИКЕ-ФРОНТОВИКЕ. ПАРТИЗАНСКАЯ ВОЙНА

*По материалам семейного архива
(Окончание. Начало в номере 143 (2))*

Пленение и бегство из плена

Об этом драматическом событии — попадании в немецкий плен в разгар Сталинградской битвы — и последовавшем за ним особом, подпольно-партизанском периоде своей борьбы с фашизмом мой отец, Арка-



дий Федорович Кононков, всегда откровенно и кратко сообщал в своих автобиографиях. Однако многие существенно важные подробности этого смертельно опасного испытания остались лишь в его сохранившейся переписке с подпольщиками-партизанами и в моей памяти как младшего сына.

Из автобиографии А.Ф. Кононкова: «Будучи комиссаром штаба 59-й мотомеханизированной бригады 3-го Гвардейского мехкорпуса Сталинградского фронта, 20 декабря 1942 года в районе Верхне-Кумского я был тяжело контужен и остался на поле боя. Вместе с другими солдатами и офицерами Советской армии оказался в окружении, был взят в плен и помещён в лагерь для военнопленных на станции Ремонтная. В лагере находился примерно до 26-27 декабря 1942 г., а затем был отправлен поездом по железной дороге в направлении на г. Ростов-на-Дону. 31 декабря 1942 г. вместе с И.А. Мартыновым (тоже пленённый красноармеец из-под Сталинграда — пояснение В.А.Кононкова) бежал на ходу с поезда в районе станции Новолеушковской Тихорецкого района».

В другом письме, направленном в январе 1963 года в Тихорецкий историко-краеведческий музей, Аркадий Федорович более подробно описывает этот эпизод своей фронтовой жизни: «Это было 31 декабря 1942 года. В 23-24 часа ночи немецкий поезд с открытыми железными платформами, на которых везли нас, военнопленных, находился на станции Тихорецкая. Стояла тёмная декабрьская ночь. Мы с Иваном Арсентьевичем Мартыновым решили немедленно бежать из немецкого плена. Отмечу, что при движении поезд частенько простреливался немецкими автоматчиками-охранниками по ходу движения... И вот, когда поезд вышел со станции Тихорецкая на Ростов, мы бежали на ходу с поезда около станции Новолеушковская».

По словам отца, им повезло и побег оказался удачным: они не получили никаких повреждений, хотя прыгать приходилось в кромешную темноту и на полном ходу поезда.

Здесь необходимо сделать небольшое отступление, чтобы попытаться разобраться и понять, *что подвигло этих двух советских воинов*, измученных и истощённых 11-дневным пребыванием в немецком плену — в холоде (на открытом воздухе в условиях суровой зимы) и в голоде — *к побегу?*

Размышляя над этим, я пришел к выводу, что главной объединяющей этих двух воинов силой могла стать только осознанная и закалённая в боях ненависть к фашистским захватчикам, несшим с собой страшные разрушения и массовую гибель советским людям: и военным, и гражданским. И, сверх того, понимание необходимости при любых обстоятельствах продолжать борьбу с фашистами. Тогда становится понятен их вы-



бор: бежать во что бы то ни стало, то есть броситься, прыгнуть в новую неизвестность, на оккупированную фашистами (уже почти полгода!) землю Кубани!

Но была ещё и другая причина. И причина эта - «мягкая сила» родной земли. Мой отец отдельно описывает один примечательный эпизод, произошедший с их эшелонем с военнопленными по пути следования: «Мне вспоминается наша встреча с кубанскими женщинами на станции Сальск, когда наш эшелон с военнопленными сделал там кратковременную остановку. Буквально за несколько минут со всех сторон бежали пожилые и молодые женщины с хлебом и одеждой. Немцы не допускали их к эшелону и пытались разгонять. Но многие из них прорывались к эшелону и бросали нам на открытые железные платформы буханки хлеба и одежду. Я хорошо помню, как и на мою долю перепал кусок свежего чёрного хлеба, брошенного нам на платформу. Некоторые получили валенки, полушубки, тёплые рукавицы, шапки и другую одежду».

Могу себе представить, как такое искреннее сочувствие и поддержка попавших в беду воинов Красной Армии со стороны наших женщин-крестьянок могло подействовать и действительно подействовало на дух наших военнопленных, как ободрило и укрепило их волю к побегу!

И еще один штрих к подготовке побегу. Зная своего отца, я могу с уверенностью предположить, что разговоры с целью нахождения напарника для плана бегства начинал именно он. Поскольку у моего отца было это особое свойство — готовность дружелюбно, ненавязчиво общаться с людьми — было, что называется «в крови». **Он был комиссаром и по должности, и по призванию.** (Выделение Главного редактора). О своей комиссарской работе он как бы в шутку сообщал следующей строкой из поэмы А.Т. Твардовского «Василий Теркин»: «Я одну политбеседу повторял: — Не унывай!»

Однако возвращаемся к основной линии рассказа отца: «Оставшись вдвоём с Иваном Арсентьевичем в поле, мы долго прислушивались к окружающей обстановке, а затем решили идти в какой-нибудь населённый пункт. Это было накануне Нового 1943 года. Как потом мы узнали, на нашем пути находилась станица Новолеушковская. Из станицы неслись звуки песен и лай собак.

Мы медленно шли полем по замёрзшей земле. У меня на ногах вместо обуви были надеты две сумки от противогазов, а у Ивана Арсентьевича — почти развалившиеся ботинки. Пройдя небольшое расстояние от железной дороги мы попали в бригаду колхоза станицы Новолеушковская. В бригаде нас встретил пожилой мужчина, представившийся как Султанов, и молодой человек, недавно бежавший из немецкого плена. Впервые за 10 дней пребывания в немецком плену мы оказались в тёплом



помещении и были накормлены горячей пищей. Мы рассказали своим новым знакомым о Сталинградской битве и наступлении наших войск по всему Северо-Кавказскому фронту. Мы настолько доверились нашим новым знакомым, что без всякой боязни легли спать у тёплой печки. Проснувшись рано утром, мы стали думать о нашем дальнейшем пути. Султанов и его молодой товарищ нам рассказали, что *Кубань ждёт своих освободителей и поможет спасти нам жизнь. (Согласитесь — странное заявление. Кубань была одним из главных (главным!) оплотом белого движения! Только вспомните Ледовый поход 1918 г. и имена героев-генералов: Краснов, Корнилов, Алексеев, Деникин. — Примечание Главного редактора).*

...Только мы начали собираться в путь, как услышали на улице шумный женский разговор за окнами помещения бригады. Это приехали колхозницы станицы Новолеушковской ухаживать за коровами на колхозной ферме. Встреча с колхозницами была потрясающей. Нас окружили, как своих родных и долгожданных людей. У многих колхозниц на глазах появились слезы. Наш приход напомнил им об отцах, братьях и мужьях, сражающихся за Советскую Родину на фронтах Великой Отечественной войны против всеобщего ненавистного врага. Очень сожалеею, что не запомнил имена этих матерей и сестёр.

Мы с Иваном Арсентьевичем почувствовали любовь этих простых колхозниц к своей Родине и к нам, оказавшимся жертвами проклятой войны. Наша встреча закончилась тем, что приехавшие на работу колхозницы сложили в наши пустые сумки свои продукты, а сами на целый день остались без еды. Это было неопишуемая встреча... Когда мы стали собираться уходить на хутор Тихонький, то колхозницы не выдержали и стали плакать навзрыд от наболевшего и накопившегося в груди горя и страданий».

Установление связи с подпольщиками-партизанами

По совету Султанова и получив от него необходимые «пароли», А.Ф. Кононков со своим товарищем направились на удалённый хутор Тихонький. Вот как он это описывает: «Поблагодарив от всей души колхозниц станицы Новолеушковской, мы пошли на хутор Тихонький. 1-го января 1943 года, к вечеру, мы уже были на хуторе Тихоньком станицы Фастовецкой. (От станицы Новолеушковской до хутора Тихонький по прямой 10-12 км.) Первые два дня мы прожили в бригаде, а на третий день в самом хуторе нас приняли как родных Стефан Дмитриевич Овчинников и Петр Федорович Козлов. В это время на хуторе Тихоньком под руководством Козлова действовала подпольная партизанская группа в 10-15 человек. Овчинников был самым активным участником этой пар-

тизанской группы. На хуторе все население искренне ожидало прихода Красной Армии. Партизанская группа П.Ф. Козлова принимала самые энергичные меры по спасению наших воинов, бежавших из немецкого плена. На хуторе Тихонько в последние месяцы 1942 года всегда проживало не менее 50-ти человек бывших советских военнопленных».

О первой встрече с вновь прибывшим на хутор А.Ф. Кононковым командир подпольно-партизанской группы хутора Тихонький П.Ф. Козлов писал в своём письме так (стиль сохранен): «Аркадий Федорович Кононков... добрался до хутора Тихонький... попал в дом Овчинникова (местный житель, член подпольно-партизанской группы). Последний накормил его, обогрел, помыл и привёл ко мне.

...Я и он (А.Ф. Кононков) сразу поняли друг друга и начали работать: он взял на себя командовать несколькими подобными группами и на второй день отправился в путь, в колхозы: им. Ворошилова, им. Калинина, т.е. по бригадам, и через 4-5 дней прибыл снова ко мне и доложил, что дела идут хорошо. Все вопросы мы решали коллективно (т.е. П.Ф. Козлов совместно с А.Ф. Кононковым; при этом другим участникам группы, по условиям подпольно-партизанской работы, об этих решениях заранее ничего не сообщалось - пояснение В.А. Кононкова).»

Познакомившись в течение 4-5 дней с партизанами группы П.Ф. Козлова и узнав от них о существовании партизанских групп в колхозе им. Ворошилова и на хуторе Калинина станицы Фастовецкой, А.Ф. Кононков 5 или 6-го января в одиночку отправился в бригаду №3 колхоза им. Ворошилова и там встретился с командиром подпольной группы станицы Фастовецкой Сахаровым, а также и с группой товарищей, охранявших зерно и скот колхоза станицы Фастовецкой. Находясь в бригаде №3, отец также связался с товарищами с хутора Калинина и совхоза «Большевик».

Здесь А.Ф. Кононков считал важным уточнить: «...В этих пунктах также существовали подпольные партизанские группы. Историю создания этих групп я не знаю, но они стихийно существовали ещё с августа 1942 года... Основная масса участников групп состояла из бывших военнопленных и небольшого числа местных жителей. Вооружён был только актив партизанских групп. *Командиром отряда меня никто не назначал. Стихийно мне все повиновались и стали считать своим командиром.*»

Историческая справка. Важный железнодорожный узел — город Тихорецк — и весь Тихорецкий район были освобождены Красной Армией 30 января 1943 года. За полгода оккупации фашистами на территории Тихорецкого района было замучено и уничтожено более 6 000 человек.



...Всего же, за примерно 12 месяцев оккупации территории Краснодарского края, немецко-фашистские захватчики замучили и убили 48 000 мирных советских граждан, более 6 000 военнопленных. Свыше 106 000 мирных советских граждан были насильственно угнаны в Германию.

...Согласно приказам немецко-фашистского командования в период оккупации Краснодарского края для устрашения населения и в отместку за гибель от рук партизан **одного** немецкого солдата подлежало расстрелу и действительно расстреливалось **30-40 заложников** из числа местных жителей. Обычно заложники массово захватывались в ходе специальных операций, облав на рыночных площадях городов, на улицах и даже в больницах, включая женщин, стариков и детей.

Деятельность подпольно-партизанских групп в Тихорецком районе Краснодарского края

В условиях вынужденно скрытной борьбы и полностью беззащитного окружающего гражданского населения в обязанности командира подпольно-партизанской группы входило:

1. Спасание бойцов и командиров Красной Армии, попавших в беду. Их рассредоточивали по полевым бригадам ближайших колхозов.

2. Охрана семенного фонда колхоза "РККА". Переодевшись в немецкую форму, подпольщики-партизаны выполняли задание по охране семенного фонда и продовольственного склада колхоза «РККА» путём несения службы, подменяя один другого, чтобы, как бы от имени немецких властей, не допускать ни гражданского, ни немецкого контингента к охраняемому добру. Местное население об этом не знало! Люди считали, что это действительно охраняется немецкими властями. Партизаны-часовые докладывали, что приезжали немецкие машины, гражданские (полицей, старосты, атаманы из других районов) за мукой, мёдом, салом, мясом, но они не допускались к складам.

3. Задержка угоняемых врагом табунов лошадей и рогатого скота. Фашисты, чувствуя неустойчивость на Сталинградском и Кавказском фронтах, поспешно угоняли крупный и мелкий рогатый скот, табуны лошадей для отправки в Германию. Партизаны задерживали угоняемые табуны и стада и рассредоточивали их по колхозным бригадам.

4. Раздача под расписку на сохранение жителям-колхозникам крупного и мелко рогатого скота, колхозного зерна, фуража, продовольствия, принадлежащего колхозу «РККА», чтобы не допустить организованного вывоза немцами.



5. Регулировка движения немецких частей. Поскольку хутор Тихонький-Криница с ближайшими окрестностями стал местом, где сохранялись бежавшие из плена бойцы и командиры Красной Армии, а также здесь же сохранялись скот, лошади, посевное зерно, фураж и запасы продовольствия, принадлежащие колхозу «РККА», нужно было обезопасить этот район от проникновения немецких вооруженных групп и одновременно по возможности парализовать нормальное передвижение фашистских войск. Для этого были выставлены в качестве регулировщиков подпольщики-партизаны, переодетые в немецкую форму. В их обязанность входило расчленять движущиеся к фронту немецкие части на мелкие группы. Причём одно подразделение в одном, другое - в другом направлении и т.д. Задача была в том, чтобы ни в коем случае не допускать идущие колонны подразделений немецких войск в направлении хуторов Тихонький-Криница, который являлся районом сохранения ценностей для нашей Красной Армии. Это получилось хорошо. Враг блуждал по неудобным дорогам, застревал в снегу, терял основное направление. Отмечалось замешательство у врага: создавалась паника, бросали обозы, машины, боевую технику.

Об одном из эпизодов А.Ф. Кононков упомянул так:



Калмыцкий легион СС. Они еще не осознали свою вину

«...В 20-х числах января 1943 года к нам в отряд присоединились 20 [военнослужащих] калмыков, ранее служивших в немецкой армии. Эта



группа калмыков передала отряду 10 бельгийских пистолетов, пятнадцать автоматов, несколько винтовок и повозку патронов для автоматов и винтовок. После тщательной проверки группа была расквартирована и находилась на хуторе Калинина. Несколько человек-калмыков носили форму немецких офицеров, а потому их было удобно посылать в качестве регулировщиков движения [проходивших неподалёку от хуторов Тихонький-Криница] немецких колонн. Калмыки глубоко осознали свою вину перед Родиной и стремились своими боевыми делами искупить вину... После прихода Красной Армии всем участникам этой группы в немецкой форме по моему ходатайству была сохранена жизнь, и все они были отправлены в тыл для дополнительной проверки органами советской разведки».

6. Подготовка партизан к диверсиям.

После освобождения Красной Армией Тихорецкого района все сохранившиеся бойцы и командиры из числа спасённых партизанами военнопленных под руководством А.Ф. Кононкова и П.Ф. Козлова явились в штаб 58-й Армии, откуда после проверки были направлены в действующие части армии для продолжения военной службы. **(Странно! Почему не в ГУЛАГ? — Примечание Главного редактора.)**

Так закончился подпольно-партизанский период в жизни Аркадия Федоровича Кононкова.

В дальнейшем он продолжил борьбу с фашизмом в должности помощника начальника штаба 1159-го стрелкового полка 351-й стрелковой дивизии. С 351-й дивизией он уже больше не расставался до окончания войны. Но впереди ещё были более двух лет упорных боев. Была и ещё одна — уже вторая — контузия на поле боя в районе Крымского перевалка. Победу Аркадий Федорович встретил под Прагой, в должности начальника отдела кадров штаба дивизии и звании Гвардии-майора. **(Бывшего в плену на кадры? На кадры, которые, по утверждения Сталина, решают все? Где СМЕРШ, НКВД? Политорганы, наконец? — Примечание Главного редактора.)** В окрестностях Праги Красная Армия вела тяжелые бои с упорно сопротивлявшимся частями группы армий «Центр» и добивалась их капитуляции вплоть до 16 мая 1945 года! Целых 7 дней уже после официального подписания немецким командованием полной и безоговорочной капитуляции. Сражалась, в том числе, для спасения жизней чешских повстанцев, отважно оставивших заводы по производству вооружения для фашистов 5 мая (!).



(В ходе Пражской операции Красная Армия потеряла 12000 убитыми, 40000 ранеными, восставшие потеряли 1500, в плен попал около 900000 (девятьсот тысяч) фашистов. — *Примечание Главного редактора*)

(.

Мой отец Аркадий Федорович Кононков в мае 1945 под Прагой. Победитель!

А теперь, предположим, ко мне обращается молодой Читатель и спрашивает: «Мог ли Советский Союз проиграть в той войне, которую сейчас мы называем Великой Отечественной войной?».

Мой ответ был бы такой: «Дорогой Читатель, ты уже достаточно много знаешь об этой войне. Приостановись теперь, поразмышляй, напиши заметку в память о ком-то из своих родных предков — участников Войны. И ответ тебе обязательно придёт. Ты можешь, и тебе следует это сделать самому».

В.А. Кононков, выпускник физического факультета 1973 г.

ТУРНИР ЮНЫХ ФИЗИКОВ ИСТОРИЯ ФИЗБОЁВ ОТ МГУ ДО ЧЕМПИОНАТА МИРА

В 1979 году в школе-интернате №18 при МГУ прошёл первый турнир юных физиков (ТЮФ). С тех пор соревнования школьников в умении решать исследовательские задачи захватили все континенты, кроме Антарктиды. Как так получилось? Почему глава ЦЕРН и нобелевские лауреаты говорят, что ТЮФ — отличная подготовка будущих учёных?

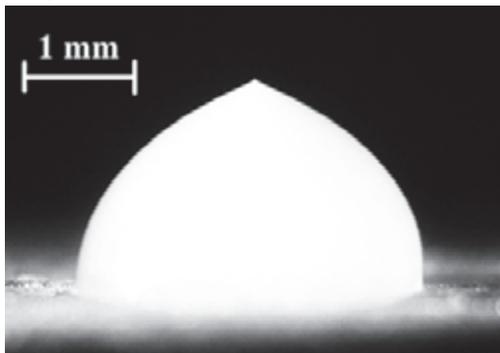
Ответ заключается, во-первых, в интересных заданиях, ответ на которые не знают жюри и авторы заданий. Например, в 2014 году на турнире исследовалось явление замерзания капли на холодной поверхности. Команда школьников из Новосибирска доложила своё решение на турни-



ре, а потом опубликовалась в *American Journal of Physics*, впервые предсказав угол острия замёрзшей капли.

Олимпиады школьников проверяют способность за несколько часов изложить навыки решения задач, а турнир требует экспериментальной и теоретической работы в течение нескольких месяцев, что делает школьников более готовыми к научной работе.

Во-вторых, ПЮФ интересен командным подходом к решению задач. Возможность поделить обязанности и задачи в команде из пяти школьников моделирует работу в лаборатории. 17 заданий, публикуемых каждый год в июле, можно разделить между участниками как угодно. Каждый может



взять себе задачу по вкусу: любители механики будут изучать колебания чемодана с разным распределением масс, который катят за собой, любители гидродинамики опишут, как расплещивается кофе в кружке при ходьбе, акустики смогут собрать «звуковую линзу». Помощь руководителей даёт нужный толчок в обучении участников, но ситуации, когда кто-то из старших самостоятельно делает работу крайне редки — неразумно тратить несколько месяцев на эксперименты, если есть целая команда рабочих рук.

И в-третьих, ответ в особенной структуре турнира, которая мотивирует участников лучше готовиться и эффективно обсуждать результаты. Корни этой структуры уходят в середину 20 века.

Правила первых научных боёв в 70-х были похожи на рыцарские сражения Средневековья: одна команда вызывает другую на одну из задач и представители команд обсуждают её физику. Чтобы развиваться из развлечения школьников, требовался регламент и организация.

Этот шаг сделал Евгений Николаевич Юносов — молодой преподаватель школы №18, выпускник физического факультета 1966 года.

Основные положения первого регламента ПЮФ остались до сих пор. В физбоях участвуют 3 команды, выполняющие по очереди одну из трёх ролей: докладчика, оппонента и рецензента; за несколько месяцев до турнира публикуются 17 заданий, ответа на который не знают сами авторы. Почти неизменной остаётся и эмблема турнира – два конных рыцаря

с цитатами, на которых записаны выражения Планка и Эйнштейна для энергии.



Через два года турнир вышел за границы школы. Е.Н. Юносов смог найти поддержку в парткоме физического факультета МГУ, и в 1981 турнир прошёл в стенах университета, а главой оргкомитета стал вице-президент АН СССР Е.П. Велихов.

Большой вклад в организацию первых турниров внёс Павел Вячеславович Елютин и другие сотрудники физического факультета, заинтересовавшиеся новой формой соревнования. Турнир рос, в него вовлекались новые города, и в 1988 году состоялся 1 Международный ТЮФ с участием стран соцлагеря. Влияние турнира на интерес к физике становилось всё больше и было отмечено руководством

страны: в 1989 году Е.Н. Юносов получил премию Ленинского комсомола за создание и организацию турнира. К тому моменту в нём уже участвовали команды 15 советских республик и 6 европейских стран.



В 90-е годы турнир становился всё более международным. Первый турнир в 1988 проходил исключительно на русском языке, со второго турнира иноязычным командам давали переводчика, с 1994 доклады можно было делать только на английском, а всем желающим предоставлялся переводчик. С 2008 единственным официальным языком турнира стал английский. Менялись и зада-

чи: если в конце 80-х можно было встретить чисто теоретические задания («Сколько варенья должен съесть Карлсон, чтобы не худеть во время полёта?»), то начиная с 2003 года, все задания подразумевают проведение эксперимента.



Сегодня турнир юных физиков — всемирно известное мероприятие, которое иногда называется Чемпионатом мира по физике. Каждый год в нём участвует более 30 стран, и это число продолжает расти. Во многих странах участие в ТЮФ даёт право поступления в вуз без экзаменов. В 2013 году турнир получил медаль Международного союза теоретической и прикладной физики за вклад в физическое образование.

С распадом комсомольской организации государственная поддержка турнира в России закончилась, и ТЮФ стал мероприятием для энтузиастов. В Москве, Новосибирске, Екатеринбурге и других городах в разные годы проходили региональные мероприятия на базе университетов или школ, в которых участвовали заинтересованные учителя. Как только организатор уходил, турнир в регионе затухал. В 2007 и 2008 году российская команда не принимала участие в турнире по организационным причинам. Пока турнир развивался за рубежом, в родном Отечестве он оказался почти никому не нужен. Московский ТЮФ, с которого началось турнирное движение, прекратил существование в начале нового века.



Финал турнира

Турнир начал возрождаться в конце нулевых, и связано это было с интересом учителей из новых для турнира регионов России: появились региональные Воронежский, Новосибирский и другие турниры. В 2015 году в Москве снова прошёл турнир физических боёв. На следую-

ший год турнир впервые с 1993 года прошёл на родине, в России — Международный ТЮФ принял Екатеринбург, а на открытии Юносову Е.Н. вручили звание почётного доктора Уральского федерального университета.

Уже пять лет в начале декабря МГУ и МФТИ проводят турнир вместе. Кафедра общей физики МФТИ заинтересована в том, чтобы выпускники ТЮФа поступали в Долгопрудный, играли за команду МФТИ в студенческий турнир и применяли навыки, полученные на турнире, в своём институте. Диплом призёра ТЮФ даёт в МФТИ баллы в индивидуальные достижения. МГУ ограничен в способах привлечения абитуриентов, но вы можете поучаствовать в жюри турнира, оценить оригинальные решения интересных заданий и позвать школьников, умеющих оформлять графики с 8 класса, на родной факультет.

Сладков Клим, выпускник физического факультета 2018 года

ОНИ БЫЛИ ПЕРВЫМИ

К 270-ЛЕТИЮ МГУ

Такое название носил культовый советский фильм 1956 г., рассказывающий о первых комсомольцах Петрограда.

«Они бы первыми» — так вполне можно было бы назвать и недавно вышедшую книгу «60 лет курса и 55 лет выпуска», посвящённую выпускникам физического факультета 1964 г. Каждый выпуск факультета по-своему уникален, про каждый, наверное, можно рассказать много интересного. Но не про каждый выпуск можно смело сказать, что студенты этого выпуска то-то и то-то сделали впервые. В этом смысле выпуск 1964 г. действительно является исключительным: первый студенческий строительный отряд, первый Архимед, время полетов первых космонавтов...

В последние годы выпускниками факультета издано несколько книг, посвящённых своим выпускам. Например, о выпуске 1963 года — «Наши годы 1957–1963 студенческие», 2013 г., или уникальное издание о выпуске 1952 года

«Судьба выпуска физфака МГУ 1952 года», подготовленное профессором Ю.М. Романовским в 2014 году.

В «60 лет курса и 55 лет выпуска» нет перечня всех выпускников курса, нет обстоятельного анализа научных и жизненных путей выпускников, как это сделано в книге Ю.М. Романовского, но зато дано описа-

ние основных, самых ярких, по мнению издателей, моментов студенческой жизни, событий в стране, происходивших в момент учебы. Приведены воспоминания об уже ушедших товарищах. С благодарностью вспоминаются и наставники. В книге много иллюстраций, фотографий. К сожалению, под многими фотография отсутствуют «легенды», это досадно, поскольку постороннему читателю или историку многое будет непонятным. Некоторые события, связанные с участием студентов этого выпуска, ранее описаны на страницах «Советского физика».



Чтобы сделать такую книгу, нужно проделать огромную работу. Понятно, что она делается на «голом энтузиазме», но требует определенных материальных и значительных временных затрат. Последний фактор для людей пожилого возраста, вероятно, является определяющим. Но зато физфаковцы, да и все интересующиеся историей физического факультета, МГУ, страны получают уникальный материал для увлекательного чтения, глубоких размышлений и даже исследований. Книгу можно найти в библиотеке факультета, и пока она есть у издателей.

Замечательно, что многие из выпускников не только живы, что всем не маловажно, но и продолжают активную научно-педагогическую работу, в том числе и на родном факультете. Упомяну некоторых из них:

это Твердислов В. А., Черепашук А.М*, Еленский В.Г., Погожев В.А., Черников В.А.

По утверждению издателей книги, при подготовке издания была использована только часть материала, не про всех своих товарищей они смогли написать. Поэтому в заключение поблагодарим создателей за интересную и полезную книгу, пожелаем им здоровья, сил и энергии для продолжения своей столь важной работы.

Показеев К.В.

****Анатолий Михайлович Черепашук награжден орденом Александра Невского***



Указом Президента Российской Федерации № 380 от 8 июня 2020 года за «заслуги в научно-педагогической деятельности, подготовке высококвалифицированных специалистов и многолетнюю добросовестную работу» орденом Александра Невского награжден заведующий кафедрой астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ, заведующий отделом звездной астрофизики ГАИШ выдающийся российский астрофизик Анатолий Михайлович Черепашук.

Глубокоуважаемый Анатолий Михайлович, сердечно поздравляем с высшей государственной наградой!



А. С. ПУШКИН В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ



В этом году исполняется 190 лет с момента окончания Александром Сергеевичем Пушкиным романа «Евгений Онегин». По словам самого поэта, работа над произведением длилась «7 лет 4 месяца 17 дней». «Евгений Онегин» издавался отдельными главами с 1825 г., а был окончен 25 сентября 1830 г. в Болдине. В 1833 году вышло первое полное издание всего романа в одном томе. О значении «Евгения Онегина» для русской культуры говорить не приходится. А

вот о значении А.С. Пушкина для Московского университета можно кое-что сказать.

В качестве подтверждения роли А.С. Пушкина для нашего университета можно упомянуть, что в июне 1999 года на фасаде корпуса МГУ имени М.В. Ломоносова на Моховой была установлена мемориальная доска в память о посещении А.С. Пушкиным Московского университета. Мемориальная доска была установлена по ходатайству Московского государственного университета.

О том, как происходило посещение Пушкиным университета, рассказано на сайте

<http://www.hist.msu.ru/Science/HisUni/Pushkin/Pushkin.htm>

Главный редактор «Советского физика»



Солнце над аудиториями...

27 сентября 1832 г. первый поэт России посетил первый русский университет. Мемуаристы оставили нам яркие описания этого события. Будущий писатель и критик, а тогда университетский студент И. А. Гончаров вспоминал: поэт вошел, сопровождаемый товарищем министра народного просвещения, графом С. С. Уваровым, и "точно солнце озарило всю аудиторию... Читал лекцию Давыдов, профессор истории русской литературы. "Вот вам теория искусства, сказал Уваров, обращаясь к нам, студентам, и указывая на Давыдова, — а вот и самое искусство", — прибавил он, указывая на Пушкина".

Ощущение необычайности происходящего охватило всех студентов. "Не умею выразить, как велико было наше наслаждение, — записывает от их имени Гончаров, — видеть и слушать нашего кумира". Это был не просто визит любопытствующего посетителя. Студенты видели перед собой поэта, находившегося на вершине славы и успеха, на которого именно в то время начинали смотреть как на национальную гордость России.

Визит завершился знаменитым спором, завязавшимся между Пушкиным и ожидавшим тут же начала своей лекции профессором М. Т. Каченовским. Поэт защищал от нападок Каченовского подлинность произведения, стоящего у основы отечественной литературы, — "Слова о полку Игореве". Студенты, приглашенные Уваровым, толпой обступили спорящих. Пушкин говорил с увлечением, но тихим, сдержанным голо-



сом. За толпой мемуаристы не уловили деталей спора, но потом вспоминали, "как сквозь седины Каченовского проступал яркий румянец и как горели глаза Пушкина". Несмотря на горячность спора, Пушкин получил огромное внутреннее удовольствие от визита (которое потом высказывал в письмах жене), то же чувство восхищения и радости разделяли тогда и все присутствовавшие в университете.

Однако любые события имеют свою предысторию; у нашей же — немало загадок. Как возник этот визит? Пушкина привел в университет Уваров, однако разве не известно, что в жизни это были совершенно несовместимые люди, между которыми возникла злейшая вражда, сыгравшая свою роль в роковых событиях, приведших к дуэльной истории?

Еще к большим противоречиям приводит знакомство с рассыпанными по пушкинским рукописям (и, правда, малоизвестными широкому читателю) отзывами о Московском университете. Они, безусловно, говорят, что до визита Пушкин питал к нему, мягко говоря, малую симпатию. "Ученость, деятельность и ум чужды Московскому университету" (это из письма Погодину, 1831 г.). В отрывке 1830 г. поэт вкладывает в уста журналиста-недоучки, "альманашника" — типа, столь нелюбимого Пушкиным — следующие слова: "В сорок три года начать свое литературное поприще! — Что за беда? А Руссо? - Руссо, вероятно, ни к чему другому не был способен. Он не имел в виду быть винным приставом. Да к тому же, он был человек ученый, а я учился в Московском университете". Примеры такого рода можно продолжать. Заметим, что, по словам его друга, П.В. Нащокина, Пушкин вообще недолго любил русские университеты и критически относился к образованию в них. Так, например, сына другого своего друга, юного Павла Вяземского, Пушкин отговаривал поступать в Петербургский университет, убеждая, что там он ничему не научится.

Поэтому нам становится ясной исключительность и необыкновенность этого краткого пребывания поэта в университете. Чувствовал ее и сам Пушкин, накануне визита писавший жене: "в Московском университете я — оглашенный" (т. е. еще не до конца принятый, признанный и не допущенный к таинствам).

Взгляд Пушкина лишь отражал общую ситуацию. В 1820 - начале 30-х гг. литература и университетская наука находились в разных плоскостях культурной жизни. Отчасти в этом был виноват и сам университет, в котором происходил застой; кругозор и знания профессоров, воспитанных преимущественно в первые годы XIX века, не поспевали за бурным развитием русской литературы. Программы и образцы преподавания еще ориентировались на классиков предыдущего столетия. По вос-



поминанию студентов, сам А. Ф. Мерзляков (выдающийся поэт и критик начала XIX века, глава университетской школы словесности), даже в последние годы жизни "не видел в Пушкине ничего классического, ничего университетского".

Сближение литераторов пушкинского круга и университетской среды началось лишь в конце 1820-х гг., когда наш поэт подолгу бывал в Москве. Его друзьями становятся молодые университетские воспитанники Михаил Погодин и Степан Шевырев. Пушкин активно участвует в издаваемом Погодиным журнале "Московский вестник", и несколько десятков писем того времени адресованы им Погодину, "в Москве, в Университет". Поэт радуется возможности определить на опустевшую после смерти Мерзлякова университетскую кафедру талантливого и всесторонне образованного Шевырева; он пишет: "Это было бы победа над университетом, т.е. над предрассудками и вандализмом".

Пушкин обещает сам хлопотать по этому делу в Петербурге, зная, что молодые ученые встречают в университете противодействие, в основном исходившее от старинного пушкинского врага, М. Т. Каченовского. Историк, представитель т.н. "скептической" школы, он наполнял нашу историографию множеством неверных утверждений, которые, тем не менее, будили процесс развития исторической мысли. Как критик Каченовский прославился мелочными нападками на литературных корифеев своего времени, за что получил от Пушкина прозвища "зоила", "злого паука" и пр. Ту же мелочность и склонность к интригам он проявлял и в университетской жизни, так что слова Пушкина об отсталости, рутине и "вандализме" в Московском университете можно в большой мере отнести именно к этой фигуре.

Между тем в деятельности редакции "Московского вестника", как и в выступлениях других московских публицистов, подготавливался серьезный поворот в общественной жизни 1830-х гг. — рождение "великих споров" о судьбе России и ее месте в мировой истории. В начале 1830-х гг. патриотические настроения оживились благодаря новым победам русского оружия. "Европеизм", столь свойственный прежнему александровскому времени, теряет привлекательность, и Погодин одним из первых в своих лекциях формулирует мысль о нравственном, политическом и многих иных превосходствах Российского государства над Европой. Свое участие в этом процессе принял и Пушкин, опубликовавший в 1831 г. стихотворение "Клеветникам России", за которое его впоследствии многократно упрекали русские либералы. Тем не менее мысли Пушкина по поводу европейских политиков, изливающих на Россию потоки злобы и ненависти ("Иль русского царя уже бессильно слово? Иль нам с Европой



спорить ново? Иль русский от побед отвык? Иль мало нас?") точно выражали основу национально-консервативного течения общественной мысли, появляющегося в эти годы. Однако окончательное оформление этого течения, превращение его в государственную идеологию историки связывают с именем графа С. С. Уварова.

В 1832 г. происходит назначение этого человека товарищем министра (а с 1833 г. и министром) народного просвещения. До этого — прекрасное образование, полученное за границей, блестящая карьера в молодости (в 25 лет он — попечитель столичного учебного округа, в 32 года — президент Академии наук), а затем десятилетие придворных неудач, когда ему никак не удавалось приобрести устойчивое положение вельможи и влияние на государственные дела. И вот теперь — новый толчок карьеры, во время которого Уваров, кажется, нащупывает будущий верный путь. Он выступает за широкую реформу народного образования, обновление научной мысли, и одновременно формулирует базу этой реформы в русле национально-консервативных идей, которая впоследствии сможет стать государственной идеологией и кратко будет выражена им в триаде "Православие, Самодержавие, Народность".

Контур реформы уже обозначились в действиях Уварова, когда он в сентябре 1832 г. был направлен обозревать Московский университет. По собственному признанию, он неоднократно обращается к профессорам и студентам со словами о "необходимости быть Русским по духу прежде, нежели стараться быть Европейцем по образованию". 8 сентября в его присутствии молодой Погодин читает лекцию о государственном величии России, впервые высказывая перед Уваровым многие мысли, которые тот потом будет использовать для обоснования своей триады. В ходе проверки университета граф убедился, что в задуманной им реформе следует делать ставку на молодое поколение университетских ученых. Отживающие же свой век осколки старого университета, вроде Каченовского, вызывали малое его сочувствие. Однако, чтобы показать суть своей реформы, противостояние старого и нового поколений, он ищет более широкой общественной поддержки — и находит ее в лице Пушкина.

Инициатива их знакомства целиком принадлежала Уварову и относится к тому времени, когда он еще был в роли царедворца-неудачника, а Пушкин находился на вершине литературного успеха. Поэт задумал в 1831 г. издавать официальную политическую и литературную газету, он переживает "золотую пору" в отношениях с правительством и готов искренне ему служить. Узнав об этом, Уваров первым обещает помощь и желает сам дать ход проекту, рассчитывая, конечно, через такого издателя, как Пушкин, укрепить собственный авторитет в обществе. В эти же



месяцы стихотворение "Клеветникам России" не проходит незамеченным мимо Уварова — он высказывает восхищение "прекрасными, истинно народными стихами" и посылает Пушкину свой перевод, за что удостаивается от поэта весьма учтвого и лестного ответного письма. Однако в истории с газетой желанного сближения не происходит — летом 1832 г. Пушкин, наконец, получает императора разрешение на ее издание, однако от имени министерства внутренних дел, возглавляемого другом-соперником Уварова Д. Н. Блудовым. Это известие вызывает у графа острую вспышку ревности: в те же летние месяцы 1832 г. он говорит в светских беседах о Пушкине как о человеке, не имеющем "ни характера, ни постоянства, ни практических навыков", необходимых для издания газеты.

Вопрос о газете еще не был решен окончательно и сильно занимал Пушкина во время его пребывания в Москве в сентябре 1832 г. Возможно, он еще не чувствовал скрытого противодействия Уварова в этом вопросе и надеялся на его поддержку. В те же дни возникла и еще одна тема для разговора, хлопотать о которой давно обещал Пушкин - из-за границы вернулся Шевырев; он был представлен Уварову как раз в дни пребывания Пушкина в Москве и был признан весьма достойным кандидатом в будущий обновленный университет. Все это создавало благоприятный фон для дружеского приглашения поэту посетить Московский университет, которое сделал граф и которое Пушкин поспешил принять.

В последовавших затем событиях легко различить черты определенного замысла Уварова. Он намеренно приводит Пушкина на лекцию Давыдова по истории русской литературы и загодя готовит красивую фразу с ее неявным противопоставлением: "теория и история искусства" (прошрое) — "само искусство" (настоящее), причем с помощью этого настоящего (т.е. Пушкина) граф приглашает присутствующих заглянуть в будущее, которое он готовит для университета. Происходящий затем спор также, по всей вероятности, спровоцирован каким-нибудь замечанием Уварова (трудно представить себе иное его начало в присутствии высокой персоны). Каченовскому, олицетворявшему прошлый, отживший университет, был противопоставлен Пушкин, точно так же, как впоследствии Уваров поощрял и научный спор Каченовского с Погодиным, завершившийся тем, что именно последний возглавил созданную в 1835 г. кафедру российской истории и положил, таким образом, начало исторической школе Московского университета.

Для Пушкина же наступил своего рода "момент истины", встреча с чистой наукой, которую он так ценил в своих молодых университетских друзьях. В эту минуту меркли былые личные обиды на Каченовского.



Поэт писал потом жене: раньше "бранивались мы, как торговки на вшивом рынке, а тут разговорились с ним так по-дружески, так сладко, что у всех предстоящих потекли слезы умиления". Пушкин испытывал огромное наслаждение от спора, какие редко бывали в университете. Научные доводы он дополнял ослепительной силой своего сияющего таланта и, как заметили историки литературы, "угадывал только чутьем то, что уже после него подтвердила новая школа филологии неопровержимыми данными". Поэт отстаивал древность и самобытность русской литературы, и в этом смысле его взгляды находились в полном согласии с целями Уварова, с исторической позицией, разделяемой Погодиным и Шевыревым.

Таким образом, во время визита Пушкин собственным примером помогает Уварову утвердить характер новой реформы. Приобретенные впечатления позволили поэту изменить свое отношение к Московскому университету, и спустя год он напишет: "Просвещение любит город, где Шувалов основал университет по предначертанию Ломоносова". Для Уварова же посещение Москвы окончательно укрепляет идейную основу его политики, и в записке о состоянии Московского университета, которую он представляет императору в конце 1832 г., впервые звучит знаменитая триединая формула русского государства.

Пути истории на один день свели вместе в университете людей с совсем непохожими судьбами. Дальнейшие их дороги расходятся. Пушкин вскоре с горечью расстанется с иллюзиями в отношении правительства и двора и своих клеветников найдет уже не за пределами России, а в светском Петербурге. Уваров, вопреки личным качествам, заслужившим презрительные отзывы Пушкина, будет одним из лучших министров народного просвещения за весь XIX век. И Погодин, и Шевырев будут деятельно утверждать принципы национального консерватизма, борясь при этом с другими пушкинскими наследниками в русской общественной мысли.

Момент общего согласия, столь глубоко запечатлевшийся во всех участниках визита, был быстро пройден. И, однако, это согласие наступило, и произошло оно в Московском университете — "храме наук", гордости российского просвещения — став, таким образом, одним из важнейших символом нарождающегося общественного движения 1830-40-х гг.

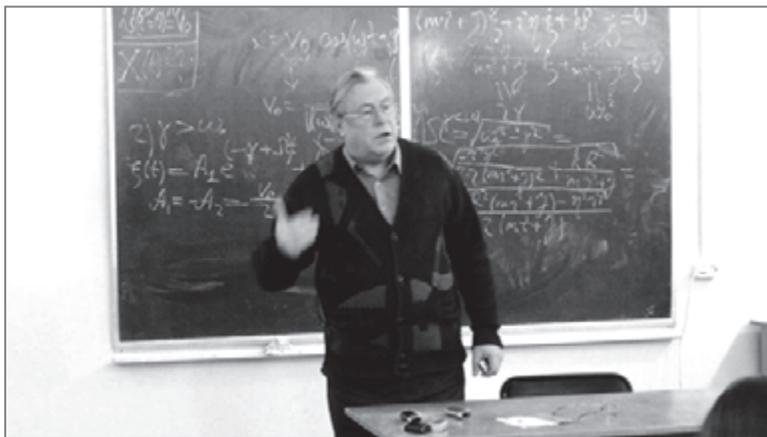


ВОСПОМИНАНИЯ О ГЕННАДИИ АЛЕКСАНДРОВИЧЕ ЧИЖОВЕ — ЧЕЛОВЕКЕ И УЧИТЕЛЕ

*Если вы владеете знанием,
дайте другим зажечь от него
свои светильники.*

Томас Фуллер (1654–1734)

Память о близком человеке — избирательна, и вряд ли можно предъявить требования объективности оценки, тем более если временной промежуток не только охватывает полвека, но включает события, которые изменили не только жизнь отдельного человека, но и основных общественных институтов — самой страны. Эти отрывочные воспоминания — не только о Геннадии Александровиче Чижове (далее ГА), ушедшем от нас 10 февраля 2020 года, борющимся с тяжелым заболеванием, продолжавшем нести свои знания студентам до последних дней жизни, но о поколении, сформировавшемся в конце 60-х годов XX века, о нашем университете — МГУ имени М.В. Ломоносова, о физическом факультете, о кафедре теоретической физики.



Воспоминания высвечивают счастливое время 1965 года, год поступления ГА на физический факультет, когда чувства ожидания в преддверии важных открытий, осознанной личной ответственности за претворение грандиозных планов удивительным образом сочетались с пьянящим чувством свободы. Это было время, когда спор между физиками и



лириками был решен в пользу физиков, о чем свидетельствовали цифры конкурса на естественные и гуманитарные факультеты, но такова уж университетская жизнь: физики и лирики не просто проживали на одной территории, а организовывали совместные вечера, приглашали в гости — и на факультетский праздник Архимеда, и на лекции своих профессоров. Так и состоялось знакомство первокурсников физического и филологического факультетов, среди которых были ГА и я, тогда только приехавшая после окончания школы в Ташкенте, впервые оказавшаяся оторванной от семьи, осознавшая, насколько мизерны мои знания античной литературы, напуганная необходимостью учить сразу несколько мертвых языков. А студенты-физики бравировали своими познаниями, как Павел Елютин — в области литературы и языков, сочиняли стихи, исполняли песни собственного сочинения, как Паша Пятаков, чей сын ныне профессор физического факультета. Нас, студенток филологического факультета, поражало осознание физиками собственной значимости, а также глобальности задач, которые предстоит решить. Нас, филологинь, завораживал мир глобальных проектов по астрофизике в изложении Джона Уилера, лекции по философии профессора Воробьева, музыкальные вечера Дмитрия Владимировича Гальцова.

ГА, тогда еще Гена, поражал уже тогда, в конце 60-х, знаниями в самых различных сферах — и математике, и физике, и химии, и биологии, и философии — как я много раз говаривала, много сундуков сведений хранятся в его голове, и при необходимости он отвечал на самые разные вопросы или точно знал, в каких разделах библиотеки и у какого автора следует искать ответ. И дружбу студенты-физики того набора 1965 года сумели пронести и по сей день, за что я искренне благодарю Павла Вячеславовича Елютина, Павла Александровича Пятакова и Игоря Николаевича Мишустина, за их поддержку и внимание, за благодатную память...

Казалось, ничто не способно было омрачить радужных надежд, да и работа в семинаре Я.Б. Зельдовича, а затем поступление ГА в аспирантуру на кафедру теоретической физики под руководством А.А. Соколова, лауреата Сталинской и Ломоносовской премий, затем подготовка диссертации на тему «Излучение частиц в электромагнитных полях и сильных полях тяготения» под руководством И.М. Тернова, а затем и работа младшим научным сотрудником на родной кафедре сулили блистательные перспективы. Но интересы ГА определялись, прежде всего, преподавательской деятельностью, чему способствовали работа в СУНЦ еще с аспирантских времен, встреча с академиком А.Н. Колмогоровым и его командой, а затем и многолетнее преподавание, что привело к формированию принципов работы со студентами физического факультета.



Помнится, как-то обсуждался вопрос о значимости речевого узуса в формировании образа лектора, роли слова, с помощью которого формируются, хранятся и передаются знания, ГА говорил о роли В.В. Петкевича в осознании ответственности педагога за выбор слова для презентации научного понятия — именно под влиянием В.В. Петкевича сформировался особый стиль подготовки и чтения лекций по курсу теоретической механики в преподавательской деятельности ГА. Образцом преподавателя университетского типа для ГА всегда была и Ольга Серафимовна Павлова, чей пример был и для меня очень важным.

В результате длинного пути преподавательской деятельности ГА особо гордился курсом астрофизики и космологии, кроме того вышла его книга в соавторстве с В.Р. Халиловым «Динамика классических систем», а серию лекций по курсу «Механика сплошных сред» можно слушать на портале *youtube* и ныне.



*Геннадий Александрович Чижов
— 70-ые годы*

Волна памяти позволяет отчетливо увидеть то счастливое время, когда академик Юрий Владимирович Рождественский в своей квартире на ул. Марии Ульяновой, недалеко от университета, обсуждал назревшую необходимость создать терминологический тезаурус по фундаментальным наукам для формирования интеллектуальной базы во второй половине XX века. Подобный проект выполнить возможно было только в первом университете страны, при условии создания единой команды представителей разных

наук. Энтузиазм Ю.В. Рождественского, его опыт лексикографического труда в истории разных цивилизаций, знание проблематики семиотики и когнитивной лингвистики (Юрий Владимирович Рождественский возглавлял в тот период старейшую кафедру общего и сравнительно-



исторического языкознания на филологическом факультете МГУ, где работала и я, супруга ГА) — привлекли ГА, и в результате появился совместный труд ГА и П.В. Елютина «Словарь-справочник по элементарной физике», многократно переиздававшийся впоследствии.

Еще память высвечивает один из моментов, в которых соединились профессиональные и личностные характеристики ГА, — отношение к работе в филиале МГУ в г. Севастополе, тогда ещё на территории Украины. ГА считал своим патриотическим долгом участвовать в работе филиала, сформировать базу научного влияния и российской поддержки города-героя. Так случилось, что именно во время событий весны 2014 года ГА был в Севастополе, и по прибытии в Москву рассказывал о тех событиях с гордостью и воодушевлением.

ГА отчетливо осознавал влияние изменившихся социальных условий и системы этических норм, а также технологий на формирование подрастающего поколения — он многократно подчеркивал необходимость сохранения российской идентичности и поддержки преемственности культуры. Приведу его слова: «Ускорение обмена информацией является главной задачей современного развития, поэтому особую роль играют процессы обмена идеями, а не результатами. Информационные технологии существенно увеличили производительность интеллектуального труда, что привело к дефициту идей, а не готовых продуктов... Информационные технологии создали определенную ноосферу... Перед нами трудные задачи: построение моделей и получение оценок (асимптотические решения) и разработка эффективной системы коммуникации (обмен идеями)... Думать всегда трудно, запоминать правила — легко... Физика становится базовым предметом формирования культурных ценностей».

Естественное продолжение интересов ГА — преподавание физики в школе, участие в работе ФИПИ по созданию базы ЕГЭ по физике. Нужно заметить, что ГА последовательно отстаивал ведущее место знаний по физике в формировании картины мира учащегося, отсюда следовала мотивация в продвижении цели — сделать экзамен по физике обязательным экзаменом при окончании средней школы. Здесь важно подчеркнуть, что ГА считал необходимым, прежде всего, осознать новые требования при подготовке учителя средней школы с обязательным условием формирования речевых навыков учителя при общении с учениками в учебном процессе. Эту идею ГА реализовал на протяжении всей своей педагогической деятельности, в том числе — в серии курсов на факультете педагогического образования МГУ в последние годы жизни: «Методика преподавания школьного курса физики», «Научные основы, история и методология школьного курса физики», «Программа практикума по методике преподавания школьного курса физики».



Принципы подхода к формированию знаний у школьников явно сформулированы ГА следующим образом: «В курсе лекций рассматривается построение эффективной методики преподавания физики в школе, базирующейся на принципах научного познания. Изучение физики в этом подходе базируется на развитии методов доказательного рассуждения, опирающихся на фундаментальные физические законы. Рассматриваются многочисленные примеры применения этого подхода для решения задач различного уровня, от простейших до олимпиадных. Значительное внимание уделяется построению моделей, качественным задачам, методам размерных оценок, приближенным вычислениям». Подчеркну важные для ГА позиции: отстаивание важности качественных задач и формирование навыков доказательных рассуждений в курсах физики в средней и высшей школах.

Еще звучат слова ГА: «Предмет физики в системе среднего образования рассматривается как базовый элемент современной культуры, основанный на широком использовании методов логического мышления в сфере познания, доказательного рассуждения и развития коммуникативных навыков учащихся, опирающегося на эксперимент. Анализируется соотношение вербальной, графической и аналитической форм представления информации для решения задач. В курсе прослеживается становление физико-математических наук и формирование современного физико-математического описания». И далее: «...физика является важнейшим предметом, формирующим представление о научном методе познания, языках представления информации и принципах доказательных рассуждений. Общественный характер научного познания требует развития определенных коммуникативных навыков, специфичных для разных областей. Изучение основных принципов эффективной коммуникации (риторики, коммуникативной грамматики) является неотъемлемой частью предмета физики». Поистине — пророческие слова.

Трудно остановиться в воспоминаниях о ГА, о полувековом совместном пути — в кругу семьи, в Университете, в стране. Перепополняют слова благодарности физическому факультету МГУ имени М.В. Ломоносова, всем сотрудникам кафедры теоретической физики, чья поддержка ощущалась на всех этапах жизненного пути Геннадия Александровича Чижова.

Поклон Вам, дорогие коллеги, от всей семьи и от меня лично —

Лариса Алексеевна Чижова 10.06.2020

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

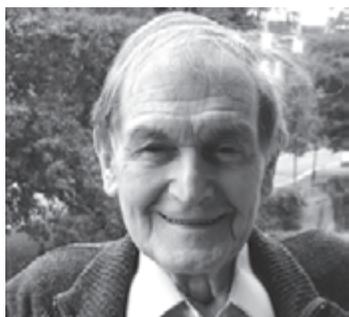
4(145)/2020
(октябрь-ноябрь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2020

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ОТКРЫТИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР

Нобелевская премия по физике за 2020 г. присуждена известному британскому ученому Роджеру Пенроузу, математику и физику-теоретику, внесшему большой вклад в развитие теории черных дыр, а также двум астрофизикам, Рейнхарду Генцелю и Андреа Гез, возглавляющих группы наблюдателей, в течение двух десятилетий ведущих систематические наблюдения за движением отдельных звезд вблизи центра нашей Галактики, где предположительно находится сверхмассивная черная дыра.



Роджер Пенроуз. 2020 г.



Р. Пенроуз в 60-е годы



Райнхард Генцель



Андреа Гез

Пенроузу принадлежит целый ряд носящих его имя результатов в общей теории относительности (ОТО). Его работа о сингулярностях в



ОТО, опубликованная в 1965 году, по праву считается одним из краеугольных камней этой теории. Она существенно изменила понимание таких решений ОТО, как метрика Шварцшильда, построенная еще в 1916 г. и в которой появился важнейший для теории черных дыр параметр — гравитационный радиус тела массы M : $r_g = 2GM/c^2$, где G — гравитационная постоянная, c — скорость света. Метрика Шварцшильда имеет особенность при $r = r_g$, но в 1933 г. Леметр показал, что гравитационный радиус не является сингулярностью пространства-времени и возможно продолжение решения во внутреннюю область $r < r_g$, названную И. Д. Новиковым в 1964 г. R-областью. Таким образом, полное решение Шварцшильда оказывается динамическим: при $r = r_g$ радиальная координата становится временной, а ее уменьшение означает необратимое движение вперед во времени. В момент «времени» $t = 0$ образуется сингулярное трехмерное пространство, избежать попадания в которое принципиально невозможно (еще раньше, в 1924 г., Эддингтон описал другое продолжение метрики через гравитационный радиус, которое после работы Финкельштейна 1958 года стало называться продолжением Эддингтона–Финкельштейна и изложено сейчас во всех учебниках).

В 1939 г. Оппенгеймер и Снайдер рассчитали гравитационный коллапс материального тела, показав, что достижение гравитационного радиуса для внешнего наблюдателя длится бесконечно долго и сопровождается бесконечным красным смещением испускаемых с поверхности тела волн. В то же время сопутствующий наблюдатель за конечное по своим часам время пересекает горизонт событий и попадает в сингулярность. Однако все эти чудеса ассоциировались с конкретной сферически симметричной метрикой, и большинству теоретиков (включая самого Эйнштейна) представлялись следствием этой идеализации, не имеющими отношения к физике.

Отношение к ним стало изменяться, когда усилился интерес к общим свойствам уравнений Эйнштейна и их предсказаниям. В 1955 г., в год кончины А. Эйнштейна, Райчаудури опубликовал исследование общих свойств пучков геодезических линий в гравитационных полях, подчиняющихся уравнениям Эйнштейна, показав существование в них фокальных точек при выполнении довольно естественных предположений о материи, создающей гравитационное поле. Фокусировка геодезических линий однако еще не означает сингулярности пространства-времени. Пенроуз, взяв за основу уравнение Райчаудури, ввел ставшее сейчас нормой конструктивное определение сингулярности пространства как его геодезической неполноты, т. е. невозможности продолжить все геодезические кривые по аффинному параметру (собственному времени для времениподобных траекторий) до бесконечности.



Другим важнейшим понятием, введенным Пенроузом, было понятие замкнутой изотропной ловушечной поверхности, из-под которой световые лучи не могут выходить, будучи связанными сильным гравитационным полем. Доказанная им в 1965 г. теорема гласит, что если пространство–время обладает поверхностью Коши (такой, из которой можно попасть в любую точку в будущем, двигаясь вдоль геодезических), а также обладает замкнутой ловушечной поверхностью, то при выполнении изотропного энергетического условия это пространство неполно относительно продолжения изотропных геодезических (световых лучей). Эта теорема уже не опирается на сферическую симметрию решений, а имеет большую общность и проверяется, например, для метрики Керра, открытой в 1963 г. и интерпретируемой как внешняя метрика вращающегося тела.

Возникновение ловушечных поверхностей при гравитационном коллапсе сигнализирует об образовании черной дыры, а граница заполняемой ими области асимптотически стремится к ее горизонту событий, который представляет собой еще одно важнейшее понятие, введенное Пенроузом. В пространстве-времени Шварцшильда поверхность $r=g$ является горизонтом событий. Для покрытия пространства-времени за горизонтом требуется вторая карта, подобно тому, как поверхность Земли накрывается двумя плоскими картами полушарий.

Вскоре после работы Пенроуза Стивен Хокинг осознал, что теорема Пенроуза может быть распространена и на космологическую сингулярность. Им был сформулирован ряд новых теорем о сингулярностях, применимых и к гравитационному коллапсу, и к космологии. При этом были привлечены ранее не использовавшиеся методы дифференциальной геометрии и топологии, а также введенное Пенроузом понятие о конформной бесконечности и диаграммы Пенроуза, наглядно изображающие причинную структуру пространства–времени. В 1970 г. Хокинг и Пенроуз опубликовали совместный обзор полученных результатов, которые в дальнейшем стали называться теоремами о сингулярностях Пенроуза – Хокинга.

В 1968 г. Пенроуз сформулировал теорему о горизонтах, послужившую отправной точкой для теоремы Хокинга о неубывании площади поверхности горизонта событий в процессах аккреции материи, слияния и распада черных дыр. В силу этого утверждения, черная дыра Керра не может распадаться на части, однако процесс слияния дыр возможен и может сопровождаться потерей массы на гравитационное излучение, что и было подтверждено в наблюдениях LIGO гравитационных волн в 2015 г. Аналогия теоремы Хокинга со вторым началом термодинамики была замечена Бекенштейном, а после открытия Хокингом квантового



испарения черных дыр стало ясно, что горизонту событий действительно необходимо приписать энтропию, равную одной четверти его площади в планковских единицах. Таким образом, неубывание площади горизонта событий, по сути, означает выполнение второго начала термодинамики при гравитационном коллапсе. Коллапс материи, обладающей энтропией, которая «исчезает» в черной дыре, на самом деле сопровождается ростом энтропии, так как энтропия Бекенштейна – Хокинга оказывается больше исходной энтропии тела.

Пенроуз также ввел важнейшее понятие космической цензуры: сингулярности при гравитационном коллапсе должны быть скрыты от внешнего наблюдателя горизонтом событий. Этот принцип не имеет строгого математического доказательства, но подтверждается рядом мысленных экспериментов, например, невозможностью превратить заряженную или вращающуюся черную дыру в голую сингулярность, увеличивая ее заряд или момент вращения с помощью аккреции. С другой стороны, численное моделирование гравитационного коллапса сильно асимметричных сгустков материи показывает, что могут образовываться и голые сингулярности типа веретена, так что интерпретация сингулярных решений в ОТО по-прежнему является актуальной. В альтернативных теориях гравитации подобные решения могут оказаться несингулярными (D.V. Galtsov and S.M. Zhidkova, *Phys.Lett.* B790 (2019) 453–457).

В дальнейшем Израэлем, Хокингом, Картером и другими авторами были доказаны теоремы единственности метрик Шварцшильда и Керра в классе статических и стационарных асимптотически плоских решений с регулярным горизонтом событий. Уилеру, который и ввел в 1968г. термин «черная дыра», принадлежит ставшее популярным высказывание «черная дыра не имеет волос», означающее, что при коллапсе все высшие мультипольные моменты коллапсирующего тела должны исчезать, оставляя в качестве параметров черной дыры лишь массу, момент вращения и, возможно, электрический заряд. Чандрасекар в своей объемной монографии «Математическая теория черных дыр» назвал черные дыры самыми уникальными объектами в физическом мире. Оказалось, однако, что запрет на волосы все же имеет ограниченный характер. В 1989 г. было показано, что теорема не выполняется, если источником гравитации является поле Янга – Миллса (М.С. Волков и Д.В. Гальцов, *Письма в ЖЭТФ* 50 (1989) 312–315), в дальнейшем появились и другие контрпримеры (M.S. Volkov and D.V. Gal'tsov, *Phys.Rept.* 319 (1999) 1–83).

Пенроузу принадлежат также важные результаты математического характера. В 1962 г. им совместно с Ньюменом был предложен спинорный формализм для описания безмассовых полей, включая гравитацию (формализм Ньюмена – Пенроуза), а затем теория твисторов, на которую

возлагались большие надежды в плане квантования гравитации. Эта теория составила содержание двухтомной фундаментальной монографии (совместно с В. Риндлером) «Спиноры и пространство–время», вышедшей в свет в 1984 г. и переведенной на русский язык в 1986 г.:

<https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=1917>

Формализм Ньюмена-Пенроуза лежит в основе классификации и отыскании новых точных решений уравнений Эйнштейна и Эйнштейна-Максвелла, а также в исследованиях полевых и квантовых процессов в черных дырах (Д.В. Гальцов, «Частицы и поля в окрестности черных дыр», М., Изд-во МГУ, 1986, 289 с.).

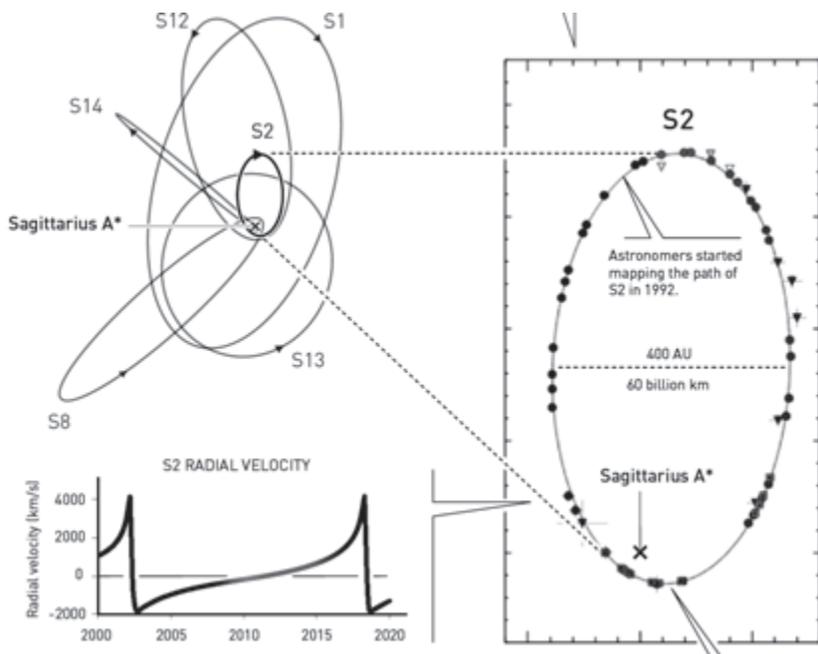
Теоретические открытия 60-х годов были стимулированы новыми результатами астрономических наблюдений и попытками их интерпретации как черных дыр. В 1964 г. был открыт Лебедь X1 — галактический источник рентгеновского излучения в созвездии Лебедя который, после запуска рентгеновского спутника UHURU в 1971 г. был идентифицирован как черная дыра. Появилась гипотеза, что открытые в конце 50-х годов квазары являются результатом присутствия сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик. В 90-е годы начались систематические наблюдения за центральной областью Млечного пути, где был обнаружен яркий радиосточник SgrA*. С 1995 г. астрономы отслеживали движение 90 звезд, вращающихся вокруг невидимого объекта, совпадающего с этим радиосточником, и в 1998 г. сделали вывод, что объект с массой 2,6 миллиона солнечных масс должен содержаться в объеме с радиусом 0,02 светового года.

Наблюдения стали существенно более точными, когда Европейской южной обсерваторией была развернута система из четырех 8-метровых телескопов (Very Large Telescope, VLT) в пустыне Атакама в Чили, где вела наблюдения группа, возглавляемая Райнхардом Генцелем (Reinhard Genzel). К 2012 г. удалось создать скоррелированную систему наблюдений в оптическом инфракрасном диапазонах с эффективной апертурой 130 м, что позволило достичь необходимого углового разрешения. Параллельно группа Андреа Гез (Andrea Ghez) вела наблюдения в обсерватории Кека на Гавайях. С тех пор одна из звезд — S2, с периодом обращения 16 лет — совершила полный оборот (см. рис.).

На основе орбитальных данных астрономы смогли уточнить массу до 4,3 миллиона солнечных масс и радиуса менее 0,002 световых лет для объекта, вызывающего орбитальное движение. Верхний предел размера объекта все еще слишком велик, чтобы проверить, меньше ли он радиуса Шварцшильда; тем не менее эти наблюдения убедительно свидетельствуют о том, что центральным объектом является сверхмассивная черная дыра, поскольку нет других вероятных сценариев удержания такой



большой невидимой массы в таком небольшом объеме. Кроме того, есть некоторые данные наблюдений, свидетельствующие о том, что этот объект может обладать горизонтом событий, полученные коллаборацией «Телескоп Горизонта Событий» (The Event Horizon Telescope, ЕНТ).



ЕНТ — это глобальная сеть радиотелескопов, расположенных в разных точках земного шара и выполняющих синхронизированные наблюдения с использованием метода интерферометрии со сверхдлинной базой (VLBI). Вместе они образуют виртуальную радиотарелку размером с Землю, обеспечивая исключительно высокое разрешение изображения. К сожалению, облака межзвездного газа затрудняют полноценное использование этого инструмента для изучения черной дыры в центре нашей Галактики, но наблюдения за черной дырой в галактике M87 увенчались успешным получением «изображения» этой черной дыры с массой в 6,5 миллиардов солнечных масс, которая находится от нас на расстоянии 55 миллионов световых лет. Математическим моделированием визуализации компактных объектов в последнее время занимаются на кафедре теоретической физики МГУ, где Кириллу Кобялко удалось построить но-



вую математическую теорию обобщенных фотонных сфер (Phys.Rev. D99, 084043; D100, 104005 (2019); Eur. Phys. J. C 80, 527 (2020)).

В подробном обосновании своего решения Нобелевский комитет (<https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/advancedphysicsprize2020.pdf>) дает обзор развития теории черных дыр и истории их наблюдений, в котором не совсем полно отражен вклад советских и российских ученых, а замечательная работа Белинского, Лифшица и Халатникова цитируется лишь как повод для критики. Между тем выдающийся вклад Я.Б. Зельдовича, И.Д. Новикова, А.А. Старобинского, В.П. Фролова и других теоретиков в развитие представлений о черных дырах широко признан мировым сообществом, равно как и вклад астрономов и астрофизиков. Дополнительную информацию можно найти в обзоре А.М. Черепашука в УФН (2003) (<http://www.mathnet.ru/links/c915054958db97bf36855959492d51ac/ufn2126.pdf>)

Профессор кафедры теоретической физики Д.В. Гальцов

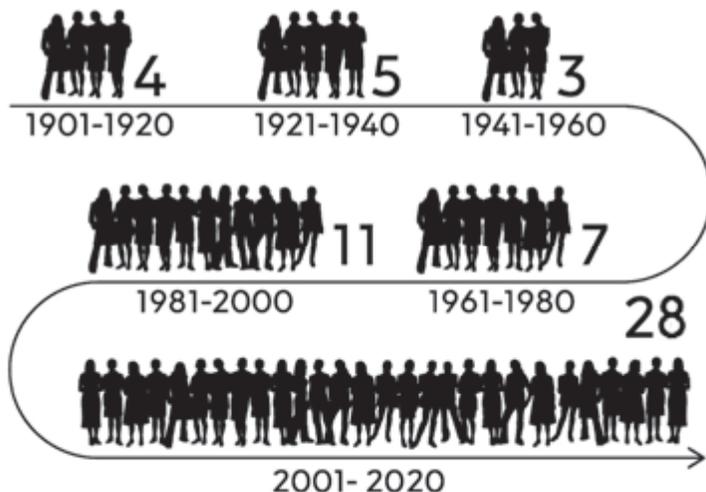
ЖЕНЩИНЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ МИР (К 120-ЛЕТИЮ НОБЕЛЕВСКОГО ДВИЖЕНИЯ)

Альфред Нобель (1833–1896), родившийся в Швеции и треть жизни проживший в России — один из ярких представителей творцов XIX в. Будучи ученым, изобретателем и промышленником он получил 355 патентов, но самым выдающимся стало его незапатентованное изобретение — Нобелевская премия.

Свое огромное состояние Альфред Нобель завещал на создание премиального фонда для ученых, чьи работы внесут реальный вклад в развитие человечества в области физики, химии, медицины и физиологии, литераторов и тех, чья деятельность способствовала укреплению мира. Одновременно уже 50 лет вручается премия памяти Нобеля за достижения в экономических науках, учрежденная Шведским национальным банком. Устав независимого Нобелевского Фонда был подписан шведским королем 120 лет назад 29 июня 1900 г. В период 1901–2020 гг. было награждено 934 лауреата и 28 организаций. В области физики в числе 216 лауреатов — 4 женщины, химии — 186/7, медицины — 222/12, литературы — 117/16, премии мира — 107/17 и премии по экономике — 86/2 (<https://www.nobelprize.org>). Из 20 лауреатов, получивших Нобелевскую премию в период с 1904–2003 гг., родившихся и работавших в России и



СССР, 8 были сотрудниками или выпускниками физического факультета МГУ. Женщин среди них не было.



В период 1903–2020 гг. 58 раз женщины награждались Нобелевской премией и премией памяти Нобеля по экономике <https://www.nobelprize.org>

Почему наблюдается существенный гендерный разрыв в нобелевском процессе? Некоторые причины очевидны: до середины XX века число женщин в науке было невелико во всем мире, а в XIX их доступ к науке и образованию в большинстве стран был полностью закрыт, что было причиной миграции одаренных девушек в ведущие центры европейской науки. Например, Софья Ковалевская, первая в мире женщина — профессор математики, фиктивно вышла замуж, чтобы уехать учиться из России в Германию. Мария Склодовская, родившаяся в Варшаве, поступила в Сорбонну, хотя после окончания факультета естественных наук долго мечтала вернуться и работать в родной Польше. Она стала первой женщиной — лауреатом Нобелевской премии (премия по физике 1903 г.), которую разделила с мужем П. Кюри и А. Беккерелем. После вручения М. Склодовской-Кюри в 1911 г. второй, уже личной Нобелевской премии по химии, научная общественность признала равноправие ученых, женщин и мужчин. Ее старшая дочь Ирен Жолио-Кюри, французская учёная-физик, также получила в 1935 г. Нобелевскую премию по химии вместе



со своим супругом Ф. Жолио. Талантливая сербка Милева Марич приехала учиться в Цюрих, где в Политехникуме познакомилась с молодым Альбертом Эйнштейном. После их бракосочетания в 1903 г. и рождения троих детей карьера Милевы прервалась, но она постоянно до их расставания оказывала помощь мужу в его научной деятельности. Можно привести много примеров самоотверженности жен наших соотечественников — нобелевских лауреатов. П. Л. Капица, с 1921 г. работая в Кембридже, во время поездки в Париж познакомился с русской эмигранткой Анной Крыловой, которая, для того чтобы стало возможным их бракосочетание, приняла советское гражданство. В 1934 г., во время краткого визита в СССР ученого не выпустили из страны, и Анна через два года навсегда приехала из Англии к мужу с двумя их маленькими сыновьями. Вместе они прожили счастливо более полувека.



Анна Алексеевна и Петр Леонидович Капица, Париж, 1927 г.

Австрийский физик и радиохимик Лиза Мейтнер, которую Эйнштейн называл «наша Мария Кюри», была первой женщиной — профессором физики в Германии. В период 1924–1965 гг. ее неоднократно номинировали на Нобелевскую премию: 29 раз в области физики и 19 в области химии. Она так и не дождалась своей Нобелевской премии. Будучи убежденной пацифисткой, Мейтнер отказалась работать над атомным проектом в Америке. Спустя годы простила всех, но не Германию, покинув ее в 1938 г., она никогда больше не возвращалась в эту страну.



После окончания Второй Мировой войны правительства скандинавских стран в знак благодарности СССР за победу выдвигали на премию мира Александру Коллонтай. В 1946 г. на премию по медицине и физиологии были номинированы советские ученые супруги М. Н. Любимова и В. А. Энгельгардт. Второй женщиной, получившей премию по физике, в 1963 г. стала Мария Гёпперт-Майер «за открытия, касающиеся оболочечной структуры ядра». Она родилась в г. Катовице, в 1930 г. уехала из Германии на родину мужа в США, и долгое время бесплатно преподавала в тех университетах, где он работал. Именно Майер показала, что женщины могут достичь самых высоких вершин даже в теоретической физике. Американское физическое общество учредило в её честь награду, присуждаемую молодым женщинам-физикам в начале научной карьеры. В 1964 г. единолично получила премию по химии мать четырех детей, англичанка Дороти Кроуфут-Ходжкин «за определение с помощью рентгеновских лучей структур биологически активных веществ». Королевское общество присуждает стипендию ее имени «для выдающихся ученых на ранней стадии их исследовательской карьеры, которая требует гибкости из-за личных обстоятельств, таких как воспитание детей или причин, связанных со здоровьем».

Торжественная церемония награждения премией всегда проходит 10 декабря в день памяти Нобеля, к сожалению, в 2020 г. она не состоится. На открытие церемонии шведский король ведет под руку женщину — лауреата Нобелевской премии, а если таковой нет, то жену лауреата по физике. Одна из страниц официального сайта о Нобелевских премиях называется «Женщины, которые изменили мир». О каждой дана информация о месте ее рождения, месте работы на момент получения премии, личном вкладе и основании для присуждения награды (для получивших премию по литературе дополнительно — место проживания и язык произведений). На персональной странице представлены ответная речь во время вручения премии и интервью, а также нобелевская лекция, которую лауреат обязан прочесть в течение 6 месяцев после награждения. В ответном слове американский биофизик Розалин Яллоу, получившая Нобелевскую премию по медицине в 1977 г. «за развитие радиоиммунологических методов определения пептидных гормонов» особое внимание уделила дискриминации женщин в научной среде. Она отметила, что многие в обществе все еще полагают, что женщина не может претендовать на равное положение с мужчинами ни на работе, ни в семье. Если среди студентов, по крайней мере в западном мире, наблюдается гендерный паритет, то чем выше пост в науке, преподавании и управлении, тем доля женщин явно уменьшается, хотя для такой диспропорции нет никаких объективных причин. По ее убеждениям, женщины должны пре-



успеть в соединении своего таланта, усердия и смелости и осознать свою ответственность за тех, кто придёт после них. Мир не вправе пренебречь половиной людского интеллектуального ресурса перед лицом многообразных проблем человечества.

Через сорок лет в своих интервью этой же теме уделяла внимание американка, ученый и инженер Фрэнсис Арнольд, получившая Нобелевскую премию по химии в 2018 г. за работы по направленной эволюции. Она отметила проведение значительной работы по созданию равных социальных условий для женщин и мужчин в современном обществе. При этом, по ее мнению, многие женщины не стремятся занимать ответственные и трудные позиции, а предпочитают оставаться на более скромных и спокойных должностях. И хотя среди всех выпускников университетов девушек и юношей поровну, доля женщин-профессоров по-прежнему невелика и составляет лишь 20%. Обращаясь к молодежи, Ф. Арнольд говорила: «Надо стремиться к широкому образованию. Когда, если не в двадцать лет можно целиком отдать себя науке? Чтобы изменить мир, надо быть бесстрашными и готовыми к новым свершениям!». Примером для молодых может служить карьера Элизабет Блэкбёрн, которая родилась на острове Тасмания, училась в университете Мельбурна, докторскую степень получила в Кембридже. Со своей коллегой и ученицей Кэрол Грейдер они разгадали загадку старения человека и в 2009 г. получили совместную премию по медицине и физиологии «за открытие механизмов защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы». В настоящее время она возглавляет Институт биологических исследований Солка в США.

В XXI веке из 28 женщин — нобелевских лауреатов 12 получили премию в области естественных наук, что составляет лишь 8% от общего числа лауреатов в этих номинациях. Отчасти это связано с тем, что для подтверждения и признания открытий порой нужны десятилетия, а в прошлом веке среди ученых было значительно меньше женщин. В наше время в разных странах существуют различные программы вовлечения и поддержки женщин в STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) образовании и занятости в области естественных наук, технологии, инженерии и математики. С 2002 г. Международный союз теоретической и прикладной физики раз в три года проводит конференции женщин-физиков (IUPAP ICWIP), где команды участвующих стран, включая РФ, выступают с презентациями о своих успехах и проблемах в науке и образовании. В 2017 г. на съезде с пленарным докладом «Searching for — and finding! gravitational waves» выступала аргентинский профессор физики и астрономии Габриэла Гонсалес — официальный представитель международного сообщества LIGO, объединяющего около ты-



сячи человек, в том числе ученых физического факультета МГУ. Открытия все чаще делаются большими научными коллективами, но Нобелевская премия вручается только персонально. Трое мужчин — сооснователей коллаборации LIGO стали лауреатами Нобелевской премии по физике в 2017 г. «за экспериментальную регистрацию гравитационных волн». Для мирового научного сообщества знаменательно, что в 2018 г. третья женщина, канадка Донна Стрикленд, получила Нобелевскую премию по физике за «метод генерации высокоинтенсивных ультракоротких оптических импульсов», а всего через два года в 2020 г. за открытия, связанные с одним из самых необычных явлений — черной дырой — в числе трех лауреатов была американка, астроном Андреа Гез.

Женщины составляют более трети из числа ученых в мировой науке, но при выборе образования их ценностные ориентиры из-за гендерных стереотипов по-прежнему отличаются от мужских, они отстают в выборе специальностей из STEM-областей, которые определяют уровень технического развития, рост экономики и благосостояния любой страны. Они несут значительно большую семейную нагрузку и порой менее амбициозны, им приходится преодолевать множество препятствий в реализации карьеры.

На физическом факультете среди аспирантов, научных сотрудников и преподавателей, руководителей грантов женщины составляют 25–30 %. За последние 20 лет доля женщин — физиков, защитивших докторские диссертации в МГУ, возросла до 15 %, и защиты происходят в более молодом возрасте. Наши сотрудницы были лауреатами премии им. И. И. Шувалова за докторские диссертации, выполненные в МГУ учеными не старше 40 лет и лауреатами национальной премии фонда L'Oreal-UNESCO "Для Женщин в Науке" среди кандидатов и докторов наук в возрасте до 35 лет.

В последние годы Генеральный секретарь Королевской шведской академии наук Горан Ханссон неоднократно отмечал, что Нобелевские комитеты заинтересованы, чтобы больше женщин-учёных номинировались на премию, но их число все еще остается неоправданно малым. Он выражает надежду, что в ближайшие годы мы увидим совсем другое распределение. Мы же надеемся, что среди них будут и наши соотечественницы, а может быть, выпускницы или сотрудницы физфака МГУ.

Е.О. Ермолаева, кафедра акустики



НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОТ ЯДЕР АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК

Нейтрино — одна из наименее изученных и наиболее удивительных элементарных частиц. В связи с уникальностью их свойств научный интерес к астрофизическим нейтрино, без преувеличения, огромен. Жизнь физиков, занимающихся элементарными частицами, была бы скучна после открытия бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере, если бы не результаты нейтринной астрономии. Новая область науки, астрофизика элементарных частиц, родилась с регистрацией нейтрино от первого астрофизического объекта, Солнца. Это явилось прямым подтверждением термоядерных реакций в недрах нашей звезды и были открыты осцилляции нейтрино, то есть изменения типа нейтрино в процессе их распространения, запрещенного в Стандартной модели физики частиц. Второй после Солнца фабрикой нейтрино оказалась, по результатам астрономических наблюдений, сверхновая 1987А. Исследования нейтрино привели уже к двум Нобелевским премиям (2002 и 2015 гг.). По оценке Нобелевского комитета в 2015 году, открытие нейтринных осцилляций “изменило наше понимание самой основополагающей структуры материи, ее истории и будущего Вселенной”. Один из нас много лет назад участвовал в историческом семинаре в ГАИШ МГУ, когда академик Я.Б. Зельдович, обладатель трех Золотых Звезд Героя Труда, в своем докладе восторженно рисовал захватывающие перспективы “новой космологии” в связи с обсуждением сенсационного сообщения советских физиков об открытии ими массы покоя нейтрино (которое, однако, не подтвердилось в дальнейшем — на самом деле масса нейтрино оказалась гораздо меньше, чем тогда думали).

Уже семь лет назад расположенная глубоко подо льдом на Южном полюсе нейтринная обсерватория IceCube объявила об открытии внеземных нейтрино с энергиями выше десятков тераэлектронвольт (ТэВ). Зарегистрированы сотни таких событий, но происхождение их было загадкой — хотя нейтрино распространяются прямолинейно и должны, с точностью до ошибок реконструкции, указывать на их астрофизические источники. Нейтрино столь высоких энергий могут рождаться в реакциях рассеяния ультрарелятивистских протонов на среде (протон-протон) или излучении (протон-фотон). Потому настолько интересно разобраться в их источниках. Источники должны указывать на “космические суперускорители”, которые могли бы разгонять протоны до энергий, на порядки превышающих достигнутые на Большом адронном коллайдере.

В непосредственной близости центральных сверхмассивных черных дыр в квазарах условия для такого ускорения могут выполняться. Тем не



менее предыдущие попытки поиска популяции источников нейтрино, основанные на каталогах ярких в гамма-диапазоне квазаров, не привели к успеху. Лишь для одного нейтрино (с энергией 290 ТэВ), зарегистрированного 22 сентября 2017 года, был найден, по сопутствующему гамма-излучению, вероятный источник — далекий квазар TXS 0506+056, - в то время как для десятков других подобных событий аналогичный анализ ничего не выявил. А вдруг это случайное, одно на 10 лет, совпадение?

В нашей работе мы предложили новый подход и воспользовались многолетними данными наблюдений сетей радиотелескопов. Именно радиоинтерферометры со сверхдлинными базами (РСДБ) позволяют достичь самого лучшего углового разрешения в астрономии и “разглядеть” наиболее близкие к центральным чёрным дырам области квазаров. Сравнение направлений прихода нейтрино и положений РСДБ-ярких квазаров позволило сделать статистически значимый вывод о происхождении нейтрино с энергиями выше 200 ТэВ в центрах ярких квазаров. Ключевым моментом в этом открытии стало использование радиоастрономических данных. Найденный ранее TXS 0506+056 оказался одним, хотя далеко не самым выдающимся, представителем обнаруженного класса источников нейтрино.

Центральные области активных галактик нестационарны. Падение вещества на чёрную дыру и непрерывный отток струи релятивистской плазмы от ее окрестности происходят неравномерно. В частности, время от времени выбрасываются сгустки плазмы повышенной плотности. Это видно на полученных методом РСДБ изображениях, а полный радиопоток излучения квазара в такие периоды возрастает. Связано ли рождение нейтрино с такими вспышками? Трудоемкость и высокая стоимость РСДБ наблюдений не позволяет ответить на этот вопрос на основе имеющихся данных — каждый отдельный квазар наблюдается редко. Для проверки возможной связи нейтрино с такими вспышками мы использовали данные мониторинга квазаров, ведущегося уже несколько десятков лет на радиотелескопе РАТАН-600 Специальной астрофизической обсерватории РАН на Северном Кавказе. В его рамках по 3–4 раза в год наблюдается около тысячи активных галактик. Для данной задачи РАТАН-600 был и остается уникальным инструментом в мире благодаря массовым практически мгновенным измерениям многочастотных спектров широкодиапазонного радиоизлучения.

Мы отобрали около 1100 компактных активных галактик, наблюдавшихся на РАТАН-600 одновременно на 6 длинах волн от 1.4 до 30 см в 2009–2019 годах (период работы IceCube) по несколько раз в год, и проанализировали корреляцию радиовспышек в них с моментами регистрации нейтрино высоких энергий с этих направлений. И действительно,

оказалось, что нейтрино “предпочитают” приходить в те моменты, когда в квазарах наблюдается вспышка радиоизлучения (см. рисунок). Такое поведение независимо подтверждает происхождение нейтрино в центрах квазаров.

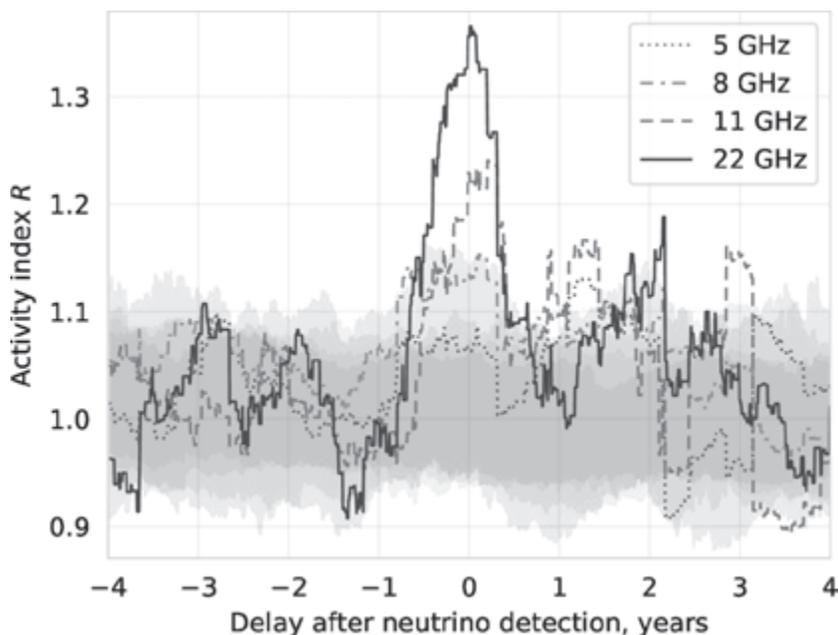


Рис. 1. Превышение нормированного потока радиоизлучения квазаров, совпадающих с нейтрино, над средним в зависимости от времени до/после прихода нейтрино (усреднено по выборке)

Работа по тематике “нейтрино–квазары” продолжается. Надо проверять и уточнять результаты, а также разбираться в механизме ускорения массивных протонов и рождения нейтрино. Это будет делаться как с помощью новых событий IceCube, так и с нейтрино, зарегистрированными из Северного полушария новым нейтринным телескопом на озере Байкал. Этот телескоп Baikal-GVD уже набирает данные в неполной конфигурации, а в 2021 году должен достигнуть эффективного рабочего объема IceCube. Для изучения ассоциаций нейтрино и радиоквазаров программными комитетами выделено наблюдательное время как на РСДБ-сетях, так и на РАТАН-600.



У студентов физического факультета МГУ есть замечательная возможность разделить с нами удовольствие от занятий этой молодой наукой, нейтринной астрономией. Причем на выбор как теория, так и эксперимент. Рецепт прост: обращайтесь на кафедру физики частиц и космологии.

А. В. Плавин, Ю. Ю. Ковалев, Ю. А. Ковалев, С. В. Троицкий

5 июня 2020 года было опубликовано решение о присуждении заведующему кафедрой физики частиц и космологии, академику РАН Валерию Анатольевичу Рубакову Гамбургской премии по теоретической физике.

В преамбуле к награде отмечается, что важнейшие продвижения в раскрытии загадки происхождения Вселенной, совершенные исследовательскими коллаборациями мира в течение последних нескольких лет, зачастую опирались на работы Валерия Анатольевича.



Сердечно поздравляем Валерия Анатольевича!

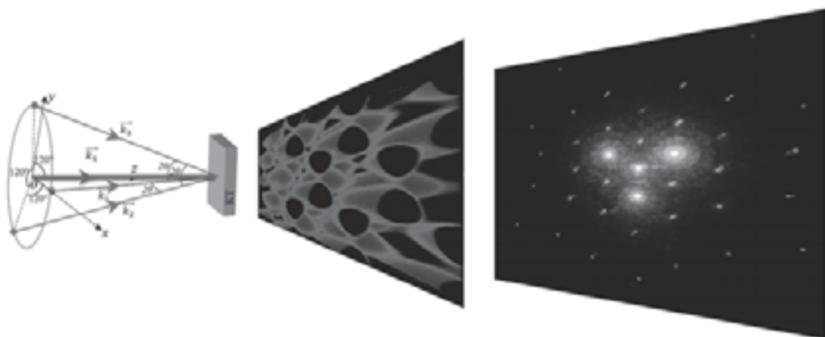


КОЛЛОИДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ — ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

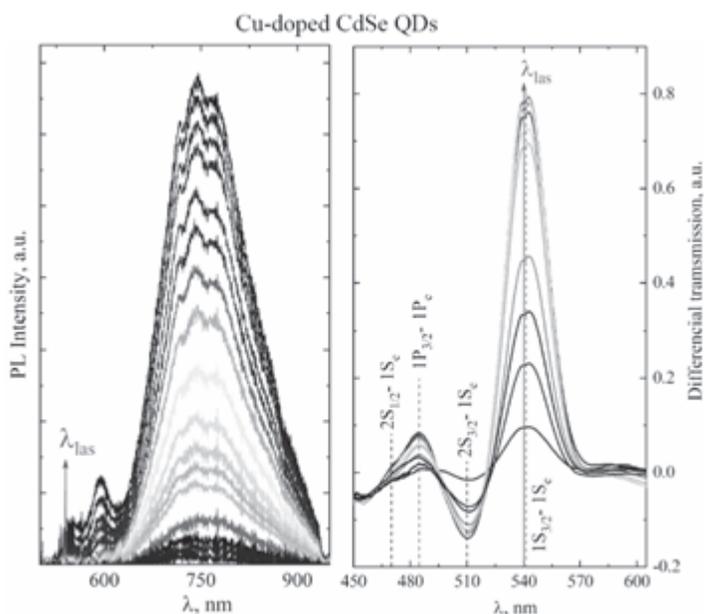
В настоящее время на кафедре физики полупроводников и криоэлектроники ведется активная работа по ряду современных актуальных научных направлений в области экспериментального и теоретического исследования оптических и электронных свойств полупроводниковых наноструктур различной размерности. Одной из ведущих лабораторий кафедры является лаборатория “Полупроводниковой оптоэлектроники”, созданная при кафедре физики полупроводников в 1990 году в соответствии с приказом декана физического факультета А.П. Сухорукова № 12/осн от 24 января 1990 года. С момента основания лаборатории ее бессменным руководителем является профессор, доктор физико-математических наук В.С. Днепровский, известный своими передовыми научными работами в области нелинейной оптики полупроводников и полупроводниковых структур пониженной размерности. С 1990 года в лаборатории был защищен целый ряд докторских и кандидатских диссертаций. В настоящее время в лаборатории ведутся как экспериментальные, так и теоретические научные исследования. Сотрудниками лаборатории были разработаны взаимодополняющие теоретические и экспериментальные подходы к исследованию оптических, нелинейно-оптических и электронных свойств систем полупроводниковых квантовых точек, а также структур, формируемых на их основе в результате взаимодействия с ультракороткими лазерными импульсами. Разработаны новые методики лазерной спектроскопии, позволяющие детально изучать физические механизмы, ответственные за нелинейно-оптические свойства низкоразмерных полупроводниковых структур. Проводятся исследования оптических и нелинейно-оптических свойств экситонов в нульмерных, одномерных и квазидвумерных коллоидных нанокристаллах. Исследуются свойства стационарного и нестационарного электронного транспорта в полупроводниковых наноструктурах. Методом лазерной спектроскопии были выявлены физические основы нелинейно-оптических процессов, ответственных за явления самодифракции и самовоздействия в коллоидных растворах квантовых точек, являющиеся основой для создания динамических элементов современной оптоэлектроники. Также были разработаны методы теоретического описания особенностей оптического отклика ансамблей квантовых точек на внешнее воздействие со стороны лазерного излучения и особенностей динамики квантовых точек под действием сил, обусловленных взаимодействием квантовой точки с полем электромагнитной волны, что позволило выявить целый ряд новых эффектов и

явлений, таких как: неконсервативная природа сил, действующих на резонансную квантовую точку, формирование потоков коллоидных квантовых точек и появление динамических фотонных кристаллов, обусловленных изменением концентрации коллоидных квантовых точек по пространству кюветы в следствии различного отклика точек разного размера на внешнее воздействие. Обнаруженные эффекты могут быть применены для получения полупроводниковых наноструктур с заданными оптическими и электронными свойствами и создания на их основе новых типов приборов нано- и оптоэлектроники: сверхбыстрых зарядовых переключателей, устройств динамической памяти, микросенсоров и излучателей, а также эффективных мембран и биомаркеров. Среди наиболее интересных результатов, полученных в лаборатории за последние годы, можно выделить следующие:

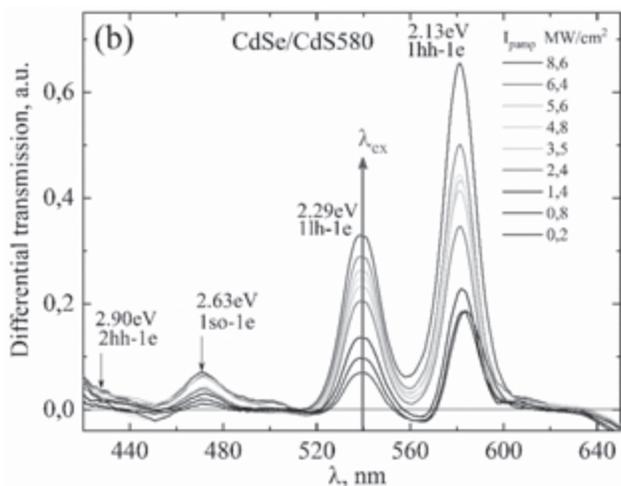
— Экспериментально продемонстрирована возможность формирования динамических фотонных кристаллов различной размерности в коллоидном растворе квантовых точек.



— Исследованы оптические свойства нанокристаллов, легированных примесными атомами меди. Продемонстрировано насыщение поглощения основного экситонного перехода, наведенное поглощение вышележащего перехода. Кроме этого, установлена зависимость излучательных характеристик нанокристаллов от концентрации меди в них, с учетом захвата дырок на акцепторные уровни.



— Исследован нелинейно-оптический отклик коллоидных нанопластинок селенида кадмия в окрестности резонансов экситонных переходов, связанными с тяжелыми, легкими и спин-орбитально отщепленными дырочными подзонами.



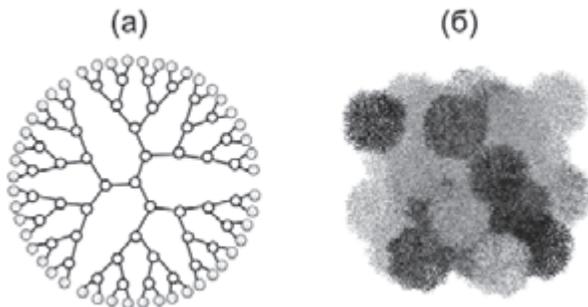
— Разработан теоретический подход для анализа стационарного и нестационарного электронного транспорта в системах коррелированных квантовых точек.

Полученные результаты опубликованы в ведущих международных научных журналах и представлены на ведущих российских и международных конференциях по физике полупроводников и наноструктур. В том числе был сделан ряд приглашенных докладов, а также прочитаны лекции для молодых ученых в рамках участия сотрудников лаборатории в научных школах.

Выпускники лаборатории работают в ведущих международных (США, Германия, Китай, Индия, Вьетнам) и российских (ИРЭ РАН, ФГУП ВНИИОФИ, Сколтех) университетах и научных центрах.

В. Н. Манцевич, А. М. Смирнов

ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РАСПЛАВОВ СИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ



(а) — схематическое изображение молекулы дендримера, (б) — мгновенный снимок модельного расплава дендримеров

Сотрудники лаборатории физики новых интеллектуальных полимерных материалов кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ совместно с коллегами из Института прикладной математики им. М.В. Келдыша и Института химической физики им. Н. Н. Семенова изучили свойства расплавов двух гомологических рядов силоксановых дендримеров в широком диапазоне генераций и температур. Это исследование — важный шаг на пути к пониманию связи

между молекулярной структурой и свойствами этих макромолекул и создании функциональных материалов на их основе для использования, например, в электронных устройствах. Результаты работы опубликованы в журнале *Soft Matter*.

Строение макромолекул определяет физические свойства растворов и расплавов полимеров. Например, разветвленные полимеры ведут себя иначе, чем их линейные аналоги того же химического состава и молекулярной массы. Выявление взаимосвязи между молекулярной структурой и свойствами является непростой задачей: чем сложнее архитектура макромолекул, тем труднее её решение. Описание системы заметно упрощает регулярность строения. Большое значение при этом имеют регулярные сверхразветвленные макромолекулы с древообразным строением, называемые дендримерами. Их синтез и поведение в разбавленных растворах подробно исследованы с помощью компьютерного моделирования. Однако влияние специфической древовидной структуры на межмолекулярные взаимодействия в концентрированных растворах и расплавах до сих пор полностью не понято. Чтобы отделить чистый эффект от регулярно разветвленной морфологии дендримера, нужно исследовать молекулы без каких-либо специфических взаимодействий.



Силоксановые дендримеры, в составе которых нет каких-либо групп со специфическим взаимодействием, — пример идеальных модельных систем, перспективных для определения влияния структуры дендримеров на их поведение в расплавах. «Изучение силоксановых дендримеров дает возможность различать явления, характерные для дендримерных систем в силу их древовидной структуры и некоторых особенностей, определяемых химическим составом», — рассказала один из авторов работы, профессор кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ Елена Крамаренко.

Физики МГУ совместно с коллегами выполнили полноатомное молекулярно-динамическое моделирование расплавов двух типов полисилоксановых дендримеров, различающихся длиной спейсеров, в широком интервале температур и генераций, а после сравнили основные равновесные характеристик этих расплавов.

«Было показано, что плотность расплава возрастает с увеличением генерации и уменьшается с ростом температуры. Коэффициент теплового



расширения расплавов низких генераций повышается с ростом температуры, что в конечном счете указывает на своего рода “испарение” расплавов. Напротив, термическое расширение расплавов замедляется с ростом температуры в случае дендримеров высоких генераций из-за их более плотной молекулярной структуры и большей молекулярной массы», — пояснила Елена Крамаренко.

Кроме того, сравнив молекулярную структуру и внутримолекулярную динамику дендримеров в расплаве и в изолированном состоянии, учёные выяснили, как взаимодействие и взаимопроникновение молекул влияет на их конформацию. Оказалось, что межмолекулярные взаимодействия в расплавах практически не изменяют внутреннюю структуру молекул дендримеров. В частности, полностью сохранилась четко выраженная слоистая структура их внутренней части. Форма дендримеров, которая с увеличением генерации становится ближе к сферической, также практически не зависит от присутствия соседних молекул.

Особое внимание исследователи уделили явлению взаимопроникновения. Анализ показал, что профили радиальной плотности практически не подвержены влиянию соседних молекул и довольно хорошо совпадают с таковыми для изолированных дендримеров в вакууме, хотя те могут эффективно проникать друг в друга. Судя по всему, соседние молекулы в расплавах располагают свои ветви так, чтобы не нарушать распределение плотности внутри дендримера.

«Это новая форма организации полимерных молекул, которую важно изучать как для более глубокого фундаментального понимания равновесных свойств таких систем и их динамического отклика, так и для использования в качестве новых материалов с уникальными свойствами (тонких пленок с необычной реологией, мембран с селективной проницаемостью, для биомиметических супрамолекулярных устройств для борьбы с болезнетворными бактериями.

Еще один любопытный факт: в то время как дендримеры более низких генераций глубоко проникают друг в друга, дендримеры более высоких генераций вытесняют друг друга, так что с увеличением генерации область взаимопроникновения локализуется на периферии макромолекулы. Сравнение относительных радиальных размеров двух отдельных частей дендримеров, одна из которых была доступна для атомов чужеродных молекул, а другая плотно заполнена собственными атомами и недоступна для соседей, позволило выдвинуть предположение о различных механизмах течения расплава дендримеров для низких и высоких генераций», — добавила Елена Крамаренко.

Пресс-служба физического факультета МГУ

ГРАН-ПРИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ СИЛИКОНОВОЙ ДОЛИНЫ (США) — У УЧЕНЫХ ФИЗФАКА!

В июле 2020 г. в г. Санта-Клара (США) прошла Международная выставка изобретений, организованная Международной Федерацией Изобретательских Ассоциаций (IFIA) совместно с Женевским выставочным и конгресс-центром (PALEXPO) под патронажем Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности (WIPO). Спонсорами выступили Объединенная ассоциация изобретателей Америки (UIA) и университет Санта-Клары. На выставке было представлено более 330 изобретений и ноу-хау из более чем 20 стран мира (США, Германия, Великобритания, Россия, Франция, Италия и др.) из различных областей науки и техники.



Из-за ситуации с COVID международная часть проходила в заочном формате. Российская объединенная экспозиция продемонстрировала 17 изобретений и технологий, запатентованных в России, и получила высокую оценку международного жюри из 30 экспертов.

В секторе «Безопасность» главным призом — Гран-при за лучшее изобретение — был награжден физический факультет МГУ за разработку «Новый способ защиты от подделки ценных бумаг методом собственно-дефектной акустолюминесценции защитной наноструктурированной спецметки» старшего

преподавателя кафедры общей физики и волновых процессов к.ф.-м.н. Базыленко Валерия Андреевича, с чем мы и поздравляем автора!

Показеев К.В.



**КОНКУРС ИМЕНИ АКАДЕМИКА Р. В. ХОХЛОВА
НА ЛУЧШУЮ СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ
2020 ГОДА**



Традиции физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, восходящие, в том числе, и к 60-80 гг. прошлого века, периоду расцвета отечественной науки и активному развитию новых идей в лазерной физике и нелинейной оптике, нелинейной акустике, теоретической физике, гравитационно-волновой астрономии и релятивистской астрофизике, биофизике и др., связаны с поиском новых талантов и поддержкой молодых ученых. В русле сохранения и приумножения традиций одной из ключевых задач в работе Ученого совета и руководства факультета является проведение ежегодного конкурса имени академика Рема Викторовича Хохлова на лучшую студенческую научную работу.

Р. В. Хохлов являл собой личность, сочетающую черты выдающего ученого, организатора науки и воспитателя с высокими моральными критериями. Эти его качества, естественно, вызвали интерес и привлекали талантливых студентов и аспирантов на кафедру волновых процессов и в его научную группу. Будучи ректором МГУ имени М. В. Ломоносова, известным ученым мирового уровня, труды которого отмечены высокими государственными наградами, он один из первых оценил роль междисциплинарных исследований в развитии современной науки и учебного процесса. Многие его студенты и аспиранты впоследствии сами стали из-

вестными профессорами и лидерами в ряде новых направлений современной науки не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.



Профессор Р. В. Хохлов и будущий нобелевский лауреат профессор Н. Бломберген (1966 г.) с коллегами и учениками. Первый ряд: профессор Л. С. Корниенко, профессор Р. В. Хохлов, профессор Н. Бломберген, профессор С. А. Ахманов)

Конкурс имени академика Р. В. Хохлова на лучшую студенческую научную работу насчитывает почти 40-летнюю историю и проводится в рамках Положения, в котором заложены принципы определения лучших теоретических и экспериментальных исследований, оформленных в виде дипломов выпускников бакалавриата и диссертаций выпускников магистратуры и специалитета. В рамках Конкурса рассмотрение магистерских и бакалаврских работ проводится раздельно. На Конкурс 2020 года было выдвинуто 70 научных работ. Бакалавры представили 34 дипломные работы на Конкурс, магистры и специалисты — 36 диссертаций и дипло-



мов. В состав жюри, насчитывающий 36 ученых высшей квалификации, включены представители всех отделений физического факультета.

Особенностью проведения нынешнего Конкурса явился дистанционный двухэтапный формат отбора лучших студенческих работ. Обсуждение и принятие квалификационных решений осуществлялось в дистанционном онлайн-режиме. Выявилась определенная специфика в проведении конкурсных процедур. Особенностью такой работы, с одной стороны, явилась необходимость устойчивой интернет-коммуникации между членами жюри. С другой стороны, традиционное обсуждение и анализ значительного числа научных работ по широкому спектру научных задач, представленных кафедрами на Конкурс, потребовало высокой концентрации внимания при ограниченном личном контакте членов жюри в условиях функционирования в виртуальном пространстве. В значительной степени эффективность процесса обсуждения зависела и от «мобилизационного ресурса» эксперта. В целом приобретен положительный опыт работы жюри в новых реалиях нашей факультетской жизни.

Состоялось два заседания жюри. На первом заседании в результате тайного голосования были определены 15 студентов магистратуры — финалистов конкурса и 10 студентов бакалавров, работы которых заняли 1, 2 и 3 места. На втором заседании Конкурса, которое проходило 26 июня, финалисты магистры и специалисты — соискатели высших наград представляли доклады на онлайн-конференции. По итогам выступлений финалистов Конкурса в результате тайного голосования и подсчета баллов были определены победители и лауреаты конкурса среди студентов магистратуры и специалитета.

Почетными дипломами были награждены следующие **студенты бакалавры**:

Премия 1 степени

1.	Распутный Андрей Владиславович	кафедра квантовой электроники
2.	Котельникова Любовь Михайловна	кафедра акустики
3.	Масляницына Анастасия Игоревна	кафедра общей физики и волновых процессов

Премия 2 степени

4.	Ганцева Анна Рифатовна	кафедра биофизики
5.	Дюков Владислав Алексеевич	кафедра общей физики и волновых процессов
6.	Неделько Никита Сергеевич	кафедра физики частиц и космологии

Премия 3 степени

7.	Петров Игнат Андреевич	кафедра теоретической физики
8.	Неило Алексей Александрович	кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники
9.	Федюнин Федор Дмитриевич	кафедра оптики, спектроскопии и физики наносистем
10.	Качалова Дарья Ильинична	кафедра общей ядерной физики

Почетными грамотами были награждены следующие студенты магистры и специалисты:

1.	Пенсионеров Иван Андреевич	кафедра физики космоса
2.	Хлопунов Михаил Юрьевич	кафедра теоретической физики
3.	Ельянов Артём Евгеньевич	кафедра молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества
4.	Слепцова Юлия Васильевна	кафедра физики Земли
5.	Власенко Даниил Михайлович	кафедра астрофизики и звездной астрономии
6.	Богданов Станислав Дмитриевич	кафедра фотоники и физики микроволн



Почетными дипломами были награждены следующие студенты-магистры:

Премия 1 степени

1.	Петров Павел Константинович	кафедра физики частиц и космологии
----	--------------------------------	------------------------------------

Премия 2 степени

2.	Асташенков Михаил Олегович	кафедра квантовой теории и физики высоких энергий
3.	Горлова Диана Алексеевна	кафедра общей физики и волновых процессов
4.	Цветков Дмитрий Максимович	кафедра общей физики

Премия 3 степени

5.	Пономарчук Екатерина Максимовна	кафедра акустики
6.	Захаров Роман Викторович	кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники
7.	Леньшина Наталья Дмитриевна	кафедра квантовой статистики и теории поля
8.	Егорова Виктория Михайловна	кафедра физики моря и вод суши
9.	Поспелов Никита Андреевич	кафедра биофизики

Председатель жюри Конкурса профессор В. М. Гордиенко

ВЫПУСК 4 КУРСА БАКАЛАВРИАТА В ЦИФРАХ

1 сентября 2016 (високосного) года свой путь к знаниям начал первый курс бакалавриата физического факультета. Проходной балл в 2016 году был высоким: 337 в первую волну и 326 во вторую волну (из 400). На 375 бюджетных мест в бакалавриате претендовало 1635 абитуриентов. 307 юношей и 118 девушек стали нашими студентами, среди них жители



многих регионов нашей страны от Хабаровского края до Калининградской области, граждане Беларуси, Китая, Молдовы, Казахстана, Таджикистана. Чтобы понять, насколько мотивированными и подготовленными были ребята-первокурсники, вспомним, как они сдали свой первый экзамен по механике: 46 % получили свои первые пятерки, 32,5 % сдали на оценку «хорошо», 8,6 % — оценку «удовлетворительно» и только 2,2 % получили двойки. 10,6 % не сдавали этот экзамен по разным причинам.

Последним перед выпуском курса был Государственный экзамен, который подводит итоги обучения. 78,7 % студентов получили отличные оценки, 19,5 % заслужили «хорошо» и лишь 1,7 % получили «удовлетворительно». Особенностью этого года стала сдача экзаменов в дистанционном режиме. Конечно, на их пути были экзамены и посложнее, учеба на физическом факультете не похожа ни на спринт, ни на марафон.

Четыре года пролетели незаметно, наступил новый високосный, 2020 год. Квалификацию бакалавра по направлению «физика» получили 340 человек, из них 78 — дипломы с отличием (23 %).

Каков портрет выпускника бакалавриата физического факультета в этом году?

56 % выпускников проживало в общежитии, 31,7 % из выпускников девушки. Большинство планирует продолжить образование. 206 выпускников стали победителями Универсиады «Ломоносов-2020», обеспечив себе льготу при поступлении в магистратуру физического факультета — 100 баллов за вступительный экзамен.

В заключение хочется пожелать выпускникам бакалавриата физического факультета новых успехов в образовании, работе и личной жизни. У кого-то впереди новые вступительные экзамены.

Ни пуха, ни пера, ребята!

Удачи вам во всем!



Заведующая учебным отделом Мухортова П.А.



ЗАЩИТА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ НА КАФЕДРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКИ

В начале июня 2020 года прошли защиты выпускных работ студентов кафедры математического моделирования и информатики. Темы работ были достаточно разнообразны, в них исследовались как вопросы, касающиеся разработки и исследования новых математических методов извлечения информации из данных, так и задачи компьютерного моделирования конкретных физических явлений.

Одной из интересных работ была магистерская диссертация Егора Фадеева. Егор поступил в магистратуру физического факультета после окончания бакалавриата МГТУ имени Н. Э. Баумана и, несмотря на различие в подготовке бакалавров-инженеров и бакалавров-физиков, успешно вписался в учебный процесс кафедры.

В качестве темы магистерской диссертации им была выбрана проблема анализа сцены по её изображению. Его заинтересовали классические и нейросетевые методы решения указанной проблемы, а также привлекла возможность использования этих методов при управлении беспилотными транспортными средствами, в том числе летательными аппаратами (БЛА). Эти работы велись под руководством доцента кафедры ММИ Андрея Владимировича Зубюка.



Особенностью искусственных нейронных сетей является то, что их параметры, подбираемые при обучении, не могут быть содержательно интерпретированы, что ограничивает их применение в задачах с большим риском. Егором было проведено исследование принципов работы современных свёрточных нейронных сетей с алгебраических позиций, характерных для морфологического анализа изображений проф. Ю. П. Пытьева. Была выдвинута гипотеза, что именно особые свойства алгебраических операций, применяемых в свёрточных сетях, обеспечивают их вы-

сокую эффективность в задачах компьютерного зрения. Проведенные вычислительные эксперименты свидетельствуют в пользу этой гипотезы.

Е. Фадеевым также был разработан нейросетевой метод выделения специальных меток на взлётно-посадочной площадке для позиционирования БЛА и проведено его сравнение с классическим методом, не использующим нейросеть. Лабораторные испытания показали, что система позволяет определять положение и ориентацию в режиме реального времени с погрешностью в пределах 5%, а также вскрыли ряд недостатков классического метода выделения оптических меток на изображениях.

Результаты работы Е. Фадеева доложены на ряде международных конференций и опубликованы в научном сборнике, входящем в Web of Science Core Collection.

Кафедра очень надеется, что Е. Фадеев успешно продолжит обучение в аспирантуре физического факультета.

*Заведующий кафедрой математического моделирования и информатики
профессор А.И. Чуличков*

КАК ПРОХОДИТ САМОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА?

Пандемия коронавируса и связанный с ней перевод факультета на дистанционное обучение стал действительно непростым периодом как для студентов, так и для сотрудников физфака. Всем нам пришлось быстро переосмыслить привычный образ жизни под влиянием новых ограничений и рисков. Полностью перенести университет в онлайн – задача, наверное, невыполнимая, но каждый преподаватель и каждый студент делали все, что от них зависело, чтобы дистанционное обучение было как можно более полным, эффективным и удобным.

На смену очным занятиям пришел новый формат: преподаватели вели пары через специальные интернет-платформы, а любые проблемы с образовательным процессом оперативно передавались в учебную часть через профком студентов и студенческий совет и быстро решались. Штатная работа учебной части продолжалась, наверное, даже в большем объеме, чем раньше, а студ. организации писали обо всех изменениях, выкладывали приказы администрации и поясняли нюансы нового формата проведения занятий и экзаменов. Кроме того, проходили дистанционные заседания стипендиальной комиссии и комиссии по студенческим



делам, прошел онлайн-сбор заявлений на все виды выплат, в том числе и на материальную помощь иногородним студентам в качестве компенсации средств, потраченных на дорогу домой. Заботились и о пожилых сотрудниках факультета. Для тех, кто в силу сложившихся обстоятельств не мог выйти из дома, работал волонтерский центр МГУ. Функционировала горячая линия, на которую сотрудники могли обратиться, а волонтеры с соблюдением всех мер предосторожности доставляли им наборы первой необходимости прямо до двери. Более 40 студентов, аспирантов и выпускников физического факультета работали волонтерами.

В дистанционный формат перешла и проектная деятельность организаций. Студсовет продолжил проводить онлайн-занятия в школе «Факториал», не прерывались и консультации в рамках наставнической инициативы для абитуриентов. Студенческий центр образования, который помогает в освоении материала уже не школьникам, а другим студентам, тоже перешел на дистанционное обучение и, в дополнение к семинарам, провел марафон усиленной подготовки к сессии, чтобы помочь справиться с учебной и психологической нагрузкой в экзаменационный период. Также прошел цикл лекций от Союза выпускников, призванный помочь молодым физикам на их карьерном пути. Хорошее настроение и продуктивность студентов поддерживали все вместе как могли. За время дистанционного обучения в соцсетях организаций появилось огромное количество материалов с полезными ресурсами. Студенческий совет продолжил снимать «Лица физфака», в рамках которых вышли интервью с Дмитрием Витальевичем Лукьяненко и Ириной Алексеевной Колмычек. Более 15 мероприятий и проектов профкома, которые не удалось провести оффлайн, запустили свои онлайн-интерактивы, в полном объеме дистанционно прошли дебаты, марафон практики английского языка и квест «Общезыбическая профилактика».

Не менее сильно, чем жизнь на факультете, в ситуации пандемии изменилась обстановка в общежитиях. Обеспечить соблюдение всех эпидемиологических норм и сделать жизнь студентов безопасной помогал студенческий комитет. Члены студкома состояли в волонтерской организации, которая отвечала за дезинфекцию общежитий и доставку питания студентам и сотрудникам, оказавшимся на самоизоляции. Небольшая часть проектов была приостановлена, но основные продолжали функционировать: ребята могли взять напрокат настольные игры, книги, спортивный инвентарь и даже поучаствовать в онлайн-турнире по шахматам.

На протяжении всего периода ограничительных мер студенческий комитет тесно сотрудничал с администрацией студгородков. Организация решила вопрос с продлением проживания на лето без дополнительной платы для студентов, уехавших из общежитий на время пандемии и



договорилась об онлайн-оплате для выпускников. Также составили карту расселения на новый учебный год и разделили по датам потоки возвращающихся в общежития студентов. Был составлен специальный порядок переселений и заселений, исключающий большие скопления людей в паспортном столе. Как и в предыдущие несколько лет, была организована централизованная перевозка на грузовых газелях вещей второкурсников, переезжающих из ДСЛ в ДС, в краткие сроки было осуществлено расселение первокурсников специалитета. В социальных сетях также публиковали все новости, собирали заявления и отвечали на вопросы.

Не забыли и о главных весенних праздниках. Студенческий совет провел серию интерактивов ко дню Космонавтики и перевел акцию «Бессмертный полк» для студентов и преподавателей в дистанционный формат. Профком студентов к 75-ой годовщине победы провел несколько онлайн-обсуждений, посвященных истории Великой Отечественной войны и героям в семьях студентов.

Главный праздник факультета, без которого невозможно представить весну на физфаке, тоже перенесся в онлайн-пространство. Оргкомитет сделал все возможное, чтобы провести День Физика в абсолютно новом формате и превзойти себя, и справился с блеском. Так, идея перенести физфак в виртуальную среду Minecraft изначально зародилась как шутка. На одном из собраний члены организации начали шутить о том, что было бы забавно возвести сцену в виртуальном ЦФА и организовать на ней «Мисс ФизФак», вечерний концерт и другие мероприятия. Но в какой-то момент эта идея из шутки превратилась в цель. После многих недель работы в день праздника люди разных возрастов заходили туда, встречались со своими друзьями и гуляли по физфаку и по территории МГУ как на обычном Дне Физика. Конкурс «Мисс ФизФак» точно разорвал все границы между реальностью и виртуальным миром. Девушки не побоялись показать себя и всячески шли навстречу организаторам. Конкурс действительно получился интересным. Ребята вместе творили, проводили мастер-классы и интервью. В рамках мероприятия получилось провести не только традиционные, всем полюбившиеся конкурсы, но и внести нечто новое.

Главным подарком для зрителей были специальные гости, которые любят День Физика и с удовольствием согласились записать видеопоздравления для всех физфаковцев. Это были и артисты, которые приезжали на праздник в прошлые годы, и наши любимые преподаватели, и выпускники, которые рассказали много интересного и поделились своим творчеством, и знаменитые ученые. Оргкомитет смог связаться с нобелевским лауреатом Кипом Торном, который тоже записал видеопоздравление для нас.



«Но самое важное, что мы получили — это реакцию от зрителей. В комментариях к трансляции было огромное количество теплых слов от тысячи людей, которые были действительно счастливы в этот день. Благодаря им мы поняли, что огромная работа была проделана не в пустую. Мы смогли подарить вам всем праздник даже в такое тяжелое время. Это главное, что мы хотели сделать: принести людям счастье, сохраняя и развивая традиции факультета», — пишет оргкомитет Дня Физика.

Дистанционное обучение стало испытанием для всех. Но оно также заставило нас с новой силой почувствовать, как важна порой бывает поддержка. Как нам самим время от времени нужна помощь, как здорово знать, что за ней всегда можно обратиться к кому-то, кому не все равно, и какое это удовольствие — помогать самому.

Председатель профкома студентов Виталий Кобзев

СИБИРСКИЕ ДИВИЗИИ ПОД МОСКВОЙ

К 79-й годовщине разгрома немецких захватчиков под Москвой

В небольшом очерке я, уроженец Енисея, хочу рассказать о боевой репутации сибиряков и проводящихся ежегодно в Сибири вахтах памяти в День Победы.

В 1941 году Москву обороняли около 20 сибирских дивизий, две стрелковые бригады, отдельные полки, батальоны лыжников и около 25 тысяч морских пехотинцев Тихоокеанского флота и Амурской флотилии. В битве за Москву погибло более миллиона солдат Красной Армии и ополченцев. Страшные цифры, но такую цену наши отцы и матери заплатили за Победу. Кончилась война, но еще долго по всей стране раздавались женские стенания.

Память о тех, кто отдал жизни за Отечество, бережно сохраняется во всех уголках огромной страны, в том числе в Красноярье, на Енисее, где прошло мое детство.

В селе Назимово, где я окончил «семилетку», перед войной проживало около 300 человек. На фронт были призваны все мужчины от 18 до 50 лет — около 80 человек. В селе остались одни женщины, старики и дети. На красивом гранитном Мемориале Славы в Назимово высечены пятьдесят имен погибших сельчан.



1941. Алтай. Проводы на фронт

Замечательно, что в Назимово сохраняются лучшие традиции школьного патриотического воспитания. Каждый год 9 мая у памятника погибшим сельчанам проходит митинг, а ученики средней школы несут вахту памяти. Кроме того, Дню Победы посвящается 10-километровый пробег школьников.



Вахта памяти в селе Назимово на Енисее

Почти во всех сохранившихся селениях на Енисее есть памятные мемориалы. Это я видел, проплыв несколько раз по могучей сибирской реке от Красноярска до Дудинки. Конечно, невозможно в кратком очерке написать про многие из них. Но про два, в селах Ярцево и Туруханск, я упомяну.



В Ярцево возле школы находится красивая тополиная роща. Её посадили выпускники школы, которые в 1941 году ушли на войну. Более половины их не вернулось, а память о них живет в этих могучих деревьях. В честь 60-летия Победы парк расширили посадками серебристых тополей. Внутри парка — обелиск, на котором перечислены все погибшие — около 300 человек.

Село Ярцево.

Обелиск с именами погибших



Очень впечатляет мемориал-памятник погибшим в Великой Отечественной войне «Воинам–туруханцам», открытый в 1989 г. в селе Туруханске. Из Туруханского района было призвано 3620 человек. Не вернулось с войны 870 жителей этого района. На гранитной стене высечены фамилии павших героев. Круглый год на плитах памятника лежат живые цветы...



Село Туруханск. Мемориал погибшим в Великой Отечественной войне сельчанам

К сожалению, судьба многих и сегодня еще не известна. Многие семьи до сих пор сохраняют надежду на чудо, что потерянного фронтовика найдут российские поисковые отряды и он не будет забытым в своей безвестной могиле...

Это о безымянном солдате сложен «Плач матери»:



*Под какой березкой израненной,
Под какой сосной искалеченной,
Ты остался лежать умирающий,
Смертным боем с землею повенчанный...
Пусть же та земля, на которой ты
Пролил кровь свою в свой последний бой,
На груди своей упокоит тебя,
Примет, словно мать, ненаглядный мой!*

Мало информации о сибирских дивизиях в Центральном архиве Министерства обороны и в мемуарах военачальников.

Упомяну о некоторых сражениях с участием сибиряков. В сражении под Можайском, на Бородинском поле, 13 октября 32-я сибирская дивизия полковника Полосухина, которая прославилась на озере Хасан, оставила танковую дивизию СС «Дас Райх». Наступающих было втрое больше. Шесть дней полосухинцы отражали яростные атаки врага. Дивизия Полосухина потеряла половину состава, но дух сибиряков не был сломлен. Через два месяца, в январе 1942 года, полосухинцы вернут Бородинское поле, а в феврале в боях за Можайск погибнет сам комдив Полосухин. Его похоронят в центре Можайска. Ныне на бородинском поле рядом с памятником Кутузову высится гранитный монумент в честь Сибирской дивизии Полосухина.

Немцы боялись сибиряков, особенно страшились рукопашных боев. У сибиряков в ход шли не только стрелковое оружие и штыки, но и саперные лопатки, ножи... Как только в донесениях немецких командиров сообщалось, что «это не красноармейцы, а сибиряки», то менялась традиционная тактика боев: для уничтожения сибиряков применялась авиация, артиллерия и минометы.

Суровая жизнь приучила сибиряков к поиску неординарных решений. Немецкие офицеры и генералы неплохо знали наши боевые уставы. Потому и могли предсказывать шаблонные действия наших командиров в различных ситуациях. Командир 78-й сибирской стрелковой дивизии А.П. Белобородов действовал по-другому. Действовал, используя сильные стороны своих солдат. Вот один из эпизодов боевой биографии этой дивизии. В селе Медведево (Смоленская область) для немцев началась другая война. Днем, пользуясь огневым превосходством, немцы заняли половину села, расположенную по одну из сторон шоссе. Утром готовилась атака на другую половину. И исход этой атаки был предсказуем. И комдив решил провести штыковую атаку ночью! Только в этом случае немцы не могли использовать пулеметы, минометы и танки. Ночью, молча, без криков "ура!", без шума, сибиряки перешли шоссе и перекололи



немцев штыками. К утру немецкого батальона не существовало. Село было освобождено. Сибиряки воевали зло и бесстрашно, необычайно стойко и мужественно, что хорошо показано в известном фильме «Один день командира дивизии».



1941 год. Пополнение из Сибири

Без приказа сибиряки не отступали. Так полностью погибли две сибирские дивизии полковников Холзунова и Велигожского. Они пали на Духовшинском направлении, сдерживая натиск группы отборных войск. Сибиряки с гранатами бросались под танки, подпускали «на вытянутую руку» и били в упор.

5 декабря 1941 года поступил приказ о контрнаступлении под Москвой. Наступление началось у Клина рано утром 6 декабря. В полной тьме бойцы армии Лелюшенко, ядром которой были сибиряки, вышли к позициям противника, застав врасплох спящих фашистов и остывшие танки. На рассвете была прорвана оборона, а далее... были освобождены Калинин, Калуга, Можайск, Бородино, Ельня...

Маршал Малиновский говорил о сибиряках: «У нас, фронтовиков, укоренилась глубокое уважение к питомцам Урала и безбрежной Сибири. Это уважение и глубокая военная любовь к уральцам и сибирякам установилась потому, что лучших воинов, чем сибиряк и уралец, бесспорно, мало в мире. Оба они такие родные и настолько овеяны славой,



что их трудно разделить. Оба они представляют одно целое – самого лучшего, самого храброго, упорного, самого ловкого и меткого бойца».

Молодцы красноярцы, воздвигнувшие под Москвой памятник-мемориал «Воинам-сибирякам»!

Памятник воздвигнут на 42-м километре Волоколамского шоссе, где в битвах за Дедовск и Снегири сибирские дивизии одержали первые победы.



Памятник-мемориал «Воинам-сибирякам» под Москвой

*Беляев А. И., выпускник физфака 1962 года,
главный конструктор на оборонных предприятиях*

Примечание Главного редактора. Известный советский разведчик-диверсант и парашютист И. Старчак в воспоминаниях приводит невероятный пример использования сибиряков-десантников под Москвой в критические дни зимы 1941 г. Воздушная разведка обнаружила танковую колонну врага, двигавшуюся по неприкрытому направлению. Путь на Москву был открыт. Все решали минуты. Командование приняло решение десантировать сибиряков с самолетов на бреющем полете... без парашютов в снег. Сибиряков-десантников попросили, отказов не было. При десантировании погибло 15% воинов. Большая часть десантников погибла в бою, но колонна врага была разгромлена.

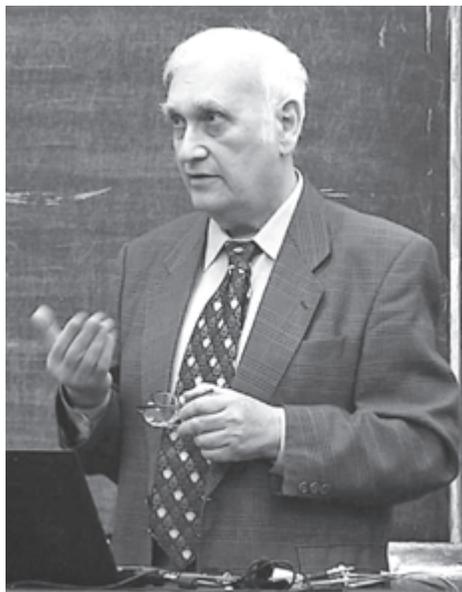
Возможно, это миф. Но воины-сибиряки были способны и на большее.

Такое было время, таковы были сибиряки, таковы были командиры, такова была цена Победы.



ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА

(22.10.1938 – 9.08.2020)



9-го августа 2020 года на 82-м году жизни скончался выдающийся ученый и педагог, заведующий кафедрой общей ядерной физики Борис Саркисович Ишханов.

Вся его жизнь с момента поступления на физический факультет МГУ (1955 г.) связана с факультетом. В 1961 г. после завершения обучения на отделении ядерной физики он поступил в аспирантуру и под руководством доцента Валериана Григорьевича Шевченко стал заниматься экспериментальным изучением ядерных реакций под действием фотонов (фотоядерных реакций). К этому времени в Научно-исследовательском институте ядерной физики (НИИЯФ) МГУ стал работать ускоритель электронов бетатрон с максимальной энергией электронов 35 МэВ. Этот экземпляр ускорителя, созданный советскими инженерами, оказался исключительно удачным по своим эксплуатационным качествам и в течение четверти века позволял физикам МГУ проводить интенсивные экспериментальные исследования фотоядерных реакций на самом переднем крае мировой науки в этой области ядерной физики. После защиты (1964) кандидатской диссертации исследования Бориса Саркисовича и возглав-



ляемой им группы молодых физиков, выпускников факультета, были посвящены гигантским резонансам и, прежде всего, гигантскому дипольному резонансу, наблюдававшемуся в эффективных сечениях поглощения высокоэнергичных фотонов атомными ядрами. Это уникальное ядерное явление — самое яркое коллективное возбуждение в системе нуклонов, несущее беспрецедентную информацию о внутриядерной динамике. Его изучением во второй половине XX века занимались самые передовые ядерные центры мира. Под руководством Бориса Саркисовича в НИИЯФ МГУ были созданы новые высокоэффективные экспериментальные методики и выполнены измерения характеристик гигантского резонанса. Впервые была обнаружена структура гигантского резонанса у средних и тяжелых ядер, что потребовало пересмотра теоретических концепций этого явления. Был изучен механизм распада гигантского резонанса, установлена важная роль ядерных оболочек и квантового числа изоспина в возбуждении и распаде гигантского резонанса. Был вскрыт механизм формирования ширины гигантского резонанса большой группы ядер. Важным фундаментальным результатом этих интенсивных многолетних исследований явилось открытие конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса.

В 1976 г. Борис Саркисович стал доктором физ.-мат. наук. Выполненные в МГУ под руководством Бориса Саркисовича исследования фотоядерных реакций получили международное признание. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) предложило группе Бориса Саркисовича организовать международный центр по сбору, анализу и оценке данных фотоядерных экспериментов. И такой центр (ЦДФЭ) был организован и успешно функционирует в сети международных центров ядерных данных.

В конце 1980-х годов в Отделе электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер (ОЭПВАЯ) НИИЯФ МГУ, который к тому времени уже много лет возглавлял Борис Саркисович, было принято решение кардинально модернизировать ускорительную базу отдела. И эта сложнейшая технологическая задача была практически целиком осуществлена силами сотрудников, аспирантов и студентов — выпускников физического факультета, работавших под руководством Бориса Саркисовича. Были разработаны новейшие методы ускорения электронов и созданы уникальные ускорительные системы с большой яркостью пучка, которые позволили обеспечить ускорение в плазме и получить небывалый темп набора энергии — больше 10 ГэВметр, осуществить генерацию излучения в миллиметровом диапазоне длин волн за счет когерентных эффектов, создать интенсивные источники излучений в рентгеновском диапазоне длин волн. Созданные в ОЭПВАЯ ускорители — разрезные



микротроны использовались для фундаментальных исследований — исследования флуоресценции атомных ядер и ядерных реакций, в которых высокоэнергичный фотон выбивает из ядра различные частицы (до 10 нейтронов).

Разработанные и созданные компактные линейные ускорители на энергию до 10 МэВ нашли широкое применение при решении различных прикладных задач, в которых используются радиационные технологии. Это мобильные и стационарные инспекционно-досмотровые комплексы, контроль сварных швов атомных реакторов, обработка продукции пищевой промышленности, медицина.

Исключительна по масштабам и эффективности педагогическая деятельность Бориса Саркисовича. Она целиком связана с кафедрой общей ядерной физики, которую он возглавлял начиная с 1987 г. Кафедра обеспечивает преподавание всем студентам факультета заключительного раздела общего курса физики — физики атомного ядра и частиц (лекции, семинары, практикум) и играет ведущую роль в разработке методики преподавания этого курса в нашей стране. Борисом Саркисовичем совместно с другими преподавателями написаны основные учебники и учебные пособия по этому курсу, в том числе классический университетский учебник «Частицы и атомные ядра». Кафедрой совместно с НИИЯФ МГУ создан сайт «Ядерная физика в Интернете», на котором в режиме открытого доступа публикуются учебные и справочные материалы по физике ядра и частиц и смежным дисциплинам. Этот сайт является самым полным источником сведений учебного характера об атомных ядрах и элементарных частицах в нашей стране и очень активно посещается большим числом пользователей многих стран. Количество посещений сайта превышает 15 млн. Борис Саркисович — автор десятков учебников и учебных пособий самой разной методологической направленности.

Борис Саркисович Ишханов был человеком кипучей энергии, долга и исключительных организаторских способностей. Сочетание глубокой научной эрудиции, энциклопедических знаний и особой физической интуиции позволяло ему на протяжении многих лет успешно возглавлять научную и педагогическую деятельность большой группы своих учеников. Борисом Саркисовичем создана полноценная научная школа. Под его руководством защищены 35 кандидатских диссертаций. В возглавляемом им отделе и на кафедре подготовлено 10 докторов наук. Он являлся членом ряда комиссий и советов, определяющих направление развития ядерной физики в нашей стране. Он входил в редколлегии ведущих научных журналов. Исследования, возглавляемые Борисом Саркисовичем, поддерживались многими грантами. Упомянем лишь три направления. Во-первых, это совместные научные исследования с ведущим научным

центром США — Национальной ускорительной лабораторией им. Томаса Джеферсона (JLAB, Вашингтон), где работает ускоритель электронов SEBAF с энергией до 12 ГэВ. SEBAF — лучший в мире электронный микроскоп для изучения ядер и нуклонов. Во-вторых, это совместные с Национальным институтом ядерной физики Италии (INFN) исследования космологических нейтрино. В-третьих, это сотрудничество с научными центрами и фирмами США, Германии, Испании, Китая и других стран в создании и модернизации электронных ускорителей нового поколения.

Борис Саркисович Ишханов является автором более 900 статей и 100 книг, соавтором фундаментального научного открытия, Лауреатом премий Совета министров СССР и правительства России, двух Ломоносовских премий, заслуженным работником высшей школы Российской Федерации. Он награжден орденом Трудового Красного Знамени и несколькими медалями. Стиль его жизни, безграничная приверженность делу являются хорошим примером для молодежи.

Борис Саркисович Ишханов ушёл от нас в рассвете своей плодотворной научной и педагогической деятельности. Мы сохраним о нём светлую память.

Сотрудники кафедры, коллеги, ученики, друзья

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА РОСТОВСКОГО

02 июня 2020 года в результате инсульта на 88-м году жизни скоропостижно скончался старейший преподаватель нашей кафедры, кандидат физико-математических наук, доцент, Заслуженный преподаватель Московского университета Владимир Сергеевич Ростовский.

Всю свою жизнь он был неразрывно связан с факультетом, спокойно и старательно выполнял свою педагогическую работу. Его глубокие лекции по электродинамике в студенческие годы слушали и автор этих строк, и многие сотрудники физического факультета МГУ.

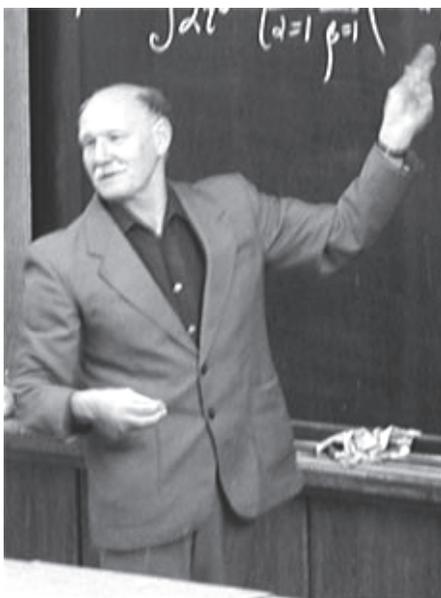
После обучения в аспирантуре под руководством академика А. С. Давыдова В. С. Ростовский в 1960 году был оставлен для работы на кафедре и 60 лет своей жизни отдал любимому делу.



Тематика научной работы Владимира Сергеевича была широкой, охватывая вопросы теории неидеальной плазмы, процессов распада неаксиальных ядер. Им разработан асимптотический метод вычисления радиальных матричных элементов для атомных переходов, изучались различные бароэлектрические эффекты внутри планет, рассматривались и другие вопросы. Он опубликовал 58 статей, которые, по данным Web of Science, были процитированы в журналах 496 раз.

В молодости Владимир Сергеевич активно занимался спортом, был постоянным участником футбольных игр на спортплощадках МГУ.

В короткой заметке трудно уместить все, что хотелось бы сказать о таком замечательном человеке, каким был В. С. Ростовский. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах!



*Заведующий кафедрой квантовой теории и физики высоких энергий
профессор В. И. Денисов*

СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

5(146)/2020
(декабрь–январь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
2020



ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА С НОВЫМ ГОДОМ

*Дорогие друзья, студенты, аспиранты и сотрудники
физического факультета!*



Уходящий год поставил сложные и необычные задачи, которые потребовали высокого интеллектуального напряжения нашего факультета.

Я искренне благодарен всему коллективу за ответственную работу, достигнутые результаты, высокое качество образования и научные исследования, — каждому, кто помог нам выйти на качественно новый уровень. Это непростое время мы прошли достойно, вновь доказав, что наши сотрудники — лучшие в российском и международном научно-образовательном сообществе. Мы значительно улучшили наши показатели во всех международных рейтингах. Все ваши достижения способствовали росту авторитета и внесли достойный вклад в развитие фундаментальной науки, лидером

которой всегда был и остается наш университет.

Сердечно желаю Вам крепкого здоровья, благополучия, творческих успехов и новых научных открытий. Пусть Вашим лучшим начинаниям всегда сопутствует творческое вдохновение и созидательная инициатива, а Ваша энергия служит залогом успешного выполнения намеченных планов.

С Новым Годом!

*Декан физического факультета МГУ
профессор Н.Н. СЫСОЕВ*

**«НЕ СТОИТ РАЗМЕНИВАТЬ НАУКУ НА ДЕНЬГИ».
ИНТЕРВЬЮ В.А. САДОВНИЧЕГО**



В журнале «Огонек» и на сайте Издательского дома «Коммерсантъ» опубликовано большое интервью с ректором МГУ академиком В.А. Садовничим. Главной темой беседы стало создание научно-образовательных школ. В материале «Не стоит разменивать науку на деньги» затрагиваются актуальные темы организации и финансирования научных исследований, перспективных научных проектов, влияния науки на развитие государства и общества.

*<https://www.msu.ru/news/ne-stoit-razmenivat-nauku-na-dengi.html>
23.11.2020*



**«НЕ СТОИТ РАЗМЕНИВАТЬ НАУКУ НА ДЕНЬГИ»
РЕКТОР МГУ ВИКТОР САДОВНИЧИЙ — О РЕФОРМЕ
ГЛАВНОГО УНИВЕРСИТЕТА СТРАНЫ**

Новая программа развития Московского государственного университета до 2030 года сейчас обсуждается в правительстве РФ. Предполагаются серьезные изменения в деятельности вуза. На первый план выходит научная работа. Для этого создаются семь научно-образовательных школ, которые объединят ученых и преподавателей всех факультетов МГУ. За подробностями «Огонек» обратился к ректору МГУ Виктору Садовничему.

Беседовал *Александр Трушин*

Впервые в МГУ проводятся такие масштабные изменения. Предыдущая программа развития университета на 2010–2020 годы сохраняла традиционную структуру вуза. Теперь ученые факультетов университета объединяются в семь научно-образовательных школ: это «Фундаментальные и прикладные исследования космоса», «Сохранение мирового культурно-исторического наследия», «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект», «Математические методы анализа сложных систем», «Молекулярные технологии живых систем и синтетическая биология», «Фотонные и квантовые технологии, цифровая медицина», «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

Предполагается, что уже в декабре эти школы начнут научные исследования и подготовку кадров. Кроме того, в МГУ недавно созданы Научные центры мирового уровня (НЦМУ) «Московский центр фундаментальной и прикладной математики», «Сверхзвук», «Центр по квантовым технологиям», «Центр хранения и анализа больших данных». На 17 гектарах новой территории МГУ создается Инновационный научно-технологический центр «Воробьевы горы» для повышения инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, коммерциализации их результатов.

Какой будет университетская наука XXI века, «Огонек» расспросил ректора МГУ Виктора Садовничего.

— Виктор Антонович, вы объявили о реформе МГУ. Какие задачи ставятся перед научными школами? На какие образцы вы ориентируетесь?

— Мне не очень нравится слово «реформа». Скорее, я назвал бы это новым этапом развития университета. Сразу хочу уточнить: мы создаем не научные, а научно-образовательные школы. Синтез науки и образова-



ния — одна из сильнейших сторон МГУ. Мы строим эффективную систему непрерывного фундаментального образования нового типа на современной методической основе и лабораторной базе. В каждой школе будут свои стратегические проекты, научные направления и образовательные программы.

Но вот что важно именно сегодня. Вся передовая современная наука — междисциплинарная. Серьезные научные достижения сегодня делаются большими коллективами ученых на стыке разных дисциплин. Прямо сейчас, на наших глазах формируются новые научные направления, которые уже нельзя однозначно отнести к одной классической области науки. Пример — исследования, связанные с искусственным интеллектом. Это одновременно и кибернетика, и физиология мозга, и наука о больших данных... И здесь сразу же возникают две сложности. Первая — это разрозненность специалистов в соответствующих областях. Если сказать просто, в одном здании университета находятся кибернетики, а в другом — физиологи, и каждая из этих команд не очень хорошо представляет себе, чем занимается другая. Сотрудничество двух этих областей науки дело новое, связи между научными коллективами только-только начинают устанавливаться. Чтобы облегчить и ускорить этот процесс, мы и создаем, среди прочих, научно-образовательную школу «Мозг, когнитивные системы и искусственный интеллект». Вторая сложность — это отсутствие готовых многопрофильных специалистов. В МГУ имеются очень сильные кибернетики и не менее сильные физиологи. Но чтобы подступаться к созданию искусственного интеллекта, кибернетики должны освоить азы физиологии, а физиологи — азы кибернетики. Так не проще ли разработать новую образовательную программу, по которой студенты будут обучаться и тому и другому, точнее, всему, что им необходимо знать для работы в этой области? Именно поэтому наши школы будут одновременно и научными, и образовательными.

Что касается вашего вопроса об образцах, на которые мы ориентируемся... Ведущие мировые университеты нередко создают такие структуры, это идея не новая. Но я не говорил бы о подражании. МГУ и сам является одним из ведущих мировых университетов. Мы не копируем опыт зарубежных коллег, а исходим из наших сильных сторон, а также из того, какие новые области науки наиболее актуальны сегодня для развития нашего государства.

— Изменилось ли в XXI веке само понятие научной школы? Насколько уместно при нынешней глобализации науки и информационных технологиях говорить о национальных и существующих в рамках отдельных университетов школах?



— Здесь возникает некоторая путаница. Научная школа — это сформировавшийся, устойчивый коллектив ученых, в течение длительного времени разрабатывающий какую-либо масштабную научную проблему. История некоторых научных школ насчитывает многие десятилетия, их персональный состав за это время мог полностью смениться, и даже не один раз. Но в основе своей школа остается неизменной. У нас в МГУ уже 50 лет существует научная школа великого математика академика Израиля Моисеевича Гельфанда, в ней изучают проблемы функционального анализа. Вряд ли понятие научной школы сильно изменилось в XXI веке, думаю, вполне уместно говорить о школах конкретных университетов. Другое дело, что сегодня требуется объединение разных научных школ и создание научно-образовательных школ. Так происходит во всем мире. И это совершенно не означает разрушения существующих научных школ. Напротив, мы придадим им новый импульс развития. К слову, интерес к биологии и медицине, который возник у математика Гельфанда на рубеже 50-х и 60-х годов прошлого века, стал основой биоинформатики — науки о математическом и компьютерном анализе геномов живых существ, которая сегодня является одной из самых бурно развивающихся научных дисциплин.

— Кто вообще сегодня ставит задачи перед университетской наукой?

— Это очень интересный вопрос. Обычно задачи перед наукой ставит сама наука. Ведь практически никогда не бывает так, чтобы ответ на какой-то конкретный научный вопрос ставил точку в исследовании, скорее наоборот, возникают новые вопросы. И я замечаю, что чем чаще новые вопросы возникают, тем скорее эта научная область становится интересной для государства. Ведь ситуация с новыми вопросами почти всегда означает, что не за горами начало серьезного влияния этой области науки на жизнь общества, на функционирование государства. То есть научные результаты пойдут в практику. Так совсем недавно произошло с генетикой. Беспрецедентно быстрое развитие методов секвенирования и редактирования геномов привело к тому, что в 2019 году в России была утверждена Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий до 2027 года. В этой программе ставятся крайне амбициозные задачи, но ведь ученым-генетикам интересно их решать, эти задачи полностью совпадают с их собственными научными интересами. Поэтому научные коллективы МГУ с большим энтузиазмом включились

в реализацию этой программы. Я думаю, только актуальная наука может вызвать государственный интерес.

Задачи перед наукой может ставить и бизнес, но это несколько другая история. В цепочке «фундаментальная наука — практика» на самом деле три звена. И третье расположено между первыми двумя — это прикладная наука, о которой мы с вами уже говорили. Она действительно долгое время считалась слабо пригодной для реализации в классических университетах. Сегодня очевидно, что это не так: множество европейских и американских университетов вполне успешно выполняют прикладные научные проекты по заказу бизнеса. Однако для этого они используют специальные инфраструктурные объекты, предназначенные для масштабирования получаемых фундаментальных результатов. И в МГУ теперь тоже есть такая структура, научно-технологическая долина «Воробьевы горы». Через несколько лет, когда долина заработает в полную силу, это будет без преувеличения лучшее место в России для занятий прикладной наукой.

Я абсолютно уверен, что после запуска нашей долины на полную мощность прикладная наука в МГУ выйдет на совершенно новый уровень, и мы сможем очень быстро и качественно удовлетворять запросы наукоемкого бизнеса.

— А почему вы называете это место долиной?

— По аналогии со всем известной Силиконовой долиной. По сути, основная функция нашего центра — это масштабирование прорывных научных результатов, получаемых коллективами МГУ, с целью их дальнейшего внедрения в практику. Я убежден, что именно недостаточное внимание к стадии масштабирования является основной причиной низкой эффективности внедрения достижений науки в экономику. Наша долина будет расположена в непосредственной близости от основного кампуса МГУ на Воробьевых горах, ее планирование и строительство уже идет. Резидентами долины будут как крупные бизнес-структуры (многие компании уже изъявили желание «приземлиться» там), так и небольшие фирмы, которые будут организовываться при непосредственном участии сотрудников МГУ. Я точно знаю, что такая работа по душе существенной части наших выпускников, и мы будем прилагать все усилия к тому, чтобы они имели возможность заниматься такой деятельностью в нашей долине.

— На высшее образование в стране в целом выделяется в 2021 году 556 млрд рублей. Если считать в долларах по нынешнему курсу — это 80 процентов годового бюджета одного Гарвардского



университета. А сколько из 556 млрд рублей сегодня идет на университетскую науку и каковы объемы финансирования реформы МГУ?

— Бюджетное финансирование МГУ складывается из государственного задания на науку и образование (это примерно 14 млрд в год) и средств, выделяемых на реализацию программы развития Московского университета (это еще примерно 800 млн рублей ежегодно). Госзадание планируется на пять лет вперед, и выделяемые на это бюджетные средства могут быть использованы только в соответствии с планом. На создание научно-образовательных школ эти средства тратить нельзя. Но сейчас в правительстве утверждается новая 10-летняя программа развития МГУ. И значительная часть ее как раз предусматривает финансирование тематики научно-образовательных школ. Помимо этого, всем научным коллективам, вошедшим в школы, поставлена задача активно привлекать внебюджетное финансирование своих прорывных исследований, в том числе за счет грантов научных фондов и договоров с организациями реального сектора экономики. Судя по статистическим данным, МГУ постоянно является крупнейшим грантополучателем в России.

— В финансировании академической науки России доля заказов бизнеса 5–6 процентов, остальное — госзаказ. Могут ли университеты изменить эту практику и работать на бизнес, зарабатывать? И нет ли угрозы разменять научный интерес на конъюнктурно-финансовый?

— Нет, не стоит разменивать науку на деньги. Нужно так заниматься наукой, чтобы не было шанса остаться без денег. Я убежден, что если планируется научное исследование по-настоящему высокого уровня, то средства на его проведение обязательно найдутся независимо от тематики. Так было, например, с уникальным проектом «Ноев ковчег». Он реализуется в МГУ с 2015 года и посвящен исследованию, сохранению и полезному использованию биологического разнообразия нашей планеты. Биологические науки вообще не избалованы серьезным финансированием ни у нас, ни за рубежом. Мы собрали 350 ученых с 25 факультетов. Этот коллектив подготовил заявку на финансирование в Российский научный фонд. РНФ выделил нам на реализацию этого проекта 750 млн рублей. И мы не подвели: организовали более 250 экспедиций для сбора биологического материала, открыли около 300 новых видов живых организмов, опубликовали почти полторы тысячи научных статей. Именно после успеха «Ноева ковчега» стало окончательно ясно, что объединение

научных коллективов разных специализаций многократно увеличивает эффективность научной и образовательной деятельности.

— **Сегодня университетская наука оценивается в основном по количеству публикаций в престижных журналах. Есть ли другие способы измерить эффективность научных исследований? Будет ли создана система мониторинга результатов научных исследований в университетах?**

— По количеству публикаций оценивается не только университетская, но и вообще любая фундаментальная наука. Такая система наряду с очевидными достоинствами имеет и множество недостатков, которые к тому же усиливаются со временем. Я не хотел бы уделять много внимания описанию этих недостатков. Скажу только, что импакт-фактор (числовое выражение уровня престижности — «О») научного журнала вовсе не однозначно коррелирует с уровнем опубликованных в нем научных работ. Очевидно, что надо вводить экспертную оценку результатов научных исследований. Однако я не призываю отказаться от наукометрии. Мне кажется, что идеальным способом оценки качества фундаментальных научных исследований на сегодня является комбинация наукометрического подхода, то есть количества и качества научных публикаций, и экспертного мнения о данных исследованиях.

— **Вы всегда говорили, что университет — это место, где студенты получают фундаментальные знания, а преимущество российского образования именно в фундаментальности. При этом мы знаем, что ведущие университеты мира сильны именно прикладными исследованиями. На что будет сделан упор в грядущей реформе МГУ — на фундаментальные или прикладные исследования?**

— И на то и на другое. Это, вообще говоря, неразрывно связанные вещи. Создание новейших технологий невозможно без фундаментальной базы. Студенты МГУ по-прежнему будут получать фундаментальное базовое образование, это один из главных столпов, на которых стоит Московский университет. Но сегодня перед нами стоит новая задача — индивидуализация образовательных траекторий студентов. Если, к примеру, студент после четырех лет обучения понимает, что ему хотелось бы обучаться чему-то практическому, школы должны дать ему такую возможность и предложить курсы по выбору или даже образовательную программу, отвечающую его запросам. Мы вполне способны это сделать, ведь МГУ имеет особый статус и наделен правом самостоятельно разра-



батывать образовательные стандарты и программы. Со следующего учебного года мы откроем более десятка новых междисциплинарных магистерских программ, в которых будут объединены экология и науки о менеджменте, медицина и радиофизика, социокультурные науки и математическое моделирование, уже упоминавшиеся физиология и кибернетика.

Студент, имея фундаментальную базу, последние годы своего обучения может посвятить «отгачиванию» тех или иных прикладных навыков. Параллельно для тех, кто больше тяготеет к фундаментальности, должны также существовать соответствующие образовательные траектории. Такую «образовательную полифонию» можно обеспечить только скоординированными усилиями большого количества преподавателей с разных факультетов, и научно-образовательная школа — это как раз та структура, которая максимально облегчит эту координацию.

Более того, нам очень хочется, чтобы наши лучшие выпускники, получающие как фундаментальное, так и прикладное образование, оставались бы работать в Московском университете, приумножая славу своей alma mater.

Александр Трушин // «Огонёк» №46 от 23.11.2020

ОТ «МАЛЕНЬКОГО ПРИНЦА» К «НОЧНОМУ ПОЛЕТУ» И ОБРАТНО

На последнем Валдайском форуме президент РФ В. В. Путин осветил многие важнейшие проблемы современности. Уверен, что многие с интересом ознакомились с этим выступлением. Мне наиболее интересным показался раздел выступления, посвященный проблемам охраны окружающей среды, геофизики и экологии, глобального потепления. С глубоким удовлетворением отметил, что президент РФ В. В. Путин относит эти вопросы к числу самых важных проблем, стоящих перед человечеством, к числу тех проблем, которые касаются каждого ныне живущего на планете и тех, кто будет на ней жить, если ныне живущим удастся ее сохранить для своих детей и внуков.

Хочу привести эту часть выступления В. В. Путина.



«Но есть соображения и еще более общего характера, затрагивающие буквально каждого, на которых хотел бы остановиться подробнее.

Многие читали в детстве "Маленького принца" Антуана де Сент-Экзюпери и помнят завет главного героя: "Есть такое твердое правило... Встал поутру, умылся, привел себя в порядок — и сразу же приведи в порядок свою планету... Это очень скучная работа, но совсем нетрудная".

Убежден, мы должны постоянно заниматься этой "скучной работой", если хотим сохранить наш общий дом для будущих поколений. Надо прибирать свою планету.

Тема охраны окружающей среды давно и прочно вошла во всемирную повестку. Но я бы расширил дискуссию и обсудил еще и такую важную задачу, как отказ от неумеренного, ничем не ограниченного сверхпотребления в пользу рачительной и разумной достаточности. Когда живешь не только сегодняшним днем, но и думаешь, что будет завтра.

Мы часто говорим о том, что природа крайне уязвима перед человеческой деятельностью. Особенно по мере того, как эксплуатация земных ресурсов приобретает все более масштабный, глобальный характер. Но и человек по-прежнему не защищен от природных катаклизмов, многие из которых порождены именно антропогенным вмешательством. Кстати, по мнению ряда ученых, вспышки опасных болезней — это тоже ответ на такое вторжение. И потому так важно выстроить гармоничные отношения человека и природы.



Здесь уже накопилось критическое напряжение. Мы это видим по изменению климата. Эта проблема требует реальных действий и гораздо большего внимания. Она уже давно перестала быть сферой отвлеченных научных интересов и затрагивает практически каждого жителя Земли. Из-за глобального потепления сжимаются полярные ледяные шапки и происходит таяние вечной мерзлоты. Причем, по оценкам экспертов, в ближайшие десятилетия частота и интенсивность этого процесса только увеличатся.

Это серьезный вызов для всего мира, для всего человечества и, конечно, для нас, для России, где вечная мерзлота занимает 65 процентов территории. Подобные изменения могут нанести непоправимый ущерб биоразнообразию, сказаться крайне негативным образом на экономике и инфраструктуре, создать прямые риски для людей.

Вы знаете, для нас это очень актуально. Это касается трубопроводных систем, жилых комплексов в вечной мерзлоте и так далее. Если около 25 процентов приповерхностных слоев вечной мерзлоты — это 3–4 метра — растают к 2100 году, тогда мы это очень почувствуем на себе. При этом ситуация может идти, что называется, по нарастающей. Вероятная своеобразная цепная реакция при этом, поскольку таяние вечной мерзлоты стимулирует выброс в атмосферу метана, который по своему парниковому эффекту — внимание! — в 28 раз сильнее углекислого газа. Следовательно, температура на планете и дальше будет расти, мерзлота и дальше все быстрее будет таять и все больше будет выделяться метана. И так по спирали. Не хотим же мы, чтобы климат на Земле приблизился к условиям Венеры с ее безжизненной, выжженной поверхностью. Напомним, у нас, на Земле, где-то 14 градусов по Цельсию, на Венере — 462 °С.»

<https://rg.ru/2020/10/27/putin-rasskazal-ob-urokah-pandemii-na-itogovoj-sessii-kluba-valdaj.html>

Владимир Владимирович Путин не только сформулировал актуальнейшие проблемы человечества, но и привел пример, как подобные проблемы решались: он назвал имя Антуана де Сент-Экзюпери.

Упоминание В. В. Путиным Антуана де Сент-Экзюпери привело меня к мысли вспомнить о нем более основательно. Нынешний 2020 год дает веские основания это сделать: в этом году исполнилось 120 лет со дня рождения Антуана де Сент-Экзюпери и девяносто лет прошло с момента написания романа «Ночной полет».

Антуан де Сент-Экзюпери не только призывал приводить в порядок планету, он приводил ее в порядок. Когда началась Вторая Мировая война, он вступил в армию, успел совершить несколько боевых вылетов.

Франция недолго сопротивлялась фашистской Германии, но в 1943 г. Антуан де Сент-Экзюпери с трудом (мешали возраст и травмы, полученные в предыдущих авиакатастрофах) добивается включения в ряды американских летчиков и погибает во время выполнения полета в 1944 г.



Обломки его самолета и некоторые личные вещи были выловлены в море только в 1998 году.

Антуан де Сент-Экзюпери, 1944 год

Вот что он писал сам об этом периоде своей жизни: «Нынешнюю мою жизнь — завтрак в шесть утра, столовую, палатку или беленную известкой комнату, полеты на высоте десять тысяч метров в запретном для человека мире — я предпочитаю невыносимой алжирской праздности... Я выбрал работу на максимальный износ и, поскольку нужно всегда выжимать себя до конца, уже не пойду на попятный. Хотелось бы только, чтобы эта гнусная война кончилась прежде, чем я истаяю, словно свечка в струе кислорода. У меня есть что делать и после нее».

Антуан де Сент-Экзюпери истаял, приводя в порядок планету.

Книги Антуана де Сент-Экзюпери популярны в РФ. Его «**Маленького принца**» читали все, может быть большинство. Завидная судьба книг Антуана де Сент-Экзюпери: его произведения разошлись на цитаты. Читателей привлекает доброта, глубина и мудрость его рассуждений, поданных в доброжелательной, ненавязчивой манере. И, конечно, вера в человека разумного и созидającego. Думаю, что если 20–30 лет назад, наиболее цитируемые в России были фразы из «Горя от ума» А. С. Грибоедова, то сейчас наиболее широко цитируется Антуан де Сент-Экзюпери. Кстати, отмечу, что А. С. Грибоедов — выпускник Московского университета, окончивший его несколько факультетов, в том числе и естественнонаучный.

Книга «**Ночной полет**» Антуана де Сент-Экзюпери менее известна, чем «**Маленький принц**», но именно ее можно считать книгой о мужчи-



нах и для мужчин. Не употребляю выражение «настоящий» мужчина, дабы не оскорблять мужчин, так как других мужчин и не бывает. Хочу защитить от возможных упреков в сексизме Антуана де Сент-Экзюпери и себя. Автор **«Ночного полета»** писал о событиях, участником которых он был сам. Известны прототипы его героев. В «Советском физике» во всех 145 номерах, выпущенных за 23 года, женщины всегда относились к лучшей части человечества, способными делать и делающими не только то, что могут делать мужчины, но и создающими то, на что никакие мужчины не способны. С не меньшим основанием книгу **«Ночной полет»** можно назвать книгой о творцах и борцах или же, говоря современным языком, книгой об эффективных менеджерах и креативных работниках. А с другой стороны, если вспомнить недавнюю советскую литературу, это отличный производственный роман!

Для тех, кто не читал или забыл, напомним в двух словах содержание **«Ночного полета»**. События романа происходят за одну ночь в начальный период становления гражданской транспортной авиации. В романе два героя. Директор сети воздушных сообщений в Южной Америке Ривьер, одержимый идеей организации ночных полетов, и пилот Фабьен, одержимый любовью к небу и риску. Для того чтобы сделать дело — наладить скоростную доставку почты — необходимо было выполнять ночные полеты. Ночные полеты там, где и днем то летать очень и очень трудно. Первый герой — Ривьер, посылает второго в опасный ночной полет. Фабьен, получив уже во время полета предупредительную радиogramму о мощной грозе, имея возможность отступить, продолжает полет и летит в грозу над Кордильерами, летит, упоенный полетом на верную смерть. Ривьер же, рано утром, когда уже стало ясно, что пилот Фабьен погиб, отправляет в полет следующий самолет.

Конечно, как и положено, в романе есть грозовая ночь, небо и звезды, и женщина — жена Фабьена.

Но есть и дело, которое делают мужчины — Ривьер и Фабьен.

У читателя может возникнуть вопрос о праве директора Ривьеры посылать людей в столь опасные полеты, фактически на смерть. Антуан де Сент-Экзюпери отвечает на этот вопрос так: *«Хоть человеческая жизнь дороже всего на свете, но мы всегда поступаем так, словно в мире существует нечто ещё более ценное, чем человеческая жизнь... Но что?»*

Своей жизнью и смертью, своими произведениями Антуан де Сент-Экзюпери показал, что он-то нашел ответ на этот вопрос.



В заключение позволю себе привести несколько цитат из произведений Антуана де Сент-Экзюпери.

«Но если я готов дать лишь самому себе, я ничего не получаю, потому что я не создаю ничего такого, от чего я не отделим, а значит, я — ничто.

Работая только ради материальных благ, мы сами себе строим тюрьму.

Быть человеком — это и значит чувствовать, что ты за все в ответе.

Есть только одна подлинная ценность — это связь человека с человеком.

Слишком много в мире людей, которым никто не помог пробудиться.

Умирают за дом, но не за вещи и стены. Умирают за собор — не за камни. Умирают за народ — не за толпу.

Ты построил свой тихий мирок, замуровал наглухо все выходы к свету, как делают термиты. Ты свернулся клубком, укрылся в своем бытовательском благополучии, в косных привычках, в затхлом провинциальном укладе, ты воздвиг этот убогий оплот и спрятался от ветра, от морского прибоя и звезд. Ты не желаешь утруждать себя великими задачами, тебе и так немало труда стоило забыть, что ты — человек».

Показеев К.В.



ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ЗАНЯЛ 16-е МЕСТО В ПРЕДМЕТНОМ РЕЙТИНГЕ U.S. NEWS BEST GLOBAL UNIVERSITIES ЛУЧШИХ УНИВЕРСИТЕТОВ МИРА

МГУ вошёл в топ-20 вузов в международном предметном рейтинге U.S. News Best Global Universities 2021 по направлению «физика». В рейтинге, опубликованном американским журналом U.S. News & World Report, физический факультет занял 16-ое место в мире и 1-ое место в России. По показателю «количество публикаций» факультет расположился на 7-ой позиции в рейтинге. МФТИ, МИФИ и НГУ обеспечили себе место в топ-50.

В глобальном рейтинге от U.S. News & World Report МГУ занял 285 место. Всего в общем рейтинге этого года представлено 1499 университетов из 86 стран.

Согласно методологии рейтинга, наибольшие веса имеют показатели: глобальная исследовательская репутация, региональная исследовательская репутация (регион определяется на основании данных ООН) и количество публикаций, входящих в 10% наиболее цитируемых публикаций.

Пресс-служба физического факультета МГУ

УЧЁНЫЕ МГУ ПРЕДЛОЖИЛИ НОВЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЁГКИХ БОЛЬНЫХ COVID-19

Учёные физического факультета и факультета фундаментальной медицины МГУ провели исследование легких человека с демонстрацией возможности визуализации всего объема лёгких методом МРТ на ядрах фтора-19 (^{19}F МРТ) в слабом магнитном поле (0.5 Тл). Это исследование выполнено в рамках междисциплинарной научно-образовательной школы «Фотоника и квантовые технологии. Цифровая медицина». Не вполне удачные попытки подобных исследований с участием фторсодержащих газов уже предпринимались, но только в полях, больших 1.5 Тл. Важным результатом проведенных в МГУ работ является применение метода ^{19}F МРТ именно в слабом поле, поскольку поля более 1 Тл не могут использоваться в магнитах открытого типа и компактных переносных МРТ-сканерах, необходимых для экспресс-анализа дыхательных путей и более широких, нежели сейчас, клинических применений.



Новый подход применения фторсодержащих агентов кроме решения морфологических проблем пульмонологии дает ещё одну уникальную возможность функциональной диагностики дыхательной системы, что является крайне востребованным при заболеваниях, связанных с поражением лёгких, в том числе при коронавирусе. Результат работы учёных МГУ опубликован в международном журнале *Magnetic Resonance in Medicine* (Q1). Отмечая особую ценность этой публикации, редакция поместила представленные в статье изображения на лицевую обложку журнала.

Такие заболевания, как коронавирусная пневмония, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), астма, рак легких, ОРВИ и др. требуют постоянного систематического мониторинга их протекания и лечения. В их диагностике используются в основном методы флюорографии и КТ, реже — методы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и одnofотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ). Для мониторинга пневмонии у больных COVID-19 сегодня чаще всего применяется КТ. Однако все эти методы не годятся для многократной систематической диагностики, так как используют вредное для организма ионизирующее излучение.

Команда исследователей физического факультета, факультета фундаментальной медицины МГУ и ИНЭОС РАН предложила для визуализации легких доступный и малозатратный метод МРТ на ядрах фтора-19 в слабом поле (0.5 Тл) с использованием фторсодержащих газов как контрастных агентов. Предложенный метод безопасен и намного более информативен, чем указанные выше аналоги.



«Потенциально МРТ является идеальным инструментом визуализации легких, поскольку этот метод неинвазивный, не использует ионизирующего излучения и может проводиться многократно и систематически. Переход такого рода измерений в слабые поля всегда считался проблематичным из-за меньшей чувствительности метода. В нашей работе была решена задача кардинального повышения чувствительности слабопольной МРТ на ядрах фтора за счет применения нового контрастного агента (газ октафторциклобутан), который ранее не использовался для этих целей. Высокая чувстви-



тельность этого газа в 19F МРТ, а также ряд его положительных релаксационных характеристик позволили получать отчетливые 3D 19F МРТ изображения легких человека всего за 40 сек в поле 0.5 Тл, а также неизменно изучать параметры функциональной деятельности легких — формирования фиброзных патологий, процессов оксигенации легочных тканей», — рассказала аспирант физического факультета, сотрудник лаборатории магнитной томографии и спектроскопии факультета фундаментальной медицины Ольга Павлова, автор статьи и представленной к защите* кандидатской диссертации по новым методам МРТ на ядрах фтора.

Эти методы пока не применяются в клинической практике, но активно используются в преclinical биомедицинских исследованиях. Сами же фторированные газы интактны, многие из них в клинике хорошо известны и применяются для контрастирования изображений в ультразвуковой диагностике и офтальмологии (в глазной хирургии), что позволяет без проблем переходить от доклинических исследований на лабораторных животных к людям. Соавтор статьи сотрудник ИНЭОС РАН Лев Гервиц уверен, что газ октафторциклобутан особенно перспективен как контрастный агент при МРТ-визуализации. Входящие в молекулу этого газа 8 магнитно-эквивалентных ядер фтора-19 создают интенсивную синглетную линию в спектре ЯМР, формируя мощный МРТ-сигнал на ларморовой частоте ядер фтора.

Работа проводилась на 0.5-Тл МРТ-сканере, предназначенном для клинических и научных применений. Этот томограф входит в комплекс уникальных научных установок (УНУ) в составе приборов центра коллективного пользования МГУ «Биоспектротомография».

«Отличительной особенностью этого сканера является то, что он имеет открытое программное обеспечение, позволившее адаптировать его на регистрацию не только ядер водорода (т.е. протонов), но и целого набора таких перспективных для функциональной диагностики ядер, как натрий-23, фосфор-31, углерод-13 и фтор-19. Более того, разработанные доктором физико-математических наук Николаем Анисимовым новые элементы приемопередающего тракта сделали этот прибор единственным в мире устройством, способным регистрировать МРТ сигнал в общей сложности на 10-



ти различных ларморовых частотах», — прокомментировал профессор кафедры фотоники и физики микроволн физического факультета Юрий Пирогов, координатор ЦКП «Биоспектротомография» и руководитель представленных в статье исследований.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного гранта РФФИ.

Пресс-служба физического факультета МГУ

***Примечание главного редактора:**

16.11.2020г. Ольга Павлова блестяще защитила под руководством академика В.Я. Панченко и профессора Ю.А. Пирогова кандидатскую диссертацию на тему "Новые методы магнитно-резонансной томографии на ядрах фтора-19".

ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ ЮЖНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЮСА ЗЕМЛИ В КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ОИС ВМФ «АДМИРАЛ ВЛАДИМИРСКИЙ»*

Для Земли магнитное поле является жизненно важным в глобальном смысле. Оно защищает все живое на Земле, созданную человечеством инфраструктуру технических средств и систем по всей планете от протонов, электронов солнечного ветра высоких энергий и галактических космических лучей.

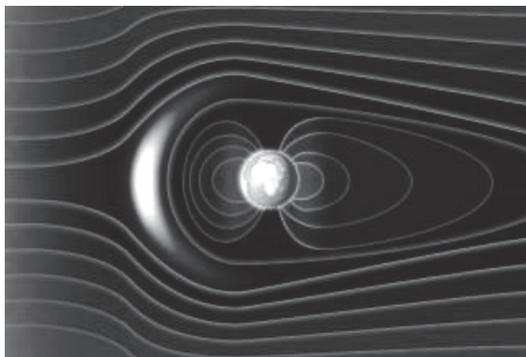


Рис. 1. Модель обтекания солнечного ветра вокруг магнитосферы Земли

Эти потоки, возмущая магнитосферу и ионосферу Земли, «доносят» вариации магнитного поля до поверхности Земли. Вклад поля вариаций в

общее магнитное поле Земли (МПЗ) может достигать 5–10%. Состояние магнитного поля в околоземном космическом пространстве и на поверхности Земли контролируют многочисленные космические аппараты, в частности российские геостационарные спутники гидрометеорологического и гелиогеофизического назначения серии «Электро-Л», а также наземные магнитные обсерватории, основной из которых в России является Государственная наблюдательная сеть Росгидромета.

Необходимо отметить, что значительные изменения магнитного поля, происходящие, в первую очередь, во время интенсивных солнечных вспышек, провоцируют на Земле магнитные бури, относящиеся к категории опасных гелиогеофизических явлений. Магнитные бури по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения могут представлять серьезную угрозу энергетическим системам, протяженным трубопроводам, системам связи, навигации, космическим аппаратам, другим высокотехнологичным системам и могут наносить значительный материальный ущерб. Также магнитные бури в отдельных случаях могут влиять и на здоровье людей. Поэтому магнитные наблюдения являются важнейшей частью Государственной наблюдательной сети.

Важно также знать место расположения магнитных полюсов Земли. Было установлено, что заряженные частицы солнечного ветра и приходящие из дальнего космоса наиболее близко проникают к поверхности Земли в области так называемого аврорального овала, центрированного вокруг магнитных полюсов и отстоящего от них примерно на 10–20 градусов (рис. 2). В этих зонах наблюдается наибольшее влияние частиц солнечного ветра на ионосферу, повышенный радиационный фон, повышенный уровень вариаций магнитного поля Земли, полярные сияния.

а)

б)

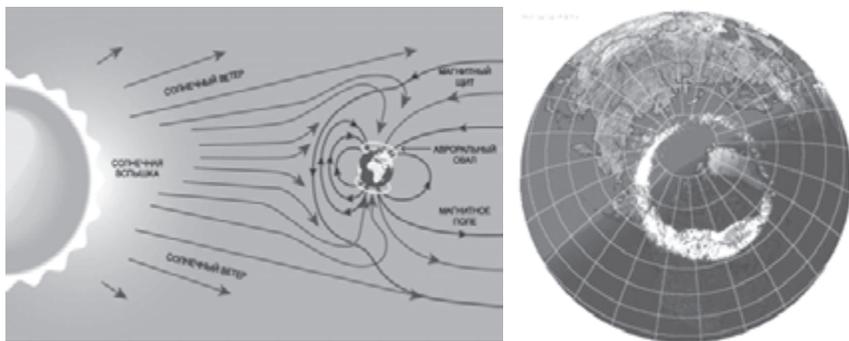


Рис. 2. а) Движение частиц солнечного ветра в магнитном поле Земли, б) Авроральный овал полярных сияний (моделирование по съемкам спутника IMAGE)

Источники главного магнитного поля находятся в земном ядре. Вклад главного поля в МПЗ для большинства районов Земли является определяющим и варьируется от 80 до 98 %. Исследования показали, что главное поле изменяется со временем, для него характерно наличие вековых вариаций. В последнее время эти изменения сильно ускорились. Определение параметров главного поля (рис. 3) производится по международным моделям, основными из которых являются: IGRF (International geomagnetic reference field) и WMM (World Magnetic Model).

МПЗ создается в результате конвекции в металлическом внешнем жидком ядре Земли, где самогенерирующее действие динамо не дает полю затухнуть. Детальная физика работы геодинамо в настоящее время не вполне изучена. В настоящее время наблюдается тенденция уменьшения дипольного магнитного момента Земли, формируется отрицательная магнитная аномалия в Южной Атлантике, где поле на поверхности Земли сейчас примерно на 35% слабее среднего. Если эта тенденция сохранится, то это может привести к распаду дипольного поля.

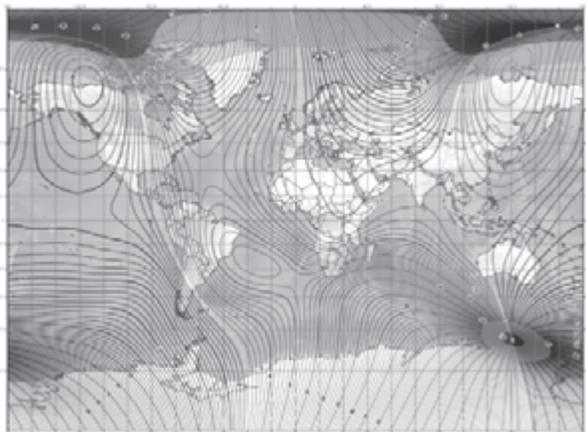
При исследовании пространственной структуры главного магнитного поля Земли и динамики его изменений большое значение имеют измерения магнитного поля на акватории Мирового океана, поскольку там практически отсутствуют магнитные обсерватории. Ключевыми районами, где проведение измерений помогает корректировать глобальные модели геомагнитного поля, являются приполярные области, т.е. области близкие к южному и северному магнитным полюсам. Исследование особенностей миграции магнитных полюсов Земли способствует пониманию природы генерации главного магнитного поля.

Исследования дрейфа магнитных полюсов

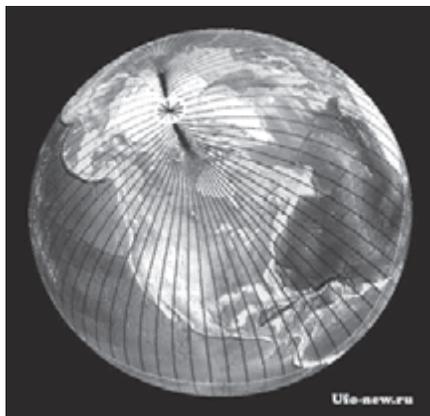
Магнитный полюс — это блуждающая точка на поверхности северного и южного полушария Земли, где геомагнитное поле направлено вертикально (горизонтальная составляющая равна нулю). Несмотря на то, что все линии равного магнитного склонения сходятся на магнитном полюсе, склонение на самом полюсе не определено. В полярных областях сходимостью к полюсам линий горизонтальной составляющей магнитного поля не является «радиальной» (рис. 3). Такая особенность является результатом вклада в магнитное поле недипольной составляющей.

До 2019 г. для расчета главного поля использовались модели эпохи 2015 г. Во все эпохи шел дрейф магнитных полюсов. Скорость дрейфа Северного магнитного полюса в 70-х годах составила 10 км/год, 2001 г. — 40 км/год, 2004 г. — 60 км/год, 2015 г. — 48 км/год. Начиная с 2016 г. необычно большая скорость, с которой смещается Северный магнитный полюс Земли, привела к серьезным ошибкам в расчетах по модели 2015 г. В начале 2019 г. невязка определения Северного магнитного полюса составила порядка 40 км. Для устранения такого рода ошибок с начала

2019 г. началось досрочное обновление международных моделей МПЗ. В конце 2019 года Национальным геофизическим центром данных США (NGDC) модель главного геомагнитного поля была обновлена до версии WMM-2020 (рис. 3а). В декабре 2019 г. Международной ассоциацией геомагнетизма и аэронавтики (IAGA) также была выпущена очередная версия модели — IGRF-13.



а)



б)

Рис. 3. а) Карта магнитных склонений модели главного МПЗ WMM 2020 (<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/>), б) линии горизонтальной составляющей главного магнитного поля Земли

С меньшими скоростями и не соосно изменялось и положение Южного магнитного полюса (ЮМП). На рис. 3а хорошо виден узел схождения магнитных склонений около Южного магнитного полюса. Видно, магнитное поле в этой области более дипольное, чем в районе Северного магнитного полюса.

Задача определения положения ЮМП имеет длинную историю. Первые геомагнитные измерения (измерения склонения) в Антарктическом регионе были выполнены в ходе второй кругосветной экспедиции Дж. Кука (1772–1775 гг.). Однако оценок местоположения ЮМП не делалось. Первое экспериментальное определение местоположения ЮМП было выполнено в ходе кругосветной антарктической экспедиции русских мореплавателей Беллинсгаузена и Лазарева (1819–1821 гг.). Вскоре после экспедиции к Северному магнитному полюсу немецкий физик К. Гаусс рассчитал на основе сферического гармонического анализа нахождение ЮМП в точке с координатами 66° ю.ш., 146° в.д. Достичь ЮМП и провести инструментальные измерения удалось только 16 января 1909 года Британской антарктической экспедиции под руководством Эрнеста Шеклтона (экспедиция «Нимрода»). Далее положение ЮМП определялось в 1912, 1931, 1951, 1962 гг. (рис. 4).

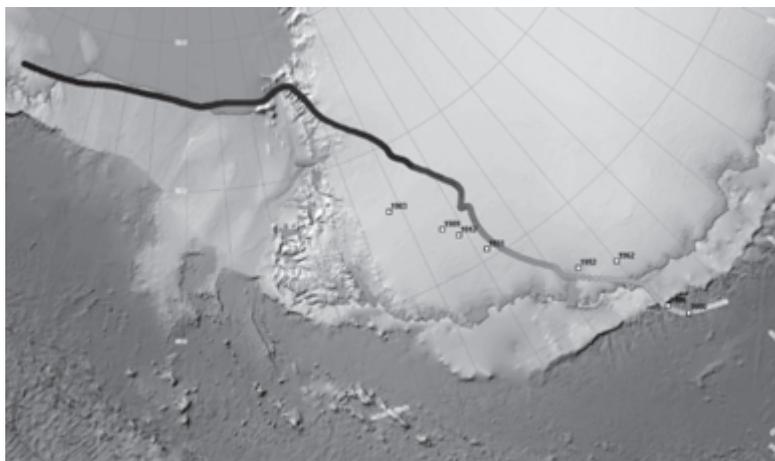


Рис. 4. Смещение южного магнитного полюса. Желтыми квадратами обозначены места инструментального определения магнитного полюса (<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/GeomagneticPoles.shtml>)



Продолжая традиции русских мореплавателей и первооткрывателей Антарктиды Лазарева и Беллинсгаузена, моряки ВМФ СССР определяли местоположение Южного магнитного полюса во время первой кругосветной экспедиции на ОИС "Адмирал Владимирский" и ОИС "Фаддей Беллинсгаузен" (1982–1983 гг.).



Рис. 5. ОИС «Адмирал Владимирский» и участники Кругосветной антарктической экспедиции ВМФ СССР (1982–1983 гг.)

Последнее инструментальное определение южного магнитного полюса проведено австралийской геологической службой на судне Sir Hubert Wilkins в 2000 г.

Определение координат ЮМП в кругосветной экспедиции ВМФ ОИС «Адмирал Владимирский» 2019–2020 гг.

В 2019–2020 гг. по решению Министра обороны в честь 200-летия открытия Антарктиды и 250-летия со дня рождения адмирала И.Ф. Крузенштерна успешно проведена кругосветная экспедиция на океанографическом исследовательском судне (ОИС) ВМФ «Адмирал Владимирский». Одной из задач антарктической экспедиции являлось инструментальное определение координат Южного магнитного полюса в море Дюрвиля (около Земли Адели Антарктиды) и определение невязки магнитного полюса по мировым моделям. Эту задачу на ОИС выполняла объединённая геофизическая группа ФГБУ «ИПГ», МГУ им. М.В. Ломоносова (физический и геологический факультеты), ИЗМИРАН и АО «Южморгеология» при поддержке Русского географического общества, Гидрометеорологической службы ВС РФ, Гидрографической службы ВМФ.

Измерения параметров магнитного поля в составе геофизической группы экспедиции проводили: Илья Грушников — кафедра физики Земли физического факультета МГУ (г. Москва), Вадим Солдатов, — ИЗМИРАН (Санкт-Петербург), Михаил Кузякин — Южморгеология (г. Геленджик).

Определение характеристик МПЗ (модуля и полного вектора индукции магнитного поля) в Мировом океане является сложной задачей из-за наведенного магнитного поля корабля, отсутствия в океане магнитовариационных станций, необходимости применения буксируемых морских магнитометров. Для решения измерительных задач в экспедиции использовалось два типа приборов. Во-первых, классические буксируемые протонные магнитометры, которые измеряют модуль полного вектора индукции магнитного поля (рис. 6). Их работа осуществлялась в дифференциальном режиме для учета вариаций магнитного поля. Измерения параметров МПЗ производились двумя гондолами, буксируемыми последовательно друг за другом на расстоянии не менее 300–400 м за судном, чтобы минимизировать влияние магнитного поля корабля.



Рис.6. Работа с протонными морскими магнитометрами на борту ОИС «Адмирал Владимирский»

В ходе съёмки были дополнительно использованы трёхкомпонентный феррозондовый магнитометр — корабельный магнитовариационный комплекс MVC-2 (разработка ИЗМИРАН) и магниторезистивный компонентный магнитометр. Вся аппаратура располагалась на корме судна в магнитометрической лаборатории с целью уменьшения влияния магнитного поля корабля на показания приборов.

Работы по инструментальному определению ЮМП были проведены в сложных метеоусловиях в начале апреля 2020 г. по плану экспедиции. Несмотря на сильные шторма в Южном океане — ветер более 30 метров в секунду и 7-метровые волны, — команда «Адмирала Владимирского» выполнила одну из основных задач экспедиции.

Для определения положения магнитного полюса экспедицией были проведены площадные морские магнитометрические работы с использованием трёхкомпонентного и протонного морского буксируемого магнитометров, по результатам которых было определено положение Южного магнитного полюса. 6 апреля 2020 года судно «Адмирал Владимирский» прибыло в район предполагаемого положения ЮМП в море Дюрвиля в районе Земли Адели Антарктиды. Более 48 часов специалисты и члены команды непрерывно проводили съёмки параметров магнитного поля.

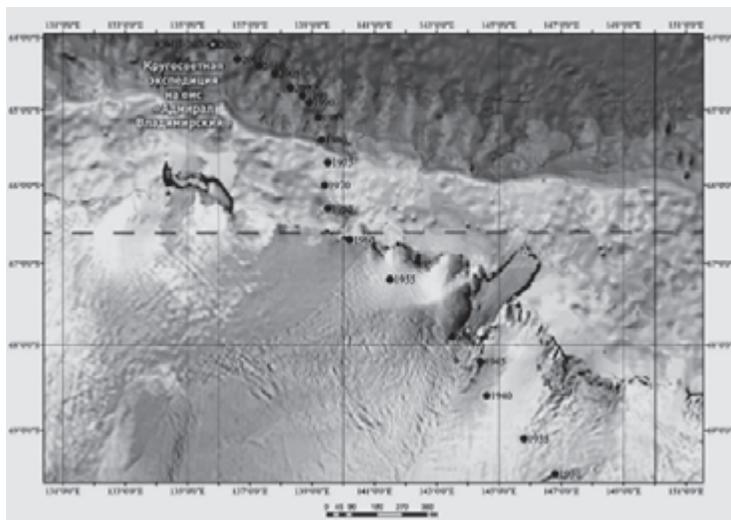


Рис. 7. Характер движения ЮМП с 1930 г по 2015 г и положение ЮМП по результатам экспедиции ОИС «Адмирал Владимирский» в 2020 г.

О том, что корабль находился непосредственно в районе местонахождения МПЗ, свидетельствовала, например, и "сошедшая с ума" стрел-

ка компаса, которая меняла направление вместе с судном, разворачивалась на 180 градусов, беспричинно крутилась во все стороны.

Для параметрического определения положения ЮМП заранее была спроектирована площадная сеть наблюдений. На рис. 7 отмечены положения полуса по данным международной модели геомагнитного поля IGRF-13 в 2020 году, а также за предыдущие годы. Можно заметить, что его траектория описывается кривой линией. В полученные данные внесены поправки по магнитным вариациям на день проведения съёмок, взятые с ближайших магнитных обсерваторий: Дюмон-Дюрвиль (Франция) в Антарктиде и на острове Маккуори (Новая Зеландия).

Результаты работ экспедиции и схема движения ЮМП была представлены специалистами ФГБУ «ИПГ», МГУ имени М.В. Ломоносова на Международном военно-техническом форуме «Армия 2020» 23–30 августа 2020 г.

Фотографии с ОИС «Адмирал Владимирский» предоставлены членами экспедиции 2019–2020, 1982–1983 гг., пресс-службой РГО и РИА Новости.

Литература

1. Кузнецов В.В. Прогноз положения южного Магнитного Полюса на 1999 г. ДАН. 1998-б. Т. 361. № 2. С. 348–251.
2. Решетняк М.Ю., Павлов В.Э. Эволюция дипольного геомагнитного поля. Наблюдения и модели, Геомагнетизм и аэрономия. 2016 том 56, № 1, с. 117.
3. Осипов О.Д., Минлигареев В.Т., Максимочкин В.И. и др. Исследование дрейфа Южного магнитного полюса Земли и магнитного поля Мирового океана в кругосветной экспедиции ОИС ВМФ «Адмирал Владимирский» // Русское географическое общество. Сайт. 08.06.2020. <https://www.rgo.ru/ru/article/chto-novogo-uznali-uchyonye-o-dreyfe-magnitnogo-polyusa-zemli-i-magnitnogo-polya-mirovogo> (дата обращения: 06.10.2020).
4. В. Т. Минлигареев, А. В. Алексеева, Ю. М. Качановский, и др. Картографическое обеспечение магнитометрических навигационных систем робототехнических комплексов//Известия ЮФУ. Технические науки. Тем. вып. «Перспективные системы и задачи управления». – Ростов-на-Дону, 2019. -№ 1 (203). - С. 248–258.

*Профессор Максимочкин В.И., Грушников И.Ю.,
физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
д.т.н Минлигареев В.Т.,*

Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова

***Примечание Главного редактора:** О ходе экспедиции помещена статья в №2(143) «Советского физика».



О РАБОТЕ НА ДИСТАНЦИОНКЕ

Работа на дистанционке — счастье для преподавателя? Как бы не так!

Казалось бы, намного легче вести пары из дома — никуда не надо ехать в метро, в давке, можно и поспать подольше. Не надо стоять у доски... Однако всё прекрасно лишь на первый взгляд: сложностей намного больше. Во-первых, любой преподаватель согласится с утверждением, что времени на подготовку уходит катастрофически много. Во-вторых, если не видишь глаз, как понять, действительно ли все понятно? Проблема контакта усложняется. Наконец, важен вопрос об адекватной оценке знаний.

Каждый придумывает, как выйти из создавшегося положения, по-своему. И это, конечно, хорошо! Есть возможность творческого подхода. Мы с коллегами обменивались опытом, чего мне только не рассказывали! Даже удивительно.

А наша история довольно проста. Но этим-то она нам и нравится.

Мои студенты (5-й курс мехмата, у которых мы ведем занятия по теоретической физике) по моей просьбе организовали коллективный чат в WhatsApp и пригласили туда меня. После этого организация занятий стала чрезвычайно проста. Я заранее писала семинар на обычных листочках, фотографировала их и «сбрасывала» в чат. В назначенное время все желающие (а их почему-то оказывалось всегда больше, чем на очных занятиях) заходили в чат, и занятие начиналось. Мы вместе просматривали эти записи — так, как будто они сейчас пишутся на доске, и я по ходу просмотра комментировала их. Тут надо отметить два нюанса. Во-первых, надо было писать не «для себя», а так, чтобы было понятно читающему этот материал впервые. Трудно описать, сколько бумаги я при этом загубила! Потому что это не так просто. Начинаешь, а потом понимаешь, что это не то. Это даже не как книга, а как письма другу, которому надо рассказать и объяснить непростые, но важные вещи. Во-вторых, надо было посылать записи заранее. Знаете почему? Потому что мои студенты попросили! Они их, оказывается, заранее читали, переводили в pdf и выкладывали в каком-то месте в Интернете, адрес которого скинули сюда же, в чат. Чтобы всем было удобно пользоваться. Я посмотрела. Такая красота! Признаюсь, я моих студентов не просто зауважала. Я преклоняюсь! Стала бы я так морочиться?! Да ни за что! А они... И это те самые люди, которые в начале сентября приходили с настроением «да зачем эта физика вообще нужна...»

Ну конечно, я до экзамена не стала им сообщать, что преклоняюсь. Хотя бы потому, что собиралась устроить им Экзамен. А как же? Посчи-



тайте сами: математики, с их вечным «да зачем эта физика» + препод где-то там, далеко + я дома, за своим компом, на который можно развесить сколько угодно шпор = ? Ну конечно, должна была получиться халтура. Значит, надо было придумать, как организовать экзамен, чтобы вместо него не получилась эта самая халтура. Поэтому я честно предупредила, что будет Экзамен. Что у меня нет никаких сомнений, что билеты будут списаны. Хорошо, можно их списать. Но разговор будет не только по билету (если не на «тройку»), а по всему курсу. Поэтому экзамен будет длиться примерно час. Чтобы жизнь медом не казалась.

Где вы, создатели системы учета педнагрузки, с графой «экзамен не больше 0.5 часа на студента»? Очень скоро жизнь перестала казаться медом мне. Но зато результаты превзошли все мои ожидания.

Во-первых, ребята почему-то хорошо готовились. Нет, конечно, билеты списывали. И шпоры писали. Это же очевидно! Взгляд, блуждающий вне экрана в поисках ответа на вопрос. Но! Грамотно написанные шпаргалки — это тоже работа и хорошее учение. Поэтому как-то раз, когда их использование было особенно очевидно, попросила: «Покажите, пожалуйста, ваш компьютер.» — «Э-э-э...» — было минутное замешательство, камеру развернули, ну и... Я внимательно просмотрела шпаргалки и сказала, что добавляю за грамотно подготовленный справочный материал полбалла.

И потом, кто сказал, что на экзамене нельзя задавать вопросы, которые нигде не спишешь, над которыми надо просто немного подумать?

Во-вторых, было совершенно очевидно, что сдававшие сбрасывают информацию всем остальным. Типа «что она спрашивает». И оказалось, что мои коронные вопросы, т.е. то, что надо знать обязательно, знают все, на зубок. Так это же здорово! В прежние годы практически невозможно было добиться такого результата.

В-третьих, ребята комментировали семинары. И оказалось, что им понравился этот способ проведения занятий. Многие говорили, что такой формат полезен, т.к. остается полная запись семинаров (лекций), фото и аудио частей. Очень удобно готовиться к экзамену. Мне даже предлагали сделать что-то подобное для будущих поколений, когда дистанционные занятия будут уже не нужны. (Кстати, занятия в этом формате обходятся университету совершенно бесплатно.)

В-четвертых, оказалось, что нашего студента голыми руками не возьмешь, и это радует. Какому-то коронавирусу он не по зубам! Несмотря на карантин, на дистанционку и все обстоятельства, ребята сумели учиться с интересом и сдать (физику!) хорошо. И очень приятно было чувствовать, что мы с ними — по одну сторону баррикады. Не только на занятиях, но даже на экзаменах! Вот что удивительно.



Что касается этого семестра, то тут есть своя специфика. Она заключается в том, что я пока не видела глаз своих студентов. Со «старыми» студентами мы раньше встречались. Так что на занятиях каждый из них был для меня знакомой личностью, и я «видела» их. (А как мы радовались «встрече» во время видеозвонка на экзамене! Обстановка моментально разряжалась.) А моих «новеньких» я не видела никогда. И очень волновалась, как будет устанавливаться контакт. Нельзя сказать, что сразу. Но, кажется, получилось! Кстати, вначале один мальчик спросил: «Почему мы занимаемся не в Zoom?» Но уже в конце занятия кто-то сказал: «Очень удобный формат». И этот мальчик, кстати, стал вполне активным участником семинаров, используя характерные особенности WhatsApp.

В начале занятия — переключка. Безо всяких задних мыслей «сообщу в учебную часть». Просто мне так удобнее — говорить не в пустоту. И интересно, кто пришел. Конечно, я понимаю, что кто-то может отметить и уйти пить кофе. Но это дело каждого. Если человек хочет послушать и иметь возможность задать вопросы — будем рады.



Вопросы задают. И я задаю, по ходу дела. Отвечают, и правильно отвечают! И я радуюсь. Значит, что-то понятно, несмотря ни на что. Небольшие контрольные устроить легко. Решения совсем простые можно в группе, а посложнее — лучше «в личке». И домашние задания тоже.

Теперь ждем зачетов. Наконец-то увидим друг друга! Но я теперь почему-то уверена, что и с этим все будет хорошо. И мы с ребятами опять будем по одну сторону баррикад. Другую, чем коронавирус.

*Доцент кафедры теоретической физики
Г. А. Кравцова*

КОРОНАВИРУС И ДИПЛОМ (ИЛИ КАК ПОЛУЧИТЬ НЕДОСТАЮЩИЕ ДАННЫЕ В УСЛОВИЯХ САМОИЗОЛЯЦИИ)

Когда студенты, а особенно студентки, приходят к научному руководителю парами и никогда не расстаются, ничего хорошего не жду: мышление — процесс интимный, это вам не Ильф и Петров, «Двенадцать стульев». Тусить хорошо вдвоем, а думается лучше в одиночку. Лиза и



Надя пришли ко мне именно вдвоем, симпатичные, живые, веселые, но, правда, вдвоем. Но, оказалось, обе — отличницы. И в глазах неподдельный интерес, и не зевают, когда что-то по их будущим темам рассказываешь, употребляя непонятные пока им слова. Когда даешь статью почитать, не воспринимают ее как очередные «тыщи», которые привыкли читать на английском, а смотрят не только основной текст, но и по ссылкам пройдутся. Вопросы задают нетривиальные, на которые не всегда и ответишь. Одним словом, приятное общение с молодым поколением и ощущение, что физикой будет кому заниматься.

Елизавета Рубцова, или «Лучшие друзья девушек — это бриллианты»



Елизавета Рубцова: соблюдаем технику безопасности по-немецки

В качестве темы научной работы Лизе досталось исследование новых материалов на основе алмаза для регистрации рентгеновского излучения источников синхротронного излучения четвертого поколения, в частности, Европейского лазера на свободных электронах XFEL. Работаем в сотрудничестве с лабораторией В.И. Ральченко из ИОФРАН, сотрудники которой растят уникальные образцы, а также с А. Кохом с XFEL, отвечающим там за люминесцентные детекторы, который, собственно, «заказывает музыку»: формулирует требования к новым материалам и присылает интересные вопросы по полученным на лазере неожиданным результатам, например, по непропорциональной зависимости ин-



тенсивности люминесценции от плотности возбуждающего излучения. Тот, кто в теме, может возразить, что это давно исследуется, но тут какой динамический диапазон! И очень короткие импульсы, и различные временные интервалы между ними.

Нам было предоставлено время для измерений на рентгеновской станции P23 накопителя PETRA III немецкого центра синхротронного излучения DESY, и оставались кое-какие средства на финансирование поездки. Первая реакция «местных» на появление Лизы, когда они узнавали, что она студентка четвертого курса, была: «А-а-а, на экскурсию привезли!», но очень скоро отношение изменилось. Для наших измерений использовалось не только штатное оборудование станции, но специально создавалась оконечная станция для люминесцентных измерений с пикосекундным временным разрешением силами группы сотрудника DESY с другой станции (Р66, пока не запущенной в эксплуатацию) А. Котлова, а также коллегами из университета Тарту, Эстония, из которых особенно хочется отметить С. Омелькова, стараниями которого и появилась возможность проведения временных измерений. Таким образом, Лиза сразу начала работать в международном коллективе, в котором, правда, все говорили по-русски, включая station scientist P23 Д. Новикова. Отметим, что русский на DESY — второй язык, а может быть, и первый; в выходные и по ночам (работы ведутся 24/7) точно первый!

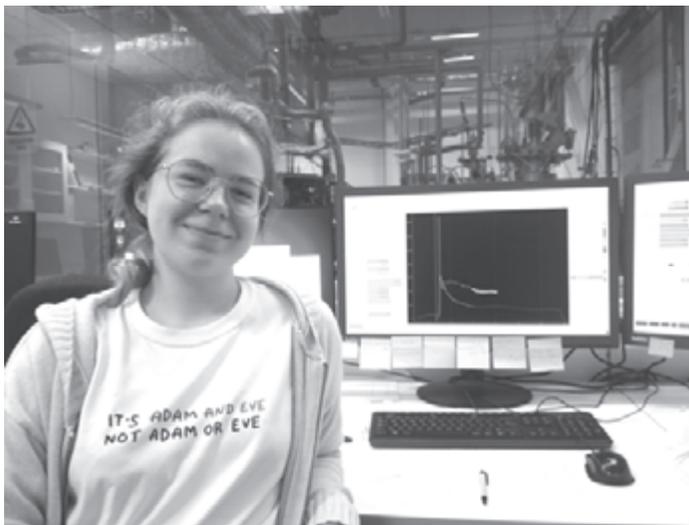
Сначала все собирали, настраивали и тестировали, Лиза все отслеживала, запоминала и записывала. Это очень пригодилось уже потом, в Москве, при обработке данных, весь оригинальный, написанный С. Омельковым (следовательно, не ориентированный на пользователя), «софт» у нее в рабочем состоянии, детали измерений где-то зафиксированы. Так приятно спросить: «А что там у нас с быстрой и медленной компонентами на образце D1?» — и у тебя на почте нужная картинка; «Кинетику подгоняли?» — и тебе на выбор предлагаются 3 варианта. Редко так балуют научного руководителя. Я очень рада, что Лизе удалось поработать с новейшим оборудованием. Относилась она к нему очень бережно, так что Д. Новиков решил ее похвалить: «Лиза, смелее, можете крутить, что хотите! Можете ломать, все, что угодно. Мы починим, мы здесь специально для этого!» А вот Надю надо было скорее сдерживать, чем поощрять на дерзкие эксперименты. Итак, перенесемся в маленький шведский городок Лунд, на очень современный накопитель MAXIV.

Надежда Тарабрина, или трибромид метиламмония-свинцартути

Про трибромид — не абракадабра, а состав исследуемых Надей образцов $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Pb}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Br}_3$, очень «модных» в настоящее время, по которым выходит еженедельное новостное письмо, а раз в год проводится



международная конференция. Они очень перспективны для использования в солнечных батареях (эффективность электрического преобразования превысила 22 %) и имеют массу перспективных сфер использования, таких как сцинтилляторы, светоизлучающие диоды, фотоприемники и т.д.



Надежда Тарабрина: радость первых результатов

Наде тоже повезло поучаствовать в измерениях на новой финско-эстонской станции FinEstBeAMS на ондуляторе сравнительно нового накопителя MAXIV. Шведы копейки не считают, поэтому на станции с десятков экранов-мониторов, на которые можно выводить еще большее число параметров, вот только инструкция для пользователей по проведению измерений пока не написана (точнее, не является самодостаточной). Station scientist К. Черненко (опять соотечественник!) проводит вводный инструктаж, а после него постоянно готов помогать, но измерения тоже 24/7, а он живой человек: то поспать, то поесть надо. Так что надежда только на внимание, память, сообразительность и Надежду. К счастью, Надежда была со мной и все получилось! Настройка на образец (пучок возбуждающего излучения имеет размеры 100×100 мкм, а на держателе образцов в криостате порядка 20 разных образцов) напоминает замысловатую позу йоги: одна рука прокручивает 3d подвижку по вертикали, а глаз фиксирует, на какой образец попадает возбуждающее излучение по пятнышку люминесценции (возбуждение невидимо глазом), потом положение образца оптимизируется по двум другим направлениям с кон-



тролем за уровнем сигнала. Все ярко светящиеся образцы исследованы уже до нас, остались такие, люминесценция которых мой глаз не видит. А Надин видит! И скручивание по-шведски, когда одна рука в одну сторону, другая в другую, а голова вниз — и всматриваешься, всматриваешься в темноту, выискивая фотоны, ей очень удается. Одним словом, без нее эксперимент был бы невыполним.



Настройка на образец

Вот какой сюрприз преподнесли наши трибромиды: когда настраиваешься, пятнышко люминесценции зеленое; поизмеряешь какое-то время — оно оранжевое, а поисследуешь подольше — оно уже синее! В прямом смысле измеряли до посинения! Редкий случай, когда даже после монохроматизации фотонов было слишком много и многим образцам не хватало радиационной стойкости. Надя и обратила внимание на этот эффект, и объяснить попыталась. И ночью, когда вылетел управляющий станцией компьютер, не стали вызывать К. Черненко, хотя он предлагал свои услуги, а выкрутились самостоятельно. И пожар у нас был в комнате первичного монохроматора, к счастью, не по нашей вине.

Мое глубокое убеждение, что студентам имеет смысл сразу начинать работать с самым современным оборудованием, они к этому подготовлены, а то, чего не знают, быстро схватывают. Международное сотрудничество им тоже легко дается, к тому же везде есть наши. Для тех, кто считает, что это отчасти туризм: Лизин день рождения на DESY отмечали прямо на станции. Хорошо, что у эстонского коллеги А. Красни-



кова хватило сил сходить за подарком и угощением. А MAXIV находится посреди огромного поля, по которому ночами скачут кролики, Надя непосредственно из аэропорта попала в это поле, а потом в аэропорт и вернулась. “Светскими” вылазками были только походы в комнату с автоматами с едой — единственная возможность подкрепиться вечерами и в выходные: ведь только ученые удовлетворяют свое любопытство без выходных, а в столовых работают нормальные люди.

И Надя, и Лиза написали отличные дипломы, по полученным ими результатам планируется отправить несколько публикаций в хорошие журналы, но для этого необходимы измерения в ближней спектральной области, которые не успели провести из-за самоизоляции. По той же причине их работы не подали на конкурс — без публикаций неконкурентоспособны. И это моя вина. А эта заметка — попытка перед девочками извиниться и сообщить более широкой публике, какие у нас на кафедре есть замечательные бакалавры — Елизавета Рубцова и Надежда Тарабрина — яркие талантливые индивидуальности, очень разные и очень дружные.

PS. В настоящий момент у нас beam time в лаборатории CELIA — The Center for Intense Lasers and Applications (Центр интенсивных лазеров и приложений), Бордо, Франция; по понятным причинам мы в нем участвуем online, пора подключаться к телеконференции — обсуждать программу измерений на сегодня и обрабатывать результаты, полученные французскими коллегами (кстати, выпускниками МГУ) вчера. У Нади и Лизы масса новых впечатлений от работы на фемтосекундном лазере и огромные массивы данных от Z-сканов и кинетик. Обучение продолжается...

*Снс И. Каменских,
кафедра оптики, спектроскопии и физики наносистем*

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ -2020 Г. СЕКЦИЯ ФИЗИКИ”

2020 год стал исключительным годом для нашей планеты. Ещё совсем недавно нельзя было и в страшном сне предположить, что может такого супернеординарного и слишком необыкновенного случиться на нашей Земле, что одновременно затронет всё человечество. Но это случилось! И вот уже девять месяцев мы живём в условиях абсолютно новых и неведомых донныне реалий.



В Московском университете 20 лет проводится уникальная научная конференция “Ломоносовские чтения”. Уникальность её состоит в том, что все факультеты, научно-исследовательские институты, научные и учебные центры Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в течение десяти дней на своих заседаниях обсуждают научные достижения университета за прошедший год. В конференции принимают участие как сотрудники, так и аспиранты, и студенты университета. В этом году — своеобразный юбилей: конференции исполнилось 20 лет с начала её существования.



Как обычно, в начале года был выпущен приказ ректора университета о необходимости проведения ежегодной научной конференции “Ломоносовские чтения–2020 г.” в соответствии с выработанным на протяжении многих лет порядком её проведения. На физическом факультете конференция должна была пройти в одиннадцать подсекциях вместо 10, как в прошлых годах. Было принято решение организовать новую подсекцию “Атомная, ядерная физика и физика космоса”. Срок проведения конференции — 15–25 апреля 2020 г. К концу марта

2020 года была сформирована Программа конференции и собраны практически все тезисы заявленных докладов.

Но как раз в конце марта жизнь в Московском университете была подвергнута кардинальным изменениям — были приостановлены все мероприятия и отменено присутствие на рабочих местах всех сотрудников и студентов. Застыла в стадии неопределённости и конференция “Ломоносовские чтения–2020 г.” Однако в сентябре снова был выпущен приказ ректора о необходимости проведения конференции в октябре 2020 г. в очно-заочной форме. Без указания конкретных дат начала и конца.

Учитывая непростую ситуацию с продолжающейся пандемией и необходимость минимизации непосредственных контактов между участниками конференции, на физическом факультете было принято решение провести конференцию в заочной форме. Это подразумевало, прежде всего, обновление Программы конференции и размещение её на сайтах физического факультета и Московского университета с указанием не только названий докладов, фамилий, и.о. всех председателей подсекций и до-



кладчиков, но и их электронные адреса. Это было сделано для обеспечения возможности обсуждения докладов всеми заинтересованными сторонами.

Кроме этого, каждая подсекция во главе с председателями могла организовывать свои заседания самостоятельно в соответствии с материальными и моральными ресурсами своих участников.

Главным итогом конференции должен был явиться сборник тезисов докладов в электронном виде. Формирование сборника было закончено в конце ноября – начале декабря 2020 года. Достаточно длительное время его формирования связано с тем, что необходимо было учитывать все замечания и пожелания как докладчиков, так и председателей подсекций, выславших их без ограничения по времени. Окончательно в сборник вошло 87 докладов, распределённых по 12 подсекциям.

Таким образом, конференция, процесс проведения которой растянулся на девять месяцев, на физическом факультете состоялась. И несмотря на её нестандартную форму, наши сотрудники проявили активные участие и заинтересованность, по некоторым направлениям даже более активные, чем в прошлые годы.



*Ответственный секретарь
Т.А. Версан*

ФИЗИКА В ЕЕ РАЗВИТИИ

*К 110-летию со дня рождения
Бориса ИВАНОВИЧА СПАССКОГО*

Современный вариант курса "История и методология физики" (до 1992 г. назывался "История физики") возник на физическом факультете МГУ в 40-х годах XX века как насущная потребность преподавания данного предмета для студентов физического факультета.

Данный курс вначале читали А.К. Тимирязев и П.С. Кудрявцев. П.С. Кудрявцев опубликовал три тома "Истории физики" (1948, 1956, 1971). Рассмотрение материала в данном курсе заканчивалось 1925 годом. Позже, работая в Тамбовском педагогическом институте, П.С. Куд-



рявцев опубликовал "Курс истории физики", где изложение заканчивается 1938 годом.

В 1948 г. курс истории физики начал читать Б.И. Спасский. На основе своих лекций он издал "Историю физики" в 2-х томах (1956, 1963, 1964), дополненный и переработанный вариант которой издается в 1977 г. В течение многих лет Б.И. Спасский читал лекции совместно Ц.С. Саранговым. Данный курс на многие годы вперед определил характер преподавания данного предмета в Московском университете.

Б.И. Спасский родился 10 февраля 1910 года в Туле. После окончания средней школы с 1929 по 1930 год работал слесарем на каменноугольной шахте, а с 1930 по 1932 — слесарем на Тульском оружейном заводе. В 1932 году Б.И. Спасский поступил на физическое отделение Московского университета. В 1933 году отделение было преобразовано в факультет, который он и окончил в 1938 году по специальности «теоретическая физика», получив диплом с отличием.

После окончания факультета Б.И. Спасский поступает в аспирантуру Научно-исследовательского института физики, который входил в состав физического факультета, где специализируется по истории физики. Его научным руководителем в аспирантуре стал профессор А.К. Тимирязев.

В мае 1941 года работа над диссертацией была завершена. Кандидатская диссертация на тему: «Основные физические воззрения XVII и XVIII веков и М.В. Ломоносов» досрочно была защищена 18 июня 1941 года.

В начале Великой Отечественной войны Б.И. Спасский уходит на фронт. Он участвует в боях под Москвой, в Курско-Орловской операции, освобождении от оккупантов Витебска и Риги. Войну Б.И. Спасский закончил на Дальнем Востоке. За боевые заслуги Б.И. Спасский был награжден тремя орденами — Красного Знамени (1943), Отечественной Войны II степени (1944), Красной Звезды (1945) и многими медалями. На фронте Б.И. Спасский был командиром взвода, а затем командиром батареи. Он воевал в составе Западного, Прибалтийского и Дальневосточного фронтов.





На физический факультет МГУ Б.И. Спасский вернулся в 1946 году, где начал работать в должности доцента. Он создает свой оригинальный курс истории физики. Вместе с тем много пришлось заниматься и организационной работой. С 1949 по 1953 годы он работал главным редактором Гостехиздата. В 1962 году Б.И. Спасский защитил докторскую диссертацию по теме: «Исследования по истории и методологии физики».

В 1963 году становится профессором и заместителем декана факультета по научной работе. В 1965 году Б.И. Спасскому было присвоено ученое звание профессора. В 1967 году он оставляет должность заместителя декана и продолжает вплоть до последних дней своей жизни руководить работой кабинета истории физики.

В Московском университете Б.И. Спасский читал курсы "История физики", "Общая физика" на физическом факультете и "Основы современной физики" на философском факультете.

На протяжении своей долгой жизни Б.И. Спасский неоднократно выезжал за границу. В сентябре 1965 года участвовал в работе конгресса по истории науки в Польше. В сентябре 1967 года находился в научной командировке во Франции, там же в августе 1968 года участвовал в работе конгресса.

На протяжении многих лет Б.И. Спасский был членом редколлегии сборника «История и методология естественных наук». В этом издании публикуются работы по истории и методологии физики, астрономии и других естественных наук. Б.И. Спасский стоял у истоков создания первой редколлегии сборника в 1960 году. Многие годы Б.И. Спасский был председателем и членом бюро методологического семинара физического факультета. Он работал председателем отделения Советского национального объединения историков науки и техники при МГУ, был членом редколлегии журнала "Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия".

За заслуги в научной и педагогической деятельности Б.И. Спасский награжден орденами Знак Почета и Дружбы Народов, многими медалями.

В 1938 году в ЖЭТФ выходит первая научная работа Б.И. Спасского «Обобщение вильсоновской теории полупроводников», написанная совместно с Д.И. Блохинцевым.

В кандидатской диссертации Б.И. Спасский выражал благодарность А.К. Тимирязеву за постоянное внимание и ценные указания, а также профессору З.А. Цейтлину за обсуждение целого ряда вопросов. В ней впервые был дан анализ работ М.В. Ломоносова в области физики в контексте развития физики и философии XVII и XVIII веков. В результате была доказана оригинальность творчества М.В. Ломоносова как ученого, определено место его научного наследия в физике и в естествознании в целом.



В дальнейшем Б.И. Спасский неоднократно возвращался к исследованию творчества М.В. Ломоносова. В 1961 году выходит книга «Ломоносов как физик», написанная совместно с А.Ф. Кононковым, а в 1986 году опубликована брошюра «Михаил Васильевич Ломоносов». Метод, предложенный в диссертации для исследования творчества М.В. Ломоносова, был затем развит Б.И. Спасским в последующих его работах.

Во время работы на факультете с 1948 года Б.И. Спасский читал курс «История и методология физики», который был им создан и постоянно совершенствовался. С 1956 года стали выходить его учебники по истории физики. В 1963–64 годах вышел учебник «История физики» в 2-х частях (издательство Московского университета). Второе издание этой книги было опубликовано в 1977 году в издательстве «Высшая школа». По книгам Б.И. Спасского учились и учатся тысячи студентов. На протяжении многих лет Б.И. Спасский читал курс физики для студентов философского факультета. Результаты его многолетней работы были обобщены и нашли свое отражение в учебнике «Физика для философов» (1989).

Под руководством Б.И. Спасского в области истории и методологии физики специализировались десятки студентов и аспирантов. Один из его первых аспирантов, Ц.С. Сарангов, защитивший кандидатскую диссертацию в 1965 году, в дальнейшем на протяжении многих лет, вплоть до своей кончины в 1983 году, вместе с Б.И. Спасским читал курс истории физики.

Тематика научных исследований Б.И. Спасского исключительно многопланова. Наряду с исследованиями по истории физики, по общеметодологическим проблемам, он постоянно интересовался и последними достижениями в физике, особенно в квантовой механике. Здесь следует отметить работу "О нелокальности в квантовой физике" (УФН, 1984, совместно с А.В. Московским).

Последние его работы относятся к исследованию развития атомной и ядерной физики, которыми он планировал дополнить свой учебник по истории физики. Но этим планам не суждено было сбыться.

Много работ было выполнено Б.И. Спасским в рамках сотрудничества с Академией педагогических наук. Им в разные годы были опубликованы методические пособия для школьников как по физике, так и по истории физики. Широкое распространение получило его пособие «Физика в ее развитии» (1979, "Просвещение", тираж 100000 экз.).

Профессор П.Н. Николаев



**ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ СИРОКЛИН
РАБОТАЕТ В МГУ УЖЕ БОЛЕЕ 70 ЛЕТ!**

Поздравляем со столетием!

Павел Николаевич Сироклин родился 16 февраля 1920 г. в семье крестьянина-бедняка в селе Хомулец Миргородского района Полтавской области. В 1935 г. Павел закончил школу-семилетку и сразу стал работать в колхозе. В сентябре 1940 г. он был призван в Красную Армию с титулом депутата сельского совета. В июне 1941 г. рядового Сироклина направили в отдельную роту связи дивизии особого назначения НКВД СССР имени Ф.Э. Дзержинского. И хотя занимаемые им должности не были напрямую связаны с выполнением боевых заданий, так как был он снабженцем, Сироклин был свидетелем и участником многих важных событий.



1945 год

Павел Николаевич вспоминает, что он и его сослуживцы неоднократно просились на передовую, но им отказывали: в тылу они нужнее.

Дивизия обеспечивала правительственную связь. Машины, снабженные радиостанциями, постоянно передвигались по городу, чтобы враг их не запеленговал. В это время Сироклин был водителем бензовоза, который заправлял спецтранспорт. Как-то Сироклин вел свой ЗИЛ-бензовоз по Ленинградскому шоссе, неожиданно вылетел из-за леса немецкий самолет и стал расстреливать бензовоз. Сироклина удалось уйти от самолета в лес.

В 1943 г. сотрудников НКВД нацелили на выявление дезертиров. Сироклин вспоминает, что его часть дежурила на всех станциях вокруг Москвы. Квартировались они рядом со станцией Раменское, ловили много дезертиров.



В 1944 г. дивизия участвовала в операции на Кавказе под Боржоми. Здесь проходила «зачистка» территории. Прочесывались леса, и находили много оружия и денег, которые немцы сбрасывали с самолетов для дезертиров. Именно в этом районе сконцентрировалось большое количество предателей, которые организовывали целые банды. По завершении операции часть Сироклина вернулась в Москву.

День Победы Павел Николаевич встретил в Подмоскowie в летних военных лагерях. В июне 1945 г. П.В. Сироклина откомандировали в сводный полк войск НКВД (численностью в 1200 человек). Сироклин был назначен начальником хозяйственного довольствия, передел по приказу всех в пограничную форму и в специальном пассажирском поезде без остановок они доехали до самой границы Германии. О цели своей командировки они случайно узнали только в Берлине.

Разместили их в здании киностудии, где офицеры их полка нашли целый склад радиоприемников. Включили — и в эфире радиостанции Би-би-си услышали, как ведущий рассказывает о грядущей Потсдамской конференции. В это время мимо киностудии на открытых «студебеккерах» проезжали и Черчилль, и Трумэн. Советские солдаты стали махать им руками, а премьер-министр Великобритании и президент США — нашим солдатам.

Во время Потсдамской конференции П.В. Сироклин доставлял секретную почту. Удалось ему увидеть Сталина, но лишь издали. В декабре 1946 г. П.Н. Сироклин демобилизовался из армии в воинском звании старшины.

В январе 1947 г. Павел Николаевич поступил на работу на биологический факультет МГУ. В разные годы П.Н. Сироклин занимался восстановлением зданий и территорий Болшевской и Звенигородской биологических станций МГУ, биологической станции МГУ на Белом море. Позже работал помощником директора Зоологического музея МГУ.

Павел Николаевич много лет занимался хозяйственной работой, он был заместителем директора НИИ почвоведения МГУ, заместителем начальника Комплексной сталинградской



экспедиции по степному лесоразвитию, начальником отдела материально-технического снабжения биолого-почвенного факультета МГУ.

В 1969 г. П.Н. Сироклин перешел на работу в НИИЯФ МГУ. В институте Павел Николаевич занимался материально-техническим обеспечением космофизических экспериментов. Подготовленная с его участием аппаратура успешно работала на борту многочисленных искусственных спутников Земли, включая юбилейный спутник МГУ «Университетский-Татьяна», а также «Университетский-Татьяна-2», автоматических межпланетных станций серий «Венера», «Марс», «Луна», «Луноход», пилотируемых космических станций, включая Международную космическую станцию.

В настоящее время Павел Николаевич Сироклин работает в НИИЯФ МГУ в должности регулировщика аппаратуры и приборов.

П.Н. Сироклин много лет работал в Объединенном профкоме МГУ, был председателем цехового комитета инженерной и хозяйственной службы на биолого-почвенном факультете МГУ, парторгом отдела теоретической и прикладной космофизики НИИЯФ.

П. Н. Сироклин является председателем Совета ветеранов войны и труда НИИЯФ МГУ и членом Президиума Совета ветеранов войны и труда МГУ.

За активное участие в ветеранском движении П.Н. Сироклин награжден Российским комитетом ветеранов войны и Вооруженных сил нагрудным знаком, медалью «В память 850-летия Москвы», бронзовой медалью ВДНХ СССР. Павел Николаевич — ветеран Великой Отечественной Войны 1941-1945 гг.: участник обороны Москвы, участвовал в охране Потсдамской Конференции Глав Великих Держав — Советского Союза, США и Великобритании. (1945 г.). П. Н. Сироклин награжден Орденом Отечественной Войны II степени, медалями: «За Победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За Оборону Москвы» и многими другими — юбилейными.

П.Н. Сироклин — Заслуженный работник МГУ.

К 100-летию юбилею Павла Николаевича Сироклина ректор МГУ академик В.А. Садовничий объявил ему благодарность за многолетнюю плодотворную работу на благо университета.

Пожелаем дорогому юбиляру здоровья, многих лет жизни и успехов в работе на благо нашего университета!

Зуев В.М.



МАЛЕНЬКИЙ ТРУБАЧ

Наша история

Нашел в сети историю создания некогда популярной песни «Маленький трубач». Это история про то, какими были когда-то физфаковцы.

Главный редактор «Советского физика»

Вот как рассказывает об истории появления песни автор текста — Сергей Крылов.

«Мы с Сергеем тогда были студентами физического факультета МГУ. И вместе с нашей ставшей потом знаменитой агитбригадой физфака летом 1964 года ездили с концертами по Кемеровской области. Ещё весной, в Москве, мне пришли в голову слова этой песни. И я показал их Сергею Никитину...» Поначалу песня не получалась. Но однажды, когда ребята ехали на автобусе в гостиницу, Крылов увидел, что его друг Никитин плачет.

«Что с тобой?» — «Дошло, слова дошли!».

Тогда Никитин и придумал мелодию. Уже через пару часов он исполнил ее друзьям и все были потрясены. Эта песня с самого начала вызвала слезы на глазах тех, кто ее слушал...



https://zen.yandex.ru/media/silver_slider/malenkii-trubach-istoriia-odnoi-iz-samyh-pronizitelnyh-pesen-nachala-70h-5f1a0d8d4c281d04bcc72e16



Кругом война, а этот маленький...
Над ним смеялись все врачи -
Куда такой годится маленький,
Ну разве только в трубачи?
А что ему? — Все нипочем:
Ну трубачом, так трубачом!

Как хорошо, не надо кланяться —
Свистят все пули над тобой.
Везде пройдет, но не расстанется
С своей начищенной трубой.
А почему? Да потому,
Что так положено ему.

Но как-то раз в дожди осенние
В чужой стране, в чужом краю
Полк оказался в окружении,
И командир погиб в бою.
Ну как же быть? Ах, как же быть?
Ну что, трубач, тебе трубить!

И встал трубач в дыму и пламени,
К губам трубу свою прижал -
И за трубой весь полк израненный
Запел "Интернационал"*.
И полк пошел за трубачом -
Обыкновенным трубачом.

Солдат, солдат, нам не положено,
Но, верно, что там — плачь, не плачь -
В чужой степи, в траве некошенной
Остался маленький трубач.
А он, ведь он — все дело в чем! —
Был настоящим трубачом.

***Ныне это предложение при исполнении часто заменяется. Варианты замены можно найти в сети. Примечание Главного редактора.**



ИЗ МОСКВЫ ДО ВЛАДИВОСТОКА НА МАШИНЕ

Широка страна моя родная,
Много в ней лесов, полей и рек.
Я другой такой страны не знаю,
Где так вольно дышит человек!

*«Песня о Родине»,
музыка Исаака Дунаевского,
слова Василия Лебедева-Кумача,
из фильма «Цирк»
режиссёра Григория Александрова, 1936 год*

Идея проехать на машине из Москвы до Владивостока появилась ещё осенью прошлого года. Изначально обсуждалось, что в путешествие со мной отправятся мои дети — сын Иван (окончил бакалавриат ВМК МГУ в июне 2020 года) и дочь Мария (сейчас — студентка 3-го курса экономического факультета МГУ). Мы также думали, что было бы неплохо найти ещё энтузиастов, которые смогли бы присоединиться к нам на второй машине. В марте казалось, что нашей поездки не будет — коронавирус спутал все планы. Однако где-то к концу июня, когда эпидемиологическая ситуация в регионах страны стабилизировалась, было принято окончательное решение, что мы все же едем. Желающих проехать с нами на своей машине не нашлось, и к себе в компанию пригласили моего знакомого Анатолия.



Спланировали маршрут, по которому и проехали: 5 августа выехали из Москвы в Казань (840 км), далее через *Набережные Челны* до Уфы (ещё 1300 км), затем *Курган* (700 км), *Омск* (700 км, через Урал — Златоуст и Челябинск), *Новосибирск* (660 км), потом — крюк на юг, на Алтай, через Бийск по Чуйскому тракту до Горно-Алтайска (600 км) и далее ещё южнее через *Чемал* в сторону Монголии (ещё километров 500), потом обратно на «основную трассу» в *Кемерово* (от Горно-Алтайска —

600 км), из Кемерово опять отклонились на юг в Хакасию до *Саяно-Шушенской ГЭС* (760 км), потом вдоль Енисея вернулись на основную



трассу в *Красноярск* (500 км), далее — *Иркутск* (1100 км), потом остров *Ольхон* на Байкале (300 км), затем опять через Иркутск вокруг южного Байкала через Слюдянку до *Улан-Удэ* (800 км), потом *Чита* (600 км), *Скворородино* (900 км), *Биробиджан* (1000 км), *Хабаровск* (200 км) и, наконец, *Владивосток* (750 км).

Заранее из Москвы на всем пути следования забронировали гостиницы (выше курсивом выделены места наших ночевков). Во Владивостоке провели четыре ночи, на Алтае и острове Ольхон на Байкале — по три ночи, в Красноярске и Хабаровске — по две, в остальных местах по одной ночевке.



Если просто проехать по прямой из Москвы до Владивостока (через Уфу), то получится 9100 км. У нас в результате со всеми заездами и отклонениями от основного маршрута получилось 13475 км. Обратное из Владивостока в Москву улетели на самолете, а машину отправили назад поездом 29 августа (прибыла в Москву 18 сентября). Все наше путешествие заняло 26 дней.



Намереваясь пересечь

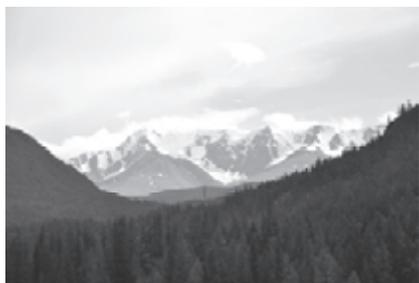


практически всю страну с запада на восток, мы выделили несколько «опорных точек», в основном совпадающих с местами наших ночевок, для более подробного осмотра достопримечательностей и посещения музеев. Также оставляли себе возможность что-то посмотреть и по пути следования. Завтракали в гостиницах, а дальше — делали привалы в красивых местах, на берегу бесчисленных малых и великих рек и озер, где всегда купались, благо погода во все время нашего путешествия к этому располагала.

Предлагаю ознакомиться с кратким отчетом о путешествии и сделать вместе с нами несколько остановок. Начнем с Омска — основанного в 1716 году города (3500 км от Москвы) на слиянии Иртыша и Оми. Хорошо сохранилась Омская крепость, многие года охранявшая восточные окраины государства Российского. В 18–19-х веках сюда ссылали каторжников. Четыре года в Омске провел Ф.М. Достоевский, «Записки из мертвого дома» — это его книга про омский острог. Имя Ф.М. Достоевского носит сейчас Омский государственный



университет. Одним из красивых архитектурных ансамблей города является Успенский кафедральный собор, первый камень в основание которого в 1891 году заложил цесаревич Николай Александрович, будущий император Николай II. Сохранилось много зданий постройки 19-го – начала 20-го века. В том числе дом, в котором в 1918–1919 годах (когда Омск был столицей Белой России) жил ученый, путешественник-исследователь, адмирал и Верховный правитель России Александр Васильевич Колчак (1874–1920). Сейчас здесь находится Центр изучения гражданской войны.



После Омска через Новосибирск мы поехали на Алтай, где провели полных три дня. Дорога идет практически на юг — знаменитый Чуйский тракт (от Новосибирска до Монголии почти 1000 км), который является древнейшим путем из Сибири в Азию. Журнал National Geographic в 2014 году включил Чуйский тракт в десятку самых красивых автомобильных дорог мира. Исторический Чуйский тракт начинается в городе Бийске, о чем напоминает символический знак в виде подковы на одной из центральных площадей города. Принято считать, что по указу Петра I в 1709 году в районе слияния рек Бии и Катунь был заложен острог, который был сожжен во время осады Джунгарским ханом, а затем восстановлен как Бикатунская крепость, переименованная в Бийск по указу Екатерины II в 1782 году. В этом небольшом городе сохранилось много построек 19-го века. В одном из таких зданий в 1920 году при активном участии выдающегося писателя-натуралиста Виталия Валентиновича Бианки (1894–1959) открылся первый народный советский музей Сибири.

То, что обычно у нас зовется Алтаем, представляет собой два разных субъекта



федерации. Это Алтайский край, преимущественно равнинная территория (степи и лесостепи), и Республика Алтай — в основном горная местность. Самая высокая гора — Белуха высотой 4509 метров (всего каких-то 400 метров ниже Монблана в Альпах).

Горный Алтай — это действительно горы, поросшие могучими лесами и покрытые вечными снегами, и обилие бурных рек. Одно из знаковых мест Алтая — слияние Бии и Катунь.

На обратном пути с Горного Алтая в Кемерово были в селе Сростки, что на Чуйском тракте недалеко от Бийска, где родился и провел детские и юношеские годы народный писатель, актер и кинорежиссёр, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР Василий Макарович Шукшин. Здесь располагается Всероссийский мемориальный музей-заповедник Шукшина. На высоком холме, возвышающемся над селом, установлен памятник Василию Шукшину скульптора Вячеслава Клыкова.



Далее наш путь пролегал в Кемерово — столицу Кузбасса, крупнейшего в промышленном отношении региона России. Когда говорят «Кузбасс», то прежде всего на ум приходит уголь (до 60% от общего объема каменного угля и до 80 % коксующегося добывается здесь) и, конечно же, металлургическая промышленность. Все это мы знали, но что удивило и поразило — так это бескрайние поля золотящихся зерновых (пшеница и рожь) и прекрасные автомобильные дороги. Дорога от Новокузнецка до Кемерово (более 200 км) — так просто немецкий «автобан», позволяющий разогнаться практически до предельной скорости.

Эти два последних момента следует выделить особо. На всем нашем пути от Москвы до Владивостока автодороги очень хорошие, причем это касается не только трасс федерального значения, но и местных тоже. И ещё одно из открытий, которые мы сделали, — во многих областях за Уралом, до Байкала и даже далее, практически до самого Владивостока, громадные площади засеваются зерновыми.

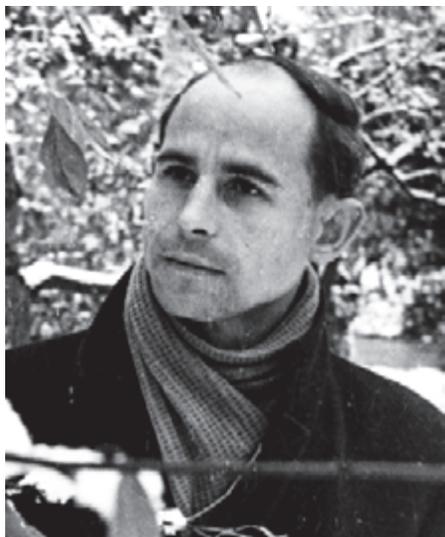
После ночевки в Кемерово мы вновь существенно отклонились от западно-восточного направления движения и устремились вниз, на юг, вдоль Енисея к Саяно-Шушенской ГЭС. Эта крупнейшая на сегодняшний день гидроэлектростанция России (закрывает десятку крупнейших в мире, высота плотины — 242 метра, что выше главного здания нашего университета, длина моря перед плотинной, по бокам зажатого хребтами Саянских гор, — 313 км

Окончание в следующем номере.

*Профессор Александр Студеникин,
кафедра теоретической физики*

НИКОЛАЙ РУБЦОВ

(3 января 1936, село Емецк, Северный край – 19 января 1971, Вологда)



10/IX-67 г. Н. Рубцов



КРАТКАЯ АВТОБИОГРАФИЯ

Родился в 1936 году, в селе Емецк Архангельской области. Поскольку родителей лишился рано, воспитывался в детском доме, в селе Никольском Тотемского района Вологодской области. В 1950 году закончил 7 классов. После этого: 1950–1952 — студент лесотехнического техникума (г. Тотьма Вологодской области). 1952–1953 — кочегар тралового флота (Трест "Сев-рыба", г. Архангельск). 1953–1955 — студент горнохимического техникума (г. Кировск Мурманской области). В 1955 г. работал слесарем-сборщиком на военно-испытательном полигоне в г. Ленинграде. В этом же году был призван на военную службу, на Северный флот. Закончил службу в звании старшего матроса. 1959–62 гг. — рабочий Кировского завода в г. Ленинграде. В 1962 г. сдал экзамены экстерном за десять классов и поступил в Литературный институт им. Горького. В настоящее время — студент 5-го курса этого института.

ПЕРВЫЙ СНЕГ

Ах, кто не любит первый снег
В замерзших руслах тихих рек,
В полях, в селеньях и в бору,
Слегка гудящем на ветру!

В деревне празднуют дожинки,
И на гармонь летят снежинки.
И весь в светящемся снегу
Лось замирает на бегу
На отдаленном берегу.
Зачем ты держишь кнут в ладони?
Легко в упряжке скачут кони,
И по дорогам меж полей,
Как стаи белых голубей,
Взлетает снег из-под саней...

Ах, кто не любит первый снег
В замерзших руслах тихих рек,
В полях, в селеньях и в бору,
Слегка гудящем на ветру!

1955



УЛЕТЕЛИ ЛИСТЬЯ

Улетели листья с тополей —
Повторилась в мире неизбежность.
Не жалей ты листья, не жалей,
А жалей любовь мою и нежность!
Пусть деревья голые стоят,
Не кляни ты шумные метели!
Разве в этом кто-то виноват,
Что с деревьев листья улетели?

ЗВЕЗДА ПОЛЕЙ

Звезда полей во мгле заледенелой,
Остановившись, смотрит в полынью.
Уж на часах двенадцать прозвенело,
И сон окутал родину мою...

Звезда полей! В минуты потрясений
Я вспоминал, как тихо за холмом
Она горит над золотом осенним,
Она горит над зимним серебром...

Звезда полей горит, не угасая,
Для всех тревожных жителей земли,
Своим лучом приветливым касаясь
Всех городов, поднявшихся вдали.

Но только здесь, во мгле заледенелой,
Она восходит ярче и полней,
И счастлив я, пока на свете белом
Горит, горит звезда моих полей...

964

Светлеет грусть, когда цветут цветы,
Когда брожу я многоцветным лугом
Один или с хорошим давним другом,
Который сам не терпит суеты.
За нами шум и пыльные хвосты —
Всё улеглось! Одно осталось ясно —
Что мир устроен грозно и прекрасно,



Что легче там, где поле и цветы.
Остановившись в медленном пути,
Смотрю, как день, играя, расцветает.
Но даже здесь...чего-то не хватает...
Недостаёт того, что не найти.
Как не найти погаснувшей звезды,
Как никогда, бродя цветущей степью,
Меж белых листьев и на белых стеблях
Мне не найти зелёные цветы...

1967

В МИНУТЫ МУЗЫКИ

В минуты музыки печальной
Я представляю желтый плес,
И голос женщины прощальный,
И шум порывистых берез,

И первый снег под небом серым
Среди погаснувших полей,
И путь без солнца, путь без веры
Гонимых снегом журавлей...

Давно душа блуждать устала
В былой любви, в былом хмелю,
Давно понять пора настала,
Что слишком призраки люблю.

Но все равно в жилищах зыбких —
Попробуй их останови! —
Перекликаясь, плачут скрипки
О желтом плесе, о любви.

И все равно под небом низким
Я вижу явственно, до слез,
И желтый плес, и голос близкий,
И шум порывистых берез.
Как будто вечен час прощальный,
Как будто время ни при чем...
В минуты музыки печальной
Не говорите ни о чем.

1966



ЗИМНЯЯ ПЕСНЯ

В этой деревне огни не погашены.
Ты мне тоску не пророчь!
Светлыми звездами нежно украшена
Тихая зимняя ночь.

Светятся, тихие, светятся, чудные,
Слышится шум полыньи...
Были пути мои трудные, трудные.
Где ж вы, печали мои?

Скромная девушка мне улыбается,
Сам я улыбчив и рад!
Трудное, трудное — все забывается,
Светлые звезды горят!

Кто мне сказал, что во мгле заметеленной
Глохнет покинутый луг?
Кто мне сказал, что надежды потеряны?
Кто это выдумал, друг?

В этой деревне огни не погашены.
Ты мне тоску не пророчь!
Светлыми звездами нежно украшена
Тихая зимняя ночь...

1964

В ГОРНИЦЕ

В горнице моей светло.
Это от ночной звезды.
Матушка возьмет ведро,
Молча принесет воды...

Красные цветы мои
В садике завяли все.
Лодка на речной мели
Скоро догниет совсем.

Дремлет на стене моей
Ивы кружевная тень,
Завтра у меня под ней
Будет хлопотливый день!



Буду поливать цветы,
Думать о своей судьбе,
Буду до ночной звезды
Лодку мастерить себе...

1965

ЖУРАВЛИ

Меж болотных стволов красовался восток огнеликий...
Вот наступит октябрь — и покажутся вдруг журавли!
И разбудят меня, позовут журавлиные клики
Над моим чердаком, над болотом, забытым вдали...
Широко по Руси предназначенный срок увяданья
Возвещают они, как сказание древних страниц.
Все, что есть на душе, до конца выражает рыданье
И высокий полет этих гордых прославленных птиц.
Широко на Руси машут птицам согласные руки.
И забытость болот, и утраты знобящих полей-
Это выразят все, как сказанье, небесные звуки,
Далеко разгласит улетающий плач журавлей...
Вот летят, вот летят... Отворите скорее ворота!
Выходите скорей, чтоб взглянуть на любимцев своих!
Вот замолкли — и вновь сиротеет душа и природа
Оттого, что — молчи! — так никто уж не выразит их...

1965

Примечание Гл. редактора: выбор стихотворений может вызвать возражения. Выбрал те, которые вспомнил в первую очередь.

*Заведующий кафедрой квантовой теории и физики высоких энергий
профессор В. И. Денисов*

СОДЕРЖАНИЕ

ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!3

№ 1(142)2020

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА С МЕЖДУНАРОДНЫМ
ЖЕНСКИМ ДНЕМ.....5

ПОЗДРАВЛЯЕМ КОЛЛЕГ С ВЫСОКИМИ НАГРАДАМИ!6

НАСЛЕДИЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО И ЛОМОНОСОВ7

К 100-ЛЕТИЮ ИРИНЫ ВЯЧЕСЛАВОВНЫ РАКОБОЛЬСКОЙ13

ВОСПОМИНАНИЯ ИРИНЫ ИЛЬИНИЧНЫ МИНАКОВОЙ О ЕЕ
БОЕВОЙ МОЛОДОСТИ.....17

80 ЛЕТ АНДРЕЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ СЛАВНОВУ18

К 75-ЛЕТИЮ ВЯЧЕСЛАВА МИХАЙЛОВИЧА ГОРДИЕНКО22

19-Я ЛОМОНОСОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ25

О ЧЕРНОЙ ДЫРЕ В ЦЕНТРЕ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ30

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ —
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ37

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ
ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ46

ТАНК Т-34 «МАТЬ-РОДИНА»49

УДИВИТЕЛЬНО? НЕТ. ЗАКОНОМЕРНО!55

ЛУЧШЕ ГОР МОГУТ БЫТЬ ТОЛЬКО ВУЛКАНЫ57

**№ 2(143)2020**

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА, ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ, КО ДНЮ ПОБЕДЫ.....	62
МЕРОПРИЯТИЯ КО ДНЮ ПОБЕДЫ 9 МАЯ 2020.....	63
1941–1945 ГГ. В ПЕСНЯХ М. ИСАКОВСКОГО И ФОТОГРАФИЯХ.....	65
ОНИ ТРУДИЛИСЬ НА ПОБЕДУ.....	78
РАССКАЗ ОБ ОТЦЕ-ФИЗИКЕ-ФРОНТОВИКЕ. СТАЛИНГРАДСКАЯ БИТВА.....	87
ПО МАТЕРИАЛАМ СЕМЕЙНОГО АРХИВА.....	87
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТОКОВ УСКОРОЕННЫХ ИОНОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ.....	94
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ НА БЕЛОМОРСКОЙ БИОСТАНЦИИ	100
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ В ХОДЕ КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА ВМФ «АДМИРАЛ ВЛАДИМИРСКИЙ».....	105
РАБОТА ОТДЕЛЕНИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ С БУДУЩИМИ СТУДЕНТАМИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА .	110
ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ ПОСЛЕ ФИЗФАКА?	113
ТОВАРИЩЕСТВО ВЫПУСКНИКОВ ФИЗФАКА.....	115
К СЕМИДЕСЯТИПЯТИЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА БОГОЛЮБОВА	117
О КЛЮЧЕВЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ РЕФОРМЫ АСПИРАНТУРЫ В 2020 ГОДУ.....	119

№ 3(144)2020

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА, С НАЧАЛОМ УЧЕБНОГО ГОДА 2020	125
РАБОТА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА В УСЛОВИЯХ, ВЫЗВАННЫХ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ	126
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ УКРЕПЛЯЕТ СВОИ ПОЗИЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ РЕЙТИНГАХ	128
ВЫПУСК МАГИСТРАТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В 2020 ГОДУ	129
УЧЕННЫЕ КАФЕДРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СОЗДАЛИ НОВЫЙ ФОТОННЫЙ МАТЕРИАЛ	131
КОРОНАВИРУС ФИЗИКЕ НЕЙТРИНО НЕ ПОМЕХА.....	133
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОТРУДНИЧАЕТ С ЦЕРН	137
ПЕРВЫЙ ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	141
КАК СОВЕТСКИЙ ФИЗИК ПРЕВРАТИЛСЯ В РОССИЙСКОГО ПОПУЛЯРИЗАТОРА КЛИМАТИЧЕСКОЙ НАУКИ	145
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ В ЖЕНСКИХ ЛИЦАХ.....	148
К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю. В. ГАПОНОВА	152
К 70-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ПЕРВОЙ СОВЕТСКОЙ АТОМНОЙ БОМБЫ.....	160
РАССКАЗ ОБ ОТЦЕ – ФИЗИКЕ – ФРОНТОВИКЕ. ПАРТИЗАНСКАЯ ВОЙНА	166



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДПОЛЬНО-ПАРТИЗАНСКИХ ГРУПП В ТИХОРЕЦКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	171
ТУРНИР ЮНЫХ ФИЗИКОВ ИСТОРИЯ ФИЗБОЁВ ОТ МГУ ДО ЧЕМПИОНАТА МИРА	174
ОНИ БЫЛИ ПЕРВЫМИ.....	178
*АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ЧЕРЕПАЩУК НАГРАЖДЕН ОРДЕНОМ АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГО	180
А. С. ПУШКИН В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	181
ВОСПОМИНАНИЯ О ГЕННАДИИ АЛЕКСАНДРОВИЧЕ ЧИЖОВЕ — ЧЕЛОВЕКЕ И УЧИТЕЛЕ	188

№ 4(145)2020

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ОТКРЫТИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР	194
ЖЕНЩИНЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ МИР (К 120-ЛЕТИЮ НОБЕЛЕВСКОГО ДВИЖЕНИЯ)	200
НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОТ ЯДЕР АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК	206
КОЛЛОИДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ — ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ	210
ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РАСПЛАВОВ СИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ	213
ГРАН-ПРИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ СИЛИКОНОВОЙ ДОЛИНЫ (США) — У УЧЕНЫХ ФИЗФАКА!..	216
КОНКУРС ИМЕНИ АКАДЕМИКА Р. В. ХОХЛОВА НА ЛУЧШУЮ СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ 2020 ГОДА.....	217
ВЫПУСК 4 КУРСА БАКАЛАВРИАТА В ЦИФРАХ.....	221

ЗАЩИТА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ НА КАФЕДРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКИ.....	223
КАК ПРОХОДИТ САМОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА?	224
СИБИРСКИЕ ДИВИЗИИ ПОД МОСКВОЙ.....	227
ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА.....	233
ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА РОСТОВСКОГО	236

№ 5(146)2020

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОРА Н.Н. СЫСОЕВА С НОВЫМ ГОДОМ	239
«НЕ СТОИТ РАЗМЕНИВАТЬ НАУКУ НА ДЕНЬГИ». ИНТЕРВЬЮ В.А. САДОВНИЧЕГО.....	240
«НЕ СТОИТ РАЗМЕНИВАТЬ НАУКУ НА ДЕНЬГИ» РЕКТОР МГУ ВИКТОР САДОВНИЧИЙ — О РЕФОРМЕ ГЛАВНОГО УНИВЕРСИТЕТА СТРАНЫ.....	241
ОТ «МАЛЕНЬКОГО ПРИНЦА» К «НОЧНОМУ ПОЛЕТУ» И ОБРАТНО	247
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ЗАНЯЛ 16-ОЕ МЕСТО В ПРЕДМЕТНОМ РЕЙТИНГЕ U.S. NEWS BEST GLOBAL UNIVERSITIES ЛУЧШИХ УНИВЕРСИТЕТОВ МИРА	253
УЧЁНЫЕ МГУ ПРЕДЛОЖИЛИ НОВЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЁГКИХ БОЛЬНЫХ COVID-19.....	253
ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ ЮЖНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЮСА ЗЕМЛИ В КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ОИС ВМФ «АДМИРАЛ ВЛАДИМИРСКИЙ»*	256
О РАБОТЕ НА ДИСТАНЦИОНКЕ.....	265



**КОРОНАВИРУС И ДИПЛОМ (ИЛИ КАК ПОЛУЧИТЬ
НЕДОСТАЮЩИЕ ДАННЫЕ В УСЛОВИЯХ САМОИЗОЛЯЦИИ) 267**

**НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ -2020
Г. СЕКЦИЯ ФИЗИКИ”272**

ФИЗИКА В ЕЕ РАЗВИТИИ274

**ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ СИРОКЛИН РАБОТАЕТ В МГУ
УЖЕ БОЛЕЕ 70 ЛЕТ!278**

ПОЗДРАВЛЯЕМ СО СТОЛЕТИЕМ!.....278

МАЛЕНЬКИЙ ТРУБАЧ281

ИЗ МОСКВЫ ДО ВЛАДИВОСТОКА НА МАШИНЕ283

НИКОЛАЙ РУБЦОВ288

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

ЕЖЕГОДНИК ГАЗЕТЫ
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»

2020 год

По материалам газеты «Советский физик»

Под редакцией *К. В. Показеева*
Корректор *М. К. Савина*

Оригинал-макет подготовлен на физическом факультете МГУ

Подписано в печать 12.11.2021. Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 19,0. Тираж 50 экз.
Изд. № 11921. Заказ №

Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Амирит»,
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88. Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33.

E-mail: zakaz@amirit.ru Сайт: amirit.ru