СОВЕТ

Нобелевская премия по физике 2019 года

Нобелевская премия по физике 2019 года была присуждена трем лауреатам — половина премии космологу Джеймсу Пиблзу (Принстон, США) — «за теоретические открытия в физической космологии» и половина премии — швейцарским астрономам Мишелю Майору и Дидье Кело (Женевский университет) — «за открытие экзопланеты вокруг солнцеподобной звезды».

Сочетание физической космологии и открытия экзопланет на первый взгляд может показаться довольно искусственным, однако не отметить открытие экзопланет астрономическими наблюдениями было нельзя, а успехи современной космологии столь впечатляющи, что половина нобелевской премии по физике за 2019 год одному из лучших американских космологов кажется вполне обоснованной.

Космология как физическая наука берет начало с пионерских работ замечательного российского математика А.А. Фридмана (1922, 1924), который впервые получил зависящее от времени решение уравнений общей теории относительности А. Эйнштейна (1915 г.) применительно к единой Вселенной. Вскоре похожие решения были независимо получены бельгийским ученым — аббатом Дж. Леметром (1927 г.). В конце 20-х годов Э. Хабблом было открыто расширение Вселенной по красным смещениям линий в спектрах далеких галактик $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$: скорость удаления галактики пропорциональна расстоянию до нее, $v = Hr$, где скорость вычисляется по линейному эффекту Доплера $\frac{v}{c} = z$, а расстояние — по каким-либо индикаторам (пульсирующим звездам — цефеидам, как это впервые сделал Хаббл, или иным аналогам с известной мощностью излучения). Это эпохальное открытие (не отмеченное, увы, никакой мировой наградой) легло, таким образом, на хорошо подготовленную теоретическую почву.

Следующий важный этап становления современной космологии, несомненно, связан с выдающимися работами американских физиков Р. Альфера, Р. Хермана и Дж. Гамова, выполненных в конце 40-х гг., в которых впервые было рассчитано обилие химических элементов в ранней Вселенной и введено понятие «Big Bang» (неудачный русский перевод — «Большой Взрыв»). На самом деле, точнее надо говорить о начале классической стадии расширения Вселенной, никакого «взрыва» Вселенной, понятно, не было. Довольно быстро стало ясно, что элементов тяжелее водорода, гелия и легчайших изотопов в расширяющейся однородной изотропной Вселенной произвести не удается (тяжелые элементы — продукт термоядерной эволюции звезд и вспышек сверхновых разных типов). Тем не менее, основная физическая идея о высоких температурах и плотностях в ранней Вселенной совершенно правильная. Эта теория получила название «модель горячей Вселенной», потому что предсказывала высокую удельную энтропию Вселенной на одну частицу, измеряемую отношением куба температуры к плотности барионов. Важнейшим проверяемым предсказанием этой теории было существование остаточного фонового излучения с чернотельным спектром («реликтового» излучения, по меткому выражению И.С. Шкловского), температура которого в наше время должна быть несколько градусов.

Прошло полтора десятилетия, и реликтовое излучение было открыто в 1965 г. сотрудниками лаборатории Bell A. Пензиасом и Р. Уилсоном как фоновое космическое излучение с температурой около 3 К, проявляющее себя как неустранимый шум на рупорной антенне (Нобелевская премия по физике 1978 г.). Так же, как в случае с хаббловским расширением, это открытие ожидалось теоретиками. Так, в 1964 г. в работе И.Д. Новикова и А.Г. Дорошкевича (опубликована в ДАН СССР) были рассмотрены наиболее оптимальные частоты и методы обнаружения гипотетического реликтового излучения, и они указали на рупорную антенну лаборатории Bell как на наиболее оптимальный инструмент для его обнаружения.

В 1965 г. Дж. Пиблз работал в Принстонской теоретической группе и разрабатывал теорию горячей Вселенной. Как только стало известно об открытии Пензиаса и Вилсона, им совместно с соавторами (Р. Дике, П. Роллом и Д. Уилкинсоном) была написана статья (вышедшая в одном номере Astrophysical Journal вслед за статьей Пензиаса и Уилсона), объясняющая открытие 3-градусного космического фонового реликтового излучения в рамках модели «горячей Вселенной» Гамова. Вскоре в 1966 г. на основании модели «горячей Вселенной» Дж. Пиблз рассчитал космическое обилие первичного гелия — точнее, чем это было сделано в пионерских работах Гамова и его сотрудников. Однако самая известная работа Дж. Пиблза вышла в 1970 г. (совместно с Юй Дзе-Таем), в которой были рассчитаны спектры мощности флуктуаций реликтового излучения на небе, которые впоследствии были подтверждены и измерены с высочайшей точностью наземными и стратосферными экспериментами и космическими миссиями «КОБЕ» (НАСА, нобелевская премия по физике 2006 г.), «WMAP» (НАСА) и «Планк» (Европейское космическое агентство). Работы Дж. Пиблза, несомненно, внесли значительный вклад в становление современной прецизионной космологии. Измерения спектра флуктуаций реликтового фона позволили наиболее точно определить количество барионной и невидимой темной материи, а также темной энергии, отвечающей за современное ускоренное расширение Вселенной (Рис. 1).

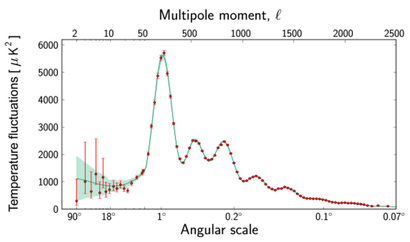


Рис. 1. Акустические пики в современном спектре мощности флуктуаций реликтового излучения ((C) ESA, Planck Collaboration). Первый пик в масштабе около 1 градуса позволяет измерить пространственную кривизну Вселенной в больших масштабах (порядка 10^{28} см) и соответствует нулевой кривизне (т.е. плоскому пространству) с прецизионной точностью. По положению и амплитуде второго пика измеряется доля барионов (около 5%), а по третьему пику — доля невидимой «темной материи» (около 25%) во Вселенной. Остальные 70% плотности энергии во Вселенной приходятся на «темную энергию», отвечающую за современное ускоренное расширение Вселенной (Astrophys. J. Suppl. Ser. 2013. V. 208. Id. 19.)

Кроме отмеченных работ по реликтовому излучению, Дж. Пиблз внес вклад в изучение образования крупномасштабной структуры Вселенной в результате развития первичных флуктуаций плотности в модели холодной (нерелятивистской) темной материи (1982), а также исследовал связь возможного ускоренного расширения Вселенной из-за наличия космологической постоянной с формированием и свойствами крупномасштабной структуры Вселенной (1984) задолго до его открытия в конце 20 века.

Следует отметить, что в своих работах Дж. Пиблз опирался на физические идеи, параллельно разрабатываемые в 1960 гг. в Советском Союзе: свойства реликтового излучения были предсказаны в 1964 г. в работе И.Д. Новикова и А.Г. Дорошкевича, флуктуации реликтового излучения впервые были предсказаны в работе А.Д. Сахарова в 1965 г., а их физика и наблюдаемые проявления — в работе Я.Б. Зельдовича и Р.А. Сюняева, вышедшей в том же 1970 г. Я.Б. Зельдович был профессором физического факультета МГУ вплоть до своей безвременной кончины в 1987 г. Работы Пиблза по ускоренному расширению Вселенной были во многом инициированы созданием модели инфляционной Вселенной (выпускники физфака А.А. Старобинский, А.Д. Линде и др.) в 1980-х гг. предсказывающей плоскую Вселенную с критической плотностью.

Теперь о второй части премии. Поиском планет у звезд астрономы занимались издавна. Основной метод (кроме прямого наблюдения, которое крайне сложно ввиду малого блеска планеты, отражающей свет гораздо более яркой звезды) — динамический, т.е. использующий измерение периодических вариаций лучевой скорости звезды по допплеровскому смещению линий в ее спектре. По амплитуде и периоду вариаций радиальных скоростей движения звезды можно оценить массу спутника.

Однако даже для планет с массой Юпитера (около одной тысячной массы Солнца) эффект крайне мал — например, в Солнечной системе орбитальное движение Юпитера смещает центр масс Солнца с амплитудой всего 12 м/с (амплитуда скорости центра масс Солнца из-за вращения Земли — 10 см/с). Основная проблема для измерения такой скорости по эффекту Доплера состояла в том, что линии поглощения в спектрах звездных атмосфер значительно уширены из-за турбулентных движений газа, вращения звезды, а также из-за теплового движения атомов (порядка км/с). Для измерения допплеровских смещений линий с требуемой относительной точностью 10^{-7} в случае широких линий поглощения с конца 1980 гг. в астрономических спектрографах высокого разрешения использовалась кювета с газом — фторидом водорода или парами иода, применявшимися в лазерной спектроскопии в качестве источника опорных линий. Однако для высокоточного измерения лучевых скоростей слабых звезд М. Майор и Д. Кело совместно с французскими коллегами разработали новый эшелле-спектрограф ELODIE, который позволял регистрировать допплеровские смещения спектральных линий с рекордной точностью около 13 м/с. В качестве опорного спектра использовалась не кювета с парами иода, а торцево-аргонная калибровочная лампа, свет которой подавался на дифракционную решетку по оптоволокну. Спектрограф ELODIE позволял регистрировать лучевые скорости звезд солнечного типа с большим количеством линий поглощения в спектре с точностью 13 м/с.

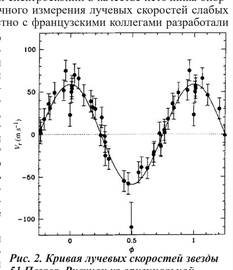


Рис. 2. Кривая лучевых скоростей звезды 51 Пегаса. Рисунок из оригинальной работы M.Mayor and D.Queloz, A Jupiter-mass companion to a solar-type star, Nature 378, 355 (1995).

В конце 1994 г. по движениям линий в спектре солнцеподобной звезды 51 Пегаса с периодом около 4 суток М. Майор и Д. Кело впервые обнаружили планету с массой порядка массы Юпитера (Рис. 2).

Но главным сюрпризом в этом открытии было то, что эта планета находится на расстоянии в сто раз ближе, чем Юпитер к Солнцу и имеет температуру в 10 раз больше юпитерианской. Это было совершенно неожиданно, так как теория образования планетных систем запрещает образование планет-гигантов на близких расстояниях от звезды. Вскоре последовало открытие других аналогичных экзопланет вокруг звезд типа Солнца, которые обладали похожими свойствами на систему 51 Пегаса. Было предложено объяснение образованию таких экзопланет — «горячих юпитеров» путем динамической «миграции» с периферии планетной системы, где они могут образовываться, на близкие околозвездные орбиты.

В настоящее время известно свыше 4000 экзопланет и заподозрено свыше 3000 планетных систем вокруг звезд, открываемых различными методами наземными и космическими обсерваториями, и число их постоянно увеличивается. Однако планетных систем — близнецов Солнечной системы, до сих пор не найдено. Таким образом, открытие М. Майора и Д. Кело положило начало новой эре в планетных исследованиях — физике и эволюции планетных систем вокруг звезд, а также поиску следов внеземной жизни на экзопланетах.

Заведующий отделением астрономии физического факультета МГУ директор ГАИШ имени П.К. Штернберга профессор К.А. Постнов

XVII Всероссийская школа-семинар «Физика и применение микроволн» имени А.П. Сухорукова

Кафедра фотоники и физики микроволн физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова провела XVII Всероссийскую школу-семинар «Физика и применение микроволн» имени А.П. Сухорукова («Волны-2019»). Школа-семинар проходила с 26 по 31 мая 2019 года на физическом факультете МГУ и в Доме отдыха «Красновидово», расположенном в живописном месте Подмосковья на берегу Можайского водохранилища вблизи Можайска. Школа-семинар проводилась при поддержке РФФИ (проект № 19-02-20048).

Школу-семинар создал более 30 лет назад Анатолий Петрович Сухоруков, объединив усилия многих талантливых и известных ученых, исследующих волновые явления в неоднородных средах. Школа проводится ежегодно, привлекая большой интерес исследователей в самых разных направлениях волновой физики — от физики микроволн, широко представленной организаторами конференции, до нелинейных волн на воде (кафедра физики моря и вод суши физического факультета, институты Нижнего Новгорода, Дальневосточного отделения РАН и др.). В этом году в программу конференции вошли 197 докладов, наибольшее число докладов было представлено на секциях, посвященных изучению когерентных и нелинейных волновых явлений (32 доклада), и на секции акустики и акустооптики (40 докладов).

Более половины сообщений сделано студентами и аспирантами, получившими неизменную поддержку со стороны известных ученых при обсуждении докладов. Как правило, дальнейшие консультации проходили в кулуарах конференции, как в часы работы конференции, так и во время приятного отдыха.

Доклады, представленные на секциях, обсуждались и оценивались всеми участниками на демократической основе. Было проведено тайное голосование среди всех участников и выявлены победители, награждённые грамотами и призами за лучшие доклады:

Бир Анастасия Сергеевна,
Евсеев Дмитрий Александрович,
Егошина Виктория Дмитриевна,
Еськова Анна Евгеневна,
Кузьмич Тамара Александровна,
Кунтурова Анна Владимировна,
Макеев Владислав Андреевич,
Мелашенко Мария Евгеньевна,
Перятинская Александра Игоревна,
Плотникова Анастасия Дмитриевна,
Стеняева Екатерина Дмитриевна.

За лучшие лекции награждены Игнатьева Дарья Олеговна и Тимофеев Иван Владимирович.

Дискуссии на конференции — урок свободного научного общения за рамками обыденности. Студентам очень нравятся именно такие «уроки», открывающие простор для полета научной мысли. Они открывают и новые возможности в понимании предмета, и методологию изложения материала, учат, как корректно вести дискуссию. А сколько новых идей рождается и у студентов, и у руководителей!

Успешная работа школы в первую очередь обеспечена потрясающей командой оргкомитета, которая каждый непростой год нашей эпохи перемен находит средства и неравнодушных умелых людей для выполнения поставленной задачи. Огромное спасибо всем организаторам — тем, кто работал с Анатолием Петровичем и продолжает работать на высочайшем уровне, и тем, кто только пришел и набирается опыта.

Конференция дает отличную возможность сделать публикацию представленных работ в уважаемых журналах. На основе рецензий публикации отобранных работ будут сделаны в журналах: «Известия РАН, серия физическая» и «Ученые записки физического факультета МГУ».

Материалы конференции размещены на сайте *http://waves.phys.msu.ru/*

Доцент кафедры физики моря и вод суши О. Н. Мельникова

Кафедре биофизики — 60 лет

60 лет кафедре биофизики. Это немалый срок в масштабах 86-летней истории физического факультета. Однако сама «физическая» биофизика России и Московского университета много старше и восходит своими истоками непосредственно к именам М.В. Ломоносова, Н.А. Умова, П.Н. Лебедева. Об этом мы писали в предыдущей статье в нашей газете. А вот относительно исторического предназначения создания самой кафедры осенью 1959 года сейчас на факультете мало кому памятно.

Коротко о предмете исследования биофизики как науки — о живой материи. Исторически биофизику относят к биологии, называя её разделом биологии, изучающим физические механизмы различных биологических процессов. Это утверждение справедливо лишь отчасти, поскольку биология по своему существу изучает лишь сами живые системы, а биофизика привносит в науку глубокое понимание общих физических основ формирования живых систем. Известные определения живого обычно сводятся к перечислению важнейших биологических признаков (типа клеточного строения, размножения и естественного отбора), к констатации универсальности химического разнообразия живой природы, к упоминанию некоторых общих физических характеристик (типа неравновесности и нелинейности и др.). Попробуем дать более общее определение живого, иначе говоря, предмета науки, которым занимается сквозным образом единственно биофизика: *живое можно охарактеризовать как системную совокупность физических принципов, реализуемых химическим инструментарием и проявляющуюся в единстве биологических структур и унций, способных к устойчивой эволюции.* Поэтому как раздел биологии биофизика изучает физические аспекты строения и механизмы процессов в живых системах, а как направление физики биофизика раскрывает фундаментальные принципы возникновения, существования и развития живых систем.

Однако мало известно и забыто, что именно физика и физики сыграли решающую политическую роль в возрождении современной биологии на определенном этапе истории нашей страны в середине прошлого столетия. И с этим как раз и связано создание кафедры биофизики.

В 30-40-е годы и уже позже, в 50-е, при Н.С. Хрущеве, доминирующим направлением в биологии, науке и образовании была лысенковщина, поддержанная властью и полностью отрицавшая генетику и связанные с ней основы эволюционного учения. Это явление было частью идеологического наступления на «буржуазные, идеалистические» направления в науке. В частности, это серьёзным образом коснулось и набиравшей силу кибернетики. Насаждение псевдонаучных взглядов академика Т.Д. Лысенко, а также его реально вредоносная деятельность привели после печально известной сессии ВАСХНИЛ 1948 года к прямым репрессиям среди генетиков, а в 40-е и 50-е годы разгрому практически всех передовых биологических и сельскохозяйственных лабораторий, что критическим образом и на долгие годы затормозило развитие современной биологии в СССР. А происходило это в то время, когда уже с 1953 года (!) были известны структура ДНК и общий смысл генетического кода. Ученые неоднократно обращались с письмами к руководству страны о недопустимости подобного положения в биологических науках, но безрезультатно. Тогда группа передовых биологов стала готовить коллективное обращение к руководству страны, но главной силой, решительно вставшей против лысенковщины, стали десятки ведущих физиков, в том числе большая группа выдающихся академиков, работавших на физфаке.

Дело в том, что ретивые представители философии начинали наступление и на «идеалистические корни» квантовой механики, т.е. на фундаментальные основы физики. Активные нападки начинались и на новейшие направления квантовой химии. В 1955 году было подготовлено письмо-обращение в ЦК КПСС, которое подписали около 300 ученых, среди которых большинство составляли физики. Можно назвать имена некоторых наших выдающихся ученых, поднявших свой голос в защиту отечественной науки: Л.Д. Ландау, И.Е. Тамм, М.В. Келдыш, Г.С. Ландсберг, А.И. Фрумкин, П.Л. Капица, А.И. Алиханов, Ю.Б. Харитон, М.А. Леонтович, М.А. Арцимович, А.Н. Тихонов, М.А. Лаврентьев, С.Л. Соболев, С.А. Христианович; В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, М.А. Марков, А.И. Алиханьян, И.Я. Померанчук, А.И. Шальников, А.Б. Мигдал, Г.Н. Флёров и многие другие.

Н.С. Хрущев был взбешен нерегламентированной инициативой, но понемногу стал сдерживать и убирать Лысенко. И в тот самый момент именно физики создали несколько научных центров, где поднялись ростки современной молекулярной биологии: на Урале в Миассово, в Москве в Курчатовском центре, в Обнинске. Биологический факультет МГУ был в это время полностью под влиянием сторонников Т.Д. Лысенко, а в стране требовалось создание независимого образовательного в области биологии и физики подразделения. Два нобелевских лауреата академики И.Е. Тамм и Н.Н. Семенов в 1959 году обратились к ректору МГУ математику И.Г. Петровскому с предложением создать кафедру биофизики на физическом факультете, первую в мире кафедру биофизики у физиков, а не у биологов. На биологическом факультете такую кафедру только что создали, ориентируя её на медико-биологические и отчасти космические направления.

И.Г. Петровский и декан физического факультета В.С. Фурсов поддержали инициативу и в ноябре 1959 года была создана сначала специализация, а следом и кафедра биофизики. Руководить кафедрой по предложению академиков предложили физико-химику Л.А. Блюменфельду, а в качестве преподавателей пригласили биохимика С.Э. Шноля и физиолога И.А. Корниенко. Надо отметить очень важное обстоятельство создания кафедры: на физическом факультете среди студентов тогда же возникла встречная инициатива по созданию физической специализации «биофизика». Они же и стали первыми студентами и аспирантами кафедры, частью перейдя сюда с других направлений.

Тому 60 лет, и примерно 1000 выпускников кафедры успешно работают в науке и в других полезнейших областях человеческой деятельности. Я поздравляю бывших и нынешних сотрудников кафедры с юбилеем, а также её выпускников. Желаю здоровья и успехов. О научных достижениях кафедры расскажу, по возможности, в следующей статье.

Заведующий кафедрой биофизики профессор В.А. Твердислов

Силиконовая долина — мастер класс проводят физфаковцы

Летом этого года в США в г. Санта-Клара прошла Международная выставка изобретений Силиконовой Долины, организованная Всемирной организацией интеллектуальной собственности (WIPO) и Ассоциацией изобретателей Америки (UIA), а также Международной федерацией изобретательских ассоциаций .

В выставке приняли участие представители из 33 стран мира (Германия, США, Италия, Россия, Великобритания, Франция, Швейцария и др.) представившие 380 разработок и новых технологий. На выставке были аккредитованы представители средств массовой информации из 29 стран, зарегистрировалось более 10000 специалистов и посетителей.

Физический факультет МГУ был награжден в двух номинациях двумя «ГРАН-ПРИ» выставки. Один Гран-при - в номинации «Безопасность» за разработку сотрудника кафедры общей физики и волновых процессов Базыленко В.А «Новый способ защиты от подделки и контроля подлинности ценных изделий, основанный на циркулярном фотогальваническом эффекте в полупроводниковых наноструктурах с квантовыми ямами». Второй Гран-при — в номинации «Медицина» за разработку сотрудников кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Тимошенко В.Ю., Каргина Ю.А., Базыленко Т.Ю. «Метод одновременной диагностики и терапии рака, использующий биоразлагаемые кремниевые наночастицы».

Обе работы запатентованы в России.

Показеев К.В.

Сотрудники молодежной лаборатории физических методов биосенсорики и нанотераностики предложили новый способ лечения рака

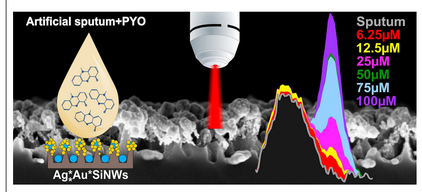
Лаборатория физических методов биосенсорики и нанотераностики создана на физическом факультете МГУ по программе «Зеленый свет» в январе 2018 г.

Основными научными направлениями лаборатории являются:

- Разработка биосовместимых нанороботов, активируемых с помощью ультразвука или электромагнитного излучения, для тераностики (одновременной терапии и диагностики) онкологических заболеваний;
- Разработка высокочувствительных нано-биосенсоров для качественного и количественного экспресс-анализа микроорганизмов в окружающей среде, а также маркеров социально-значимых заболеваний;
- Разработка антибактериальных и противовирусных агентов на основе наночастиц и композитных наноструктур.

Сотрудниками лаборатории с момента ее открытия уже опубликовано 17 статей в ведущих журналах.

В сентябре 2019 г в высокорейтинговом журнале Talanta опубликована работа “Rapid detection of the bacterial biomarker pyocyanin in artificial sputum using a SERS-active silicon nanowire matrix covered by bimetallic noble metal nanoparticles”, в которой впервые показана возможность детектирования инфицирования человека синегнойной палочкой с помощью разработанного сотрудниками лаборатории ГКР-активного нано-биосенсора.



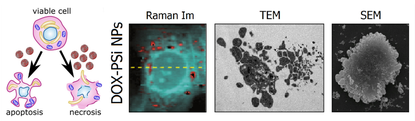
Схематическое изображение методики детектирования синегнойной палочки с использованием ГКР-активных композитных наноструктур [Talanta].

Синегнойная палочка является резистентной ко многим антибиотикам и антисептикам грамотрицательной палочковидной бактерией. Обнаружить наличие синегнойной палочки в организме помогает то, что эта бактерия продуцирует характерные пигменты в ходе своей жизнедеятельности (в частности, пиоцианин). При заболеваниях бронхолегочной системы пиоцианин локализован в легких больного человека и может быть диагностирован из мокроты.

Детектирование пигмента бактерии стало возможным благодаря разработанному в лаборатории наноструктурированному ГКР-активному материалу. Эффект ГКР (гигантское комбинационное рассеяние) заключается в усилении на несколько порядков сигнала комбинационного рассеяния света от молекул, адсорбированных на наноструктурированных поверхностях благородных металлов. В лаборатории были впервые синтезированы структуры, представляющие собой подложку из кремниевых нанонитей, декорированных биметаллическими наночастицами серебро@золото. При воздействии лазерного излучения на молекулы пиоцианина, сорбированные на наноструктурированную подложку, удалось в десятки раз усилить сигнал от исследуемых биомолекул за счет эффекта ГКР. Селективность сигнала обуславливалась наличием уникальных пиков — «отпечатков пальца» молекул анализируемого вещества в регистрируемом спектре. При этом характерные пики были разрешимы вплоть до концентрации пиоцианина в мокроте 6,25 мкМ, что соответствует нижней границе концентрации бактерий в мокроте больного человека. Таким образом, разработанный наноматериал позволяет не просто быстро и точно обнаружить присутствие молекул пиоцианина, но и определить их концентрацию в мокроте, что крайне важно для идентификации стадии заболевания.

Спектр КРС молекул пиоцианина, адсорбированных на поверхность нанонитей кремния, покрытых наночастицами Ag@Au. [Talanta].

В октябре 2019 г в высокорейтинговом журнале ACS Biomaterials Science & Engineering опубликована работа “Biodegradable porous silicon nanocontainers as an effective drug carrier for regulation of the tumor cell death pathways”, в которой сотрудники лаборатории в содружестве с коллегами с факультета фундаментальной медицины МГУ и института фотонных технологий Германии впервые продемонстрировали возможность направленного регулирования гибели раковых клеток с использованием наноконтейнеров на основе пористого кремния, загруженных противоопухолевым лекарством.



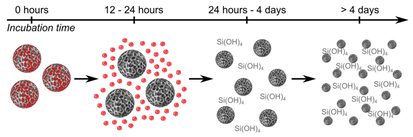
Слева направо: схема гибели клеток по механизму апоптоза или некроза, активированных наноконтейнерами на основе пористого кремния: Оптическое изображение раковой клетки MCF-7, внутри которой находятся наноконтейнеры с лекарством (красные споты), восстановленное по спектрам комбинационного рассеяния света; Просвечивающая электронная микроскопия (TEM) и сканирующая электронная микроскопия (SEM) раковой клетки после воздействия наноконтейнеров [ASC BioSciEng, 2019]. .

Наномедицина в настоящее время является одной из наиболее динамично развивающихся областей исследований. Инновационные диагностические и терапевтические методы, которые могут быть достигнуты с использованием нанотехнологий, поднимают современную медицину на новый высокий уровень. Лекарство, загруженное в наноконтейнеры, может быть доставлено в нужное место и в нужное время, тем самым терапевтический эффект проявляется только в зоне локализации заболевания, а побочные воздействия на здоровые клетки и ткани нивелируются. Доставка с помощью наноконтейнеров может изменить фармакодинамику и фармакокинетику лекарственного препарата.

Нарушение программы гибели является одним из свойств устойчивости раковых клеток к лечению. Поскольку клетка может погибнуть по нескольким механизмам, важно не только уничтожать нежелательные клетки, но и регулировать по какому механизму они наиболее эффективно способны исчезнуть. Апоптоз является наиболее изученным и часто встречающимся механизмом гибели клеток, который запрограммирован их природой.

В представленной работе мы впервые предложили и доказали возможность регулируемого запуска апоптоза в раковых клетках различной этимологии с использованием наноконтейнеров на основе наночастиц пористого кремния, заполненных противораковым лекарством.

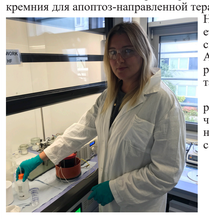
С применением комплекса биологических и физических методов *in-vitro* показано, что сами по себе наночастицы пористого кремния не являются токсичными вплоть до очень высоких концентраций даже при продолжительных временах взаимодействия с клетками. Наночастицы имеют удельную площадь поверхности 230 $м^2/г$, и их поры заполняются лекарством с эффективностью 48%. Таким образом, беря за факт то, что сами по себе контейнеры не токсичны, легко регулировать дозу лекарства, которое они доставляют в опухолевую клетку. Методом микро-спектроскопии комбинационного (Рамановского) рассеяния света впервые в динамике продемонстрировано, как, попадая внутрь клеток, наноконтейнеры выпускают лекарство и затем сами полностью растворяются.



Схематическое изображение выхода лекарств и растворения наноконтейнеров на основе наночастиц пористого кремния, полученное по данным спектроскопии комбинационного рассеяния света [ASC BioSciEng, 2019].

При этом лекарство, введенное в клетки с помощью наноконтейнеров, оказывает больший терапевтический эффект, чем лекарство доставленное без контейнера. Апоптоз направленно запускается в клетках при воздействии на них наноконтейнеров, доставляющих относительно низкие дозы докорубицина, высокие дозы доставляемого лекарства приводят к развитию некроза, что подтверждается большим набором методологических подходов.

Полученные результаты крайне важны для развития дальнейших применений биосовместимых и биорастворимых наноконтейнеров на основе пористого кремния для апоптоз-направленной терапии онкологических заболеваний.



Научная работа в лаборатории выполняется при поддержке 2 грантов РНФ, нескольких грантов РФФИ и «УМНИК». Аспиранты и молодые сотрудники лаборатории получили стипендии Президента и Правительства РФ.

Лаборатория создана на базе кафедры медицинской физики (к. 2-66 физического факультета) и кафедры физики низких температур (к. В-03, 2-06 корпуса низких температур).

Руководитель лаборатории физических методов биосенсорики и нанотераностики к.ф.м.н. Л.А. Осминкина

Экспериментальное обнаружение электронной фазы Гриффитса вблизи квантовой критической точки в системе $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ методом ядерного квадрупольного резонанса

Системы с локальными 4f- и 5f- магнитными моментами, управляемые RKKY и Кондо взаимодействиями могут быть переведены через квантовую критическую точку (QCP) в магнитоупорядоченное состояние с помощью давления, магнитного поля или замещения [1]. Признаки корреляций Кондовского типа были ранее обнаружены в редком классе магнитных 3d-полуметаллов, включающих на настоящий момент всего три системы на основе железа: FeSi [2], $FeSb_2$ [3] и $FeGa_3$ [4], которые привлекают большое внимание также вследствие их перспективных низкотемпературных термоэлектрических свойств. В связи с этим нами были проведены исследования по ядерному квадрупольному резонансу (ЯКР) на ядрах $^{121,123}Sb$ в коррелированной интерметаллической системе $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$, где было предсказано существование электронной фазы Гриффитса, характерной для разупорядоченного парамагнитного металла вблизи АФМ перехода [5].

СКИЙ ФИЗ

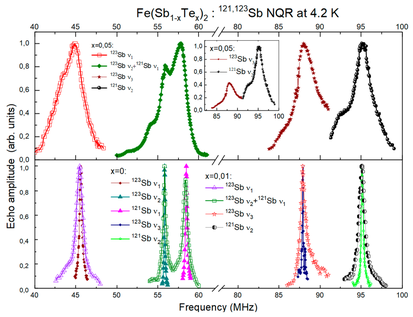


Рисунок 1: Спектры ЯКР $^{121,123}Sb$, измеренные при 4.2 К в соединениях $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ с x = 0.01 (нижняя панель) и 0.05 (верхняя панель). Вставка: линии ЯКР ν_3 ^{123}Sb (88.0 MHz; переход |±5/2> ↔ |±7/2>) и ^{123}Sb ν_2 (95.1 MHz; переход |±5/2> ↔ |±7/2>) без нормировки для образца $Fe(Sb_{0.95}Te_{0.05})_2$

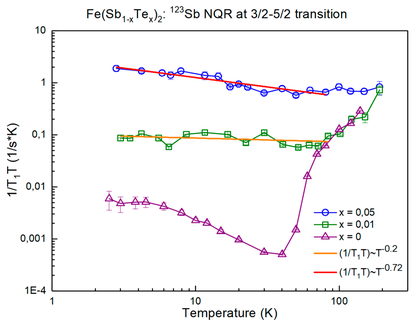


Рисунок 2: $1/T_1T$ как функция температуры для линии ЯКР ν_1 ^{123}Sb (переход |±3/2> ↔ |±5/2> в соединениях $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ (x = 0, 0.01 и 0.05). Сплошные прямые линии — аппроксимация по формуле: $1/T_1T = a*T^{-2(1+\lambda)}$ (см. текст).

Полученные зависимости величины $1/T_1T$ как функции температуры для образцов $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ (x = 0, 0.01, 0.05) представлены на Рис. 2. Видно, что даже низкий уровень допирования Te (x=0.01) приводит к резкому возрастанию скорости ЯСРР Sb более чем на порядок величины в низкотемпературном интервале 2–50 K. Как было показано в [5], даже крайне малое допирование Te x=0.001 приводит к переходу от полупроводниковых свойств к металлическим, так что при x=0.01 можно ожидать ЯСРР Корринговского типа, обусловленную электронами проводимости. Действительно, для образца $FeSb_{0.99}Te_{0.01}$ функция $1/T_1T$ может рассматриваться как практически температурно независимая в интервале 2–70 K (Рис. 2). Для образца $FeSb_{0.95}Te_{0.05}$, $1/T_1T$ на один порядок величины больше, чем в $FeSb_{0.99}Te_{0.01}$. При этом обнаружена степенная расходимость $1/T_1T \sim T^{-0.72}$ ($1/T_1 \sim T^{0.28}$) с понижением температуры ниже 100 K (Рис. 2), указывающая на не-Ферми-жидкостное поведение системы.

Дополнительно к данным ЯКР спектроскопии мы провели измерения низкотемпературной теплоемкости на тех же образцах $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ (x = 0.01, 0.05). Полученные экспериментальные кривые C/T vs T для этих образцов представлены на Рис. 3 и находятся в хорошем согласии с результатами [5], где степенная расходимость коэффициента электронной теплоемкости γ(T) = C(T)/T ~ $T^{-1+\lambda}$ анализируется в рамках модели индуцированной беспорядком фазы Гриффитса (ФГ) на границе возникновения магнетизма.

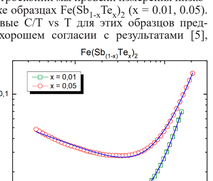


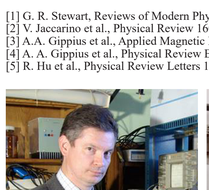
Рисунок 3: Графики зависимостей C/T vs. T для соединений $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ (x = 0.01 and x = 0.05). Сплошные линии – аппроксимации по формуле $C(T)/T = a*T^{-1+\lambda}_c + b*T^2 + c*T^4$.

Дополнительно к данным ЯКР спектроскопии мы провели измерения низкотемпературной теплоемкости на тех же образцах $Fe(Sb_{1-x}Te_x)_2$ (x = 0.01, 0.05). Полученные экспериментальные кривые C/T vs T для этих образцов представлены на Рис. 3 и находятся в хорошем согласии с результатами [5], где степенная расходимость коэффициента электронной теплоемкости γ(T) = C(T)/T ~ $T^{-1+\lambda}$ анализируется в рамках модели индуцированной беспорядком фазы Гриффитса (ФГ) на границе возникновения магнетизма.

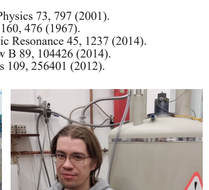
По данным результатов опубликована статья:

«*$^{121,123}Sb$ nuclear quadrupole resonance as a microscopic probe in the Te-doped correlated semimetal $FeSb_2$: Emergence of electronic Griffith phase, magnetism, and metallic behaviors. A.A. Gippius, ŠV. Zhurenko, R. Hu, C. Petrovic, M. Baenitz. Physical Review B 97 (2018) 075118. DOI: 10.1103/PhysRevB.97.075118. IF= 3.813.*

[1] G. R. Stewart, Reviews of Modern Physics 73, 797 (2001).
[2] V. Jaccarino et al., Physical Review 160, 476 (1967).
[3] A.A. Gippius et al., Applied Magnetic Resonance 45, 1237 (2014).
[4] A.A. Gippius et al., Physical Review B 89, 104426 (2014).
[5] R. Hu et al., Physical Review Letters 109, 256401 (2012).



Профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Гиппиус А.А



Студент 2 курса магистратуры кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Журенко С.В.

Гигантский дипольный резонанс атомных ядер — 75 лет открытию

В 1944 г. советский теоретик будущий академик А.Б. Мигдал (ученик Л.Д. Ландау) в своей статье, опубликованной в «Журнале теоретической и экспериментальной физики», предсказал существование электрических дипольных возбуждений атомных ядер. Эта работа, опубликованная в СССР в конце Второй мировой войны, осталась незамеченной зарубежными физиками. Однако когда в 1947 г. появились первые эксперименты, выполненные на ускорителях электронов, в которых был обнаружен широкий и мощный резонанс в спектре поглощения фотонов атомными ядрами, названный гигантским, стало ясно, что обнаружено ядерное возбуждение, предсказанное Мигдалом. На изучение этого нового явления были брошены силы многих ядерных лабораторий. Оказалось, что этот резонанс является наиболее сильной реакцией атомных ядер на электромагнитное излучение и представляет собой универсальное и фундаментальное ядерное возбуждение. Оно присуще всем ядрам. Его изучение сыграло исключительную роль в понимании структуры и динамики атомных ядер. В резонансе все протоны ядра согласованно (синхронно) колеблются относительно всех нейтронов с частотой 10^{22} Гц, образуя своеобразный колеблющийся диполь ядерных размеров (10^{-12} см). Такие колебания проще всего вызвать, заставив ядро поглотить гамма-квант с энергией около 20 МэВ. Резонанс затухает за время 10^{-21} сек посредством выброса из ядра протона или нейтрона. Масштаб этого явления на шкале ядерных и нуклонных энергий возбуждения схематически иллюстрируется на рис. 1.

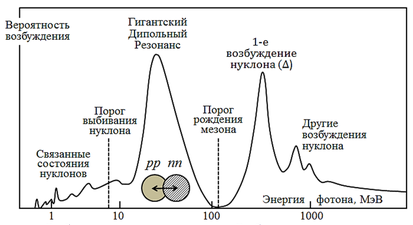


Рис. 1

Важность сделанного открытия состояла в том, что было обнаружено первое коллективное ядерное возбуждение (ядерный резонанс, имеющий коллективную природу). Коллективное ядерное возбуждение — это возбуждение, возникающее за счёт скоррелированного движения больших групп протонов и нейтронов внутри ядра. Это чрезвычайно интересный и бурно развивающийся раздел ядерной физики. Дело в том, что коллективные возбуждения характерны именно для ядер. У атома доминируют одночастичные (одноэлектронные) возбуждения, когда отдельный электрон переходит с одной оболочки на другую. При этом остальные электроны играют роль пассивных наблюдателей. Аналогичные (одночастичные) возбуждения ведут и у ядер. В них отдельный нуклон (протон или нейтрон) переходит с одной ядерной оболочки на другую (оболочечная структура имеет место и для ядра). Однако чистые одночастичные возбуждения для ядра — редкость. Ядро, в отличие от атома, плотно упакованная система сильносвязанных частиц, и когда один из нуклонов под воздействием внешнего возмущения начинает двигаться, он «тянет» за собой соседние нуклоны и возникает согласованное (совместное) движение группы нуклонов, т.е. коллективное возбуждение. Резонанс такого возбуждения и является коллективным ядерным резонансом.

Существуют коллективные ядерные возбуждения различного типа. Гигантский дипольный резонанс (ГДР) — первый из обнаруженных и самый мощный из них. В его исследование физики нашей страны и, в частности, сотрудники кафедры общей ядерной физики физического факультета и НИИЯФ МГУ внесли существенный вклад. Это оказалось возможным благодаря своевременному оснащению подразделения ускорителями заряженных частиц. В создании современной ускорительной базы института неоценимая роль принадлежит его первому директору академику Д.В. Скобельцыну. В распоряжении экспериментаторов оказался первоклассный ускоритель электронов — бетатрон — на энергию 35 МэВ, что позволило исследовать ГДР практически на всей энергетической шкале. Используя для генерации пучка высокоэнергичных фотонов этот ускоритель электронов, они выполнили многочисленные эксперименты по изучению ГДР. Эти эксперименты, проведённые с высоким энергетическим разрешением, привели к обнаружению структуры ГДР. Обнаружение этой структуры имело большой международный отклик и потребовало существенного пересмотра теоретических подходов к описанию высокоэнергичных коллективных ядерных резонансов.

Одним из наиболее ярких результатов этих исследований явилось открытие явления конфигурационного расщепления ГДР. Его суть в том, что у ядер с незамкнутыми нуклонными оболочками (а таких подавляющее большинство) гигантский дипольный резонанс расщепляется на компоненты, отвечающие дипольным колебаниям нуклонов, расположенных на разных ядерных оболочках. Нуклоны глубоких (внутренних замкнутых) оболочек колеблются с большими частотами, чем нуклоны внешних незамкнутых (частично заполненных) оболочек. В результате у таких ядер образуется широкая полоса частот поглощения фотонов вместо одного узкого пика, характерного для массивных ядер с замкнутыми оболочками. Эффект особенно ярко проявляется у легких ядер. По существу у таких ядер возникает как бы два гигантских резонанса (на рис. 2 они отмечены буквами А и Б).

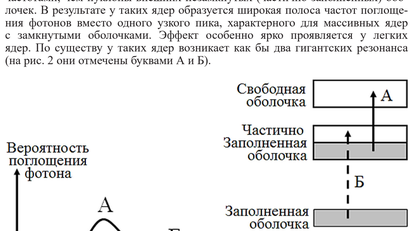


Рис. 2. Формирование двух ветвей гигантского дипольного резонанса, приводящее к его конфигурационному расщеплению

Для получения таких доказательств потребовалась постановка качественно новых экспериментов, в которых с большой точностью фиксировалась энергия возбуждения конечного ядра (т.е., по существу, определялся конечный энергетический уровень) после вылета из него нуклона. Если конечное ядро оказывалось в состоянии с нуклонной дыркой в заполненной оболочке, то это означало, что ему предшествовало возбуждение резонанса Б. Если же дырка в конечном ядре оказывалась в частично заполненной оболочке, то возбуждалась ветвь А гигантского резонанса. Такие эксперименты и соответствующий анализ данных удалось выполнить сотрудникам кафедры общей ядерной физики и НИИЯФ МГУ в 1975-1985 гг., после чего существование конфигурационного расщепления ГДР у ядер с числом нуклонов вплоть до 60 перестало вызывать сомнения. На рис. 3 в качестве примера показаны экспериментальные данные о конфигурационном расщеплении четырех ядер — ^{23}Na, ^{24}Mg, ^{27}Al и ^{28}Si.

Результаты этих пионерских работ были позже подтверждены в аналогичных экспериментах японских, австралийских и бельгийских исследователей и получили международное признание (авторство учёных МГУ в теоретическом предсказании и первом экспериментальном наблюдении конфигурационного расщепления ГДР широко признано). Более того, эксперименты, выполненные физиками США, Швейцарии, Японии и СССР, в которых ядра возбуждались самыми различными элементарными частицами, показали, что открытая в МГУ закономерность конфигурационного расщепления ГДР имеет универсальный характер — она не зависит от типа частиц, возбуждающих ядро, т.е. проявляется не только в электромагнитных, но также в сильных и слабых взаимодействиях. Сделанное открытие вносит коренные изменения в сложившиеся представления о структуре лёгких ядер и механизме возникновения у них возбуждений высокой энергии. Проделанные авторами открытия исследования суммированы в ряде обзоров, из которых выделим обзор, занявший полностью три номера журнала Physics Reports и публикацию в котором санкционировал его главный редактор Джерри Браун с оценкой «excellent».

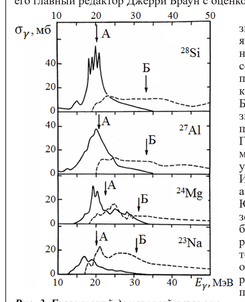


Рис. 3. Гигантский дипольный резонанс ядер ^{23}Na, ^{24}Mg, ^{27}Al и ^{28}Si, разделенный на компоненты А и Б. Стрелки указывают центры тяжести этих компонент

Решающей инстанцией в признании открытия в нашей стране явилось заседание бюро отделения ядерной физики АН СССР, состоявшееся 8 сентября 1987 г. под председательством академика-секретаря бюро М.А. Маркова. Было заслушано сообщение назначенного отделением эксперта по данному открытию академика Г.Н. Зацепина. Присутствовало много известных физиков (2 лауреата Нобелевской премии — И.М. Франк и П.А. Черенков, а также А.М. Балдин, Г.Н. Флёров, Ю.Д. Прокошкин, А.Н. Тавхелидзе, Д.В. Ширков и др). Единогласно было принято постановление, рекомендующее Госкомизобретений СССР зарегистрировать открытие. Состоявшееся 5 ноября 1987 г. в Госкомизобретений процедура регистрации открытия была уже формальным актом. Авторы открытия — Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Шевченко, В.Г. Неудачин и Н.П. Юдин. Трое первых — профессора кафедры общей ядерной физики. Достижения кафедры в исследовании фотоядерных реакций и внедрении результатов этих исследований в учебный процесс были отмечены премией Совета министров СССР.

В 1994 г. за цикл работ «Новые представления о механизме взаимодействия гамма-квантов с атомными ядрами» профессора кафедры Б.С. Ишханов и И.М. Капитонов и выпускник кафедры доктор физ.-мат наук В.И. Шведунов были удостоены Ломоносовской премии.

Экспериментальная база ведущихся в МГУ фотоядерных исследований постоянно совершенствуется. Усилиями выпускников кафедры создано новое поколение ускорителей, на которых молодые сотрудники кафедры, аспиранты и студенты продолжают изучение фотоядерных реакций в области энергий выше ГДР. Созданы методики, позволяющие изучать различные каналы ядерных реакций под действием высокоэнергичных фотонов, в том числе и такие экзотические, которые приводят к многочастичному распаду (например, с вылетом из ядра до 10-ти нейтронов) и делению. Результаты этих новых исследований оказались востребованными для расшифровки процессов нуклеосинтеза (синтеза ядер химических элементов) во Вселенной.

В завершение этой заметки отметим, что коллективные резонансы, впервые найденные в атомных ядрах, позже были обнаружены в атомах и в таких новых и интенсивно исследуемых объектах, состоящих из большого числа молекул и атомов, как металлические кластеры и фуллерены. Методы их изучения и анализа используют богатый опыт фотоядерных исследований.

Профессор И.М. Капитонов

К 70-летию* испытания первой советской атомной бомбы

Статья была написана к 50-летию этого события и опубликована в «Советском физике» №6(13), 1999 г. Прошедшие двадцать лет показали важность испытания первой советской атомной бомбы и величие подвига создателей советского ядерного оружия.

Главный редактор «Советского физика» К.В. Показеев

В конце августа этого года прошли научные и торжественные мероприятия, посвященные пятидесятилетию испытания первой советской атомной бомбы, обеспечившего 50 лет мира на планете Земля. Главный конструктор первой советской атомной бомбы академик Юлий Борисович Харитон писал: «Атомная бомбардировка Японии возвестила миру о наступлении новой эры. Возникла опасность одностороннего диктата, подкрепленного обладанием невиданного по своей разрушительной силе ядерного оружия».

Наша страна входила в атомную эпоху в исключительно тяжелых условиях. Из-за тягот военного времени люди были напряжены до предела, промышленность и хозяйство европейской части СССР разрушены, десятки миллионов соотечественников погибли в войне. Все свои силы наука отдавала фронту, а сами ученые, в том числе с мировыми именами, жили в тяжелейших бытовых и материальных условиях, в большинстве своем будучи эвакуированными за тысячи километров от сложившихся столичных научных центров. Многие из них были на фронте в действующей армии.

Когда враг был повержен, наша страна была разорена и обескровлена. Очень скоро на смену «горячей» войне, в которой СССР и США были союзниками, пришла война «холодная», в условиях которая монополия США на атомную бомбу представляла угрозу для нашей безопасности. Создание советской атомной бомбы стало нашей первоочередной национальной задачей.

Я поражаюсь и преклоняюсь перед тем, что было сделано нашими людьми в 1946-1949 годах. Нелегко было и позже. Но этот период по напряжению, героизму, творческому взлету и самоотверженности не поддается описанию. Только сильный духом народ после таких невероятно тяжелых испытаний мог сделать совершенно из ряда выходящее: полуголодная и только что вышедшая из опустошительной войны страна за считанные годы разработала и внедрила новейшие технологии, наладила производство урана, сверхчистого графита, плутония, тяжелой воды… Через четыре года после окончания смертельной схватки с фашизмом наша страна ликвидировала монополию США на обладание атомной бомбой. Через восемь лет после окончания войны СССР создал и испытал водородную бомбу, через 12 лет запустил первый спутник, а еще через четыре года открыл человеку дорогу в космос. Создание ракетно-ядерного оружия потребовало предельного напряжения человеческого интеллекта и сил. Пятьдесят лет ядерное оружие удерживало мировые державы от войны, от неоправимого шага, ведущего к всеобщей катастрофе.

Принципиальное значение для реализации советского атомного проекта имела информация об успешном испытании Соединенными Штатами 16 июля 1945 года первой атомной бомбы. Беспрецедентная разрушительная сила атомных взрывов в Хиросиме и Нагасаки в августе 1945 года привела руководство СССР к выводу о необходимости скорейшего форсирования работ по созданию советского атомного оружия. Когда Советский Союз одержал Победу в Великой Отечественной войне, появилась возможность сосредоточить усилия государства на практическом решении атомной проблемы. 20 августа 1945 года Постановлением Государственного Комитета Обороны был создан Специальный комитет ГКО для руководства всеми работами по использованию атомной энергии. Председателем Спецкомитета был назначен Л.П. Берия, членами — Г.М. Маленков, Н.А. Вознесенский, Б.Л. Ванников, А.П. Завенягин, И.В.Курчатов, П.Л. Капица, М.Г. Первухин, В.А. Махнев. Тем же постановлением был создан Технический совет при Спецкомитете. Председателем совета был назначен Б.Л.Ванников, членами — А.И.Алиханов, И.Н. Вознесенский, А.П. Завенягин, А.Ф. Иоффе, П.Л. Капица, И.К. Кикоин, И.В. Курчатов, В.А. Махнев, Ю.Б. Харитон, В.Г. Хлопин. При Техническом совете были созданы: Комиссия по электромагнитному разделению уран (руководитель А.Ф.Иоффе), Комиссия по получению тяжелой воды (руководитель П.Л.Капица), Комиссия по изучению плутония (руководитель В.Г. Хлопин), Комиссия по химико-аналитическим исследованиям (руководитель А.П. Виноградов), Секция по охране труда (руководитель В.В.Парин). 30 августа 1945 г. решением Совета Народных комиссаров СССР образовано Первое главное управление при СНК СССР. Начальником ПГУ назначен Б.Л. Ванников, его заместителями — А.П. Завенягин, П.Я. Антропов, Н.А. Борисов, А.Г. Касаткин, П.Я. Мешик, членами коллегии ПГУ — А.М. Комаровский, Г.П. Корсаков, С.Е. Егоров.

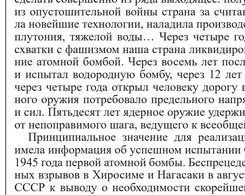
Отечественные физики были подготовлены к такой интенсификации работ по созданию отечественного ядерного оружия. Еще в 1922 г. академик Вернадский произнес пророческие слова: «Мы подходим к великому повороту в жизни человечества, с которым не могут сравняться все им раньше пережитые. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даёт ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть». В.И. Вернадский был инициатором организации ряда институтов, которые внесли существенный вклад в развитие отечественной науки. Создание Петроградского государственного рентгенологического и радиологического института (1919 г.), Радиевого института АН (1923 г.), Ленинградского физико-технического института (1923 г.), Физического института АН (1932 г.), Института физических проблем (1935 г.) привело к появлению плеяды таких выдающихся ученых, как Л.Ф. Иоффе, А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, С.Н. Вавилов, А.П. Виноградов, В.А. Давиденко, Я.Б. Зельдович, П.Л. Капица, И.К. Кикоин, И.В. Курчатов, Л.Д. Ландау, Н.Н. Семенов, К.Д. Синельников, Д.В. Скобельцин, И.Е. Тамм, Г.Н. Флеров, Я.И. Френкель, Ю.Б. Харитон, В.Г. Хлопин, К.И. Щелкин и многих других, из которых в дальнейшем выдвинулись основные научные руководители институтов и производств, связанных с созданием советского ядерного оружия.

В конце 1938 г. при Президиуме Академии наук была организована Комиссия по атомному ядру. Возглавлял эту комиссию С.И. Вавилов. В состав комиссии вошли А.Ф. Иоффе, А.И Алиханов, И.В. Курчатов, И.М. Франк, В.И. Векслер, А.И. Шпетный. 25 июня 1940 г. Президиум Академии поручил академикам В.И. Вернадскому, А.Е Ферсману и В.Г. Хлопину наметить мероприятия, которые позволили бы форсировать в Советском Союзе работы по использованию внутриатомной энергии. В начале 1940 г. При Президиуме Академии наук была образована Комиссия по проблеме урана. Председателем урановой комиссии стал В.Г. Хлопин, а ее членами — И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон и А.П. Виноградов.

В те же предвоенные годы молодые ученые Института химической физики Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович одними из первых предложили и представили расчет цепной реакции деления тяжелых атомов. В июле 1940 г. В.И. Вернадский и В.Г. Хлопин направили в Президиум Академии письмо с предложением: «…Срочно приступить к выработке методов разделения изотопов урана и к конструированию соответствующих установок, для чего поручить Комиссии по изотопам совместно с Комиссией по атомному ядру в двухмесячный срок наметить учреждения и лиц, которые эти должны заниматься».

В середине июля 1940 г. В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман и В.Г. Хлопин обратились к заместителю председателя Совнаркома СССР Н.А. Булганину, из которого следовало, что советские ученые к июню 1941 г. были полностью готовы к освоению внутриатомной энергии. Но дальше была война…

Тем не менее 11 февраля 1943 г. было принято специальное решение ГКО о создании Лаборатории №2 — первого в стране научно-исследовательского учреждения, призванного заняться атомной проблемой. Одновременно на М.Г. Первухина и С.В. Кафтанова была возложена обязанность повседневно руководить работами по урану. В марте 1943 г. руководителем Лаборатории №2 стал Курчатов. Штат сотрудников поначалу формировался преимущественно из сотрудников Ленинградского физико-технического института. В лаборатории начали работать А.И Алиханов, А.П Александров, Л.А. Арцимович, И.К. Кикоин, Б.В. Курчатов, Ю.Я. Померанчук, К.А. Петржак, Г.Н. Флеров. С лета 1944 г. штат курчатовской лаборатории пополнился выдающимися сотрудниками Института химической физики. В их числе были Н.Н. Семенов, Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон.



Документ «Тактико-техническое задание на атомную бомбу». Под ним подпись Юлия Борисовича Харитона — главного конструктора КБ-11. Далее фамилия Павла Михайловича Зернова — начальника КБ-11. Фото: РФЯЦ-ВНИИЭФ

https://rg.ru/2019/08/29/70-let-nazad-v-sssr-proshlo-pervoe-ispytanie-atomnoj-bomby.html

Работы по атомному проекту начали быстро набирать обороты. Очень скоро стало ясно, что для реализации того гигантского объема работ, который необходимо выполнить для разработки ядерного оружия, требуется сформировать крупный комплексный научно-исследовательский институт с различными лабораториями со специальной измерительной техникой, соответствующими опытными заводами и полигонами. Этому институту предстояло, в частности, разработать количественную теорию газодинамических и ядерных процессов, изготовить необходимые прецизионные детали из взрывчатых веществ, создать методы определения свойств различных веществ при высоких давлениях.

8 апреля 1946 г. Совет Министров СССР принял постановление об организации КБ-11 — ядерного центра специального конструкторского бюро — филиала Лаборатории №2. Начальником КБ-11 был назначен Павел Михайлович Зернов, главным конструктором — Юлий Борисович Харитон. Задача новой организации ставилась предельно четко — сделать ядерную бомбу.

О масштабах работ, проводившихся в этом ядерном центре, можно было судить по перечню созданных в нем ключевых подразделений. Однако даже этот перечень привести в рамках настоящей заметки затруднительно. Отметим только, что в КБ-11 было сформировано два сектора: научно-исследовательский сектор, состоящий из одиннадцати лабораторий, и научно-конструкторский сектор, состоящий их одиннадцати отделов. Кроме того, в составе КБ-11 функционировали крупные производственные подразделения — опытные заводы №1 (механический) и №2 (изготовление взрывчатых веществ и деталей из них).

Интенсивность работ в ядерном центре была очень высока.

К 1 июля 1946 г. Ю.Б. Харитоном было подготовлено тактико-техническое задание на атомную бомбу. 25 декабря 1946 г. был запущен опытный ядерный реактор Ф-1 Лаборатории №2. 21 апреля 1947 г. вышло постановление правительства о создании Семипалатинского полигона для испытания ядерной бомбы. 15 июня 1948 г. выведен на проектную мощность промышленный реактор — объект «А» Комбината №817, предназначенный для наработки плутония. 22 декабря 1948 г. запущен в эксплуатацию радиохимический завод «Б» Комбината №817, предназначенный для выделения плутония из облученного урана. 26 февраля 1949 г. опытно-промышленное производство металлургического завода «В» Комбината №817 получило первый плутоний, выделенный на радиохимическом заводе «Б». В апреле 1949 г. на заводе «В» начато изготовление деталей ядерной бомбы из сплава плутония. 11 апреля 1949 г. в КБ-11 сформирована специальная группа для подготовки испытания первой атомной бомбы РДС-1. 26 июля 1949 г. завершена подготовка Семипалатинского полигона к испытанию атомной бомбы РДС-1. 27 июля 1949 г. на Семипалатинском полигоне начала работать Правительственная комиссия под председательством М.Г.Первухина. 8 августа 1949 г. в КБ-11 доставлены с завода «В» Комбината №817 детали из плутония для первой атомной бомбы. 21 августа 1949 г. специальным поездом на полигон были доставлены плутониевый заряд и четыре нейтронных запала, один из которых использовался при подрыве боевого изделия. И.В. Курчатов отдал распоряжение о проведении испытания 29 августа 1949. 22 августа 1949 г. проведена генеральная репетиция испытания атомной бомбы на полигоне. В ночь с 28 на 29 августа Ю.Б. Харитон и Н.Л. Духов с помощниками собрали плутониевый заряд и нейтронный запал и вставили их в заряд ВВ. Окончательный монтаж бомбы был завершен к 3 часам утра 29 августа под руководством А.Я. Малького и В.И. Алферова. К 6 часам утра бомбу подняли на испытательную башню, завершили ее снаряжение взрывателями и подключили к системе подрыва. В 6 часов 35 минут операторы включили питание системы автоматики, а в 6 часов 48 минут был включен автомат испытательного поля.

29 августа 1949 года в 7 часов местного времени, в 4 часа московского времени осуществлен взрыв первой атомной бомбы РДС-1.

Этот снимок сделан на полигоне в Семипалатинске через две секунды после успешного испытания первой советской атомной бомбы. Фото: РФЯЦ-ВНИИЭФ

Ровно в 7 часов вся местность озарилась ослепительной вспышкой света, что означало, что разработка и испытание первой советской атомной бомбы завершились успешно. Использованная в опыте аппаратура обеспечила проведение оптических наблюдений, измерения теплового потока, параметров ударной волны, характеристик нейтронного и гамма-излучений, определение уровня радиоактивного загрязнения местности в районе взрыва и вдоль следа ядерного взрыва, изучение воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на биологические объекты. Энерговыделение первой советской атомной бомбы составило 22 килотонны тротилового эквивалента.

История разработки первой советской атомной бомбы являет собой образец высокой организованности всех служб самой разной направленности, самоотверженной работы всех участников ее создания, четкости взаимодействия и высокой ответственности за порученное дело. В этот период был выработан особый стиль работы всего коллектива исследователей, конструкторов, технологов, производства и администрации, при котором, несмотря на строгие условия режима секретности, в рамках допустимого имело место постоянное и четкое взаимодействие всех подразделений с полным пониманием важности и необходимости выполнения стоящих перед каждым задач.

Автору этих строк посчастливилось работать в Российском Федеральном Ядерном Центре — ВНИИ экспериментальной физики (в бывшем КБ-11), неоднократно участвовать в проведении испытаний ядерных зарядов и в 50-60-е годы общаться с К.И. Щелкиным, Н.Л. Духовым, Б.И. Забабахиным, Я.Б. Зельдовичем, Ю.А. Романовым, Е.А. Негиным, Д.А. Фишманом, А.Д Захаренковым, Н.И. Павловым, Г.А. Цыркановым. Я не мог не обратить внимание на то, что этим талантливым людям присуще что-то общее. Им были свойственны исключительная порядочность, целеустремленность, высочайший уровень профессиональных знаний, трудолюбие, обязательность, требовательное и одновременно уважительное отношение к окружающим. Объяснить простой случайностью присутствие в одном коллективе такого количества незаурядных личностей вряд ли возможно. Более вероятным представлялось предположить, что у истоков формирования такого коллектива специалистов стоял опытный, талантливый организатор. Со временем стало очевидным, что таким организатором был Юлий Борисович Харитон, а упомянутые специалисты были также участниками реализации советского ядерного проекта и достойными учениками Ю.Б. Харитона. Только такому слаженному коллективу талантливых профессионалов, объединенных сознанием государственной важности выполняемой работы, было под силу в кратчайший срок выполнить тот гигантский объем работ, который был необходим для реализации советского атомного проекта. Неоценимый вклад в это дело, конечно же, внес И.В. Курчатов.

Необходимо отметить большую роль выпускников и сотрудников физического факультета МГУ в работах по созданию ядерного оружия. Декан физического факультета В.С. Фурсов был заместителем И.В. Курчатова, а позднее научным руководителем по разработке, созданию и эксплуатации уран-графитовых реакторов в Москве, на Южном Урале, в Томске и Красноярске. С.Т. Конобеевский, также в прошлом декан физического факультета, выполнил очень ответственную часть работ по металлургии плутония. Выпускник факультета Л.В. Альтшулер, работая над переводом делящегося вещества в надкритическое состояние, получил до сих пор непревзойденные результаты в области физики высоких плотностей энергии, изучающей состояние материи при очень высоких плотностях и температурах.

Среди авторов работы по созданию двухступенчатой термоядерной бомбы также имеются фамилии выпускников физического факультета: академик Е.Н. Аврорин, В.Б. Адамский, член-корр. Ю.Н. Бабаев, Б.Д. Бондаренко, Н.А. Дмитриев, академик Е.И. Забабахин, Н.А. Попов, член-корр. В.И. Ритус, с Ю.А. Романов, академик А.А. Самарский, академик А.Д. Сахаров, академик А.Н. Тихонов, член-корр. Л.П. Феоктистов, М.П. Шумаев. Выпускники факультета составили костяк разработчиков внешнего нейтронного инициатора ядерных бомб: Е.А. Сбитнев, Е.И Сиротинин, В. Соковинин, Д.М. Чистов. Основные исполнители и руководители критмассовых измерений А.М. Воинов, А.М. Малинкин, Ю.В. Стрельников — также выпускники физического факультета.

Ведущий научный сотрудник НИИЯФ д.ф-м.н. Е.И. Сиротинин

К девяностопятилетию Алексея Георгиевича Свешникова

19 ноября 2019 года исполняется 95 лет известному ученому, заслуженному деятелю науки РСФСР, лауреату Государственной премии СССР, лауреату Ломоносовской премии МГУ за педагогическую деятельность, академику Российской Академии Естественных Наук, доктору физико-математических наук, заслуженному профессору Московского университета Алексею Георгиевичу Свешникову.

Алексей Георгиевич Свешников родился 19 ноября 1924 года в городе Саратове в семье профессора Саратовского университета Георгия Николаевича Свешникова.

Участник Великой Отечественной войны, А.Г. Свешников с честью выполнил свой долг перед Родиной. В суровое военное время в апреле 1945 года он был тяжело ранен на 4-м Украинском фронте. За отвагу и доблесть Алексей Георгиевич был награжден орденами «Красная звезда» и «Отечественная война 1-й степени», медалью «За победу над Германией», а позднее многими юбилейными медалями.

В 1945 году после демобилизации Алексей Георгиевич поступил на физический факультет МГУ, который окончил в 1950 году, и был принят в аспирантуру кафедры математики физического факультета. Он прямой ученик выдающегося математика академика Андрея Николаевича Тихонова, который оказал определяющее влияние на научную и педагогическую деятельность Алексея Георгиевича.

Профессор А.Г. Свешников — крупнейший специалист в области математической физики, прикладной и вычислительной электродинамики. Он создал большую, активно работающую научную школу. Под его руководством защищено 45 кандидатских диссертаций. Среди его учеников 15 докторов физико-математических наук.

Большой цикл работ А.Г. Свешникова посвящен математическим проблемам электродинамики, в частности, математическим задачам электродинамики волноведущих и излучающих систем. Его кандидатская диссертация «Принципы излучения и единственность решения задач дифракции», защищенная в 1953 году, была посвящена исследованию корректности математической постановки краевых задач теории установившихся колебаний. Глубокое и всестороннее исследование А.Г. Свешниковым общего принципа предельного поглощения позволило доказать теоремы единственности для внешних задач теории установившихся колебаний в электродинамике, акустике, теории упругости. Алексеем Георгиевичем были введены «парциальные» условия излучения, которые в случае внешних задач дифракции позволяют редуцировать их к задачам в ограниченных областях с нелокальными граничными условиями, что оказалось наиболее эффективным для построения численных алгоритмов решения данного класса задач. В своей докторской диссертации «Методы исследования распространения колебаний в нерегулярных волноводах», защищенной в 1963 году, Алексей Георгиевич развил эффективные алгоритмы исследования волноведущих систем, основанные на разработанных им проекционных методах решения широкого круга задач математической физики, возникающих при математическом моделировании радиоволноводов и в теории дифракции в неоднородных средах. А.Г. Свешниковым был предложен общий принцип формулировки проекционных соотношений неполного метода Галеркина, при

ЗИК

5(140) 2019

ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

Отпечатано Издательской группой физического факультета МГУ, тел. 939-5494

К восьмидесятилетию Валентина Фёдоровича Бутузова

23 ноября 2019 исполняется 80 лет со дня рождения профессора физического факультета Московского государственного университета Валентина Фёдоровича Бутузова.

В.Ф. Бутузов поступил учиться на физический факультет в 1957 г. после окончания с золотой медалью сельской школы, и с тех пор вся его жизнь связана с Московским университетом, где он прошёл все ступени от студента до профессора, заведующего кафедрой.

Научные интересы В.Ф. Бутузова, сформировавшиеся ещё в студенческие годы, связаны с теорией сингулярных возмущений, основы которой заложены в известных трудах А.Н. Тихонова. В 1963 г. В.Ф. Бутузов защитил дипломную работу, а в 1966 г. — кандидатскую диссертацию под руководством профессора А.Б. Васильевой. В кандидатской диссертации были исследованы обнаруженные им особые асимптотические свойства решений сингулярно возмущённых интегро-дифференциальных уравнений, качественно отличные от свойств решений дифференциальных уравнений.

Затем в семидесятых годах В.Ф. Бутузовым был сделан важный шаг в развитии методов построения асимптотических разложений погранслойных решений. Он разработал метод угловых пограничных функций, позволяющий строить асимптотические разложения решений сингулярно возмущённых краевых задач для основных типов уравнений математической физики в тех случаях, когда граница области содержит угловые точки. Этот метод и его применения составили основное содержание докторской диссертации В.Ф. Бутузова, защищённой им в 1979 г.

В последующие годы В.Ф. Бутузовым были получены новые важные результаты в теории сингулярных возмущений и её приложениях. Совместно с коллегами и учениками было разработано новое направление — асимптотическая теория контрастных структур, т.е. решений нелинейных сингулярно возмущённых уравнений с внутренними переходными слоями. За работы по созданию и развитию этого направления В.Ф. Бутузов и его коллеги А.Б. Васильева и Н.Н. Нефёдов удостоены в 2003 году высшей научной награды Московского университета — Ломоносовской премии 1-й степени. В последнее десятилетие В.Ф. Бутузовым получен ряд фундаментальных результатов по исследованию сингулярно возмущённых задач с кратными корнями вырожденного уравнения, а также сингулярно возмущенных задач для частично диссипативных систем уравнений.

В.Ф. Бутузов вместе с А.Б. Васильевой является создателем всемирно признанной научной школы по теории сингулярных возмущений. Под их руководством многие годы работает семинар по асимптотическим методам на кафедре математики физического факультета МГУ. В.Ф. Бутузов является автором более 250 научных статей и пяти монографий по асимптотическим методам в сингулярно возмущённых задачах. Три монографии написаны совместно с А.Б. Васильевой, ещё одна — совместно с А.Б. Васильевой и Л.В. Калачёвым. Две из этих монографий переведены в США и Китае. Последняя монография В.Ф. Бутузова, изданная в 2014 году, содержит результаты последнего десятилетия.

Под руководством В.Ф. Бутузова защищены 15 кандидатских диссертаций, а четверо его учеников стали докторами наук.

Валентин Фёдорович обладает замечательным талантом педагога и лектора, пользующегося неизменной любовью студентов и уважением коллег. Неоднократно по результатам опросов студентов он был назван преподавателем года физического факультета, последний раз — в 2019 году, а в 2010 году — преподавателем года МГУ (это очень почётное звание ежегодно присуждается студентами только одному преподавателю из огромного многотысячного коллектива преподавателей университета). На протяжении 20 лет (с 1993 г. по 2014 г.) В.Ф. Бутузов заведовал кафедрой математики физического факультета, являясь прямым преемником А.Н. Тихонова и А.Г. Свешникова. Учебные пособия «Математический анализ в вопросах и задачах» и «Линейная алгебра в вопросах и задачах», написанные В.Ф. Бутузовым вместе с коллегами по кафедре и выдержавшие под редакцией В.Ф. Бутузова несколько изданий, активно используются и на физическом факультете, и на других факультетах Московского университета, и в других вузах. На основе 50-летнего опыта чтения лекций по математическому анализу В.Ф. Бутузов подготовил эти лекции к изданию. Первая, вторая и третья части «Лекций по математическому анализу» вышли в 2012 г., 2014 г. и 2015 г.

Начиная с 1979 г., В.Ф. Бутузов принимает активное участие в работе над школьными учебниками по геометрии. Созданные при его участии и под руководством А.Н. Тихонова эти учебники были признаны лучшими на всесоюзном конкурсе в 1988 г. В настоящее время они являются основными учебниками геометрии в большинстве школ Российской Федерации. По ним учились и учатся десятки миллионов школьников России и бывших союзных республик. В последние 7-8 лет В.Ф. Бутузовым вместе с коллегами С.Б. Кадомцевым и В.В. Прасоловым создан новый учебно-методический комплект по геометрии для общеобразовательных школ. В комплект входят учебники для 7-9 и 10-11 классов, написанные под редакцией академика В.А. Садовничего, методические пособия для учителей, рабочие тетради и тематические тесты для школьников. Новые учебники получили положительные отзывы комиссий РАН и РАО, они уже используются в ряде школ России, в том числе в школах г. Севастополя. На протяжении 12 лет В.Ф. Бутузов вёл курс геометрии в СУНЦ МГУ — школе-интернате им. А.Н. Колмогорова.

В.Ф. Бутузов ведёт разнообразную научно — общественную работу. Он является членом двух диссертационных советов при МГУ, членом научно — методического совета по математике при Министерстве науки и образования РФ, на физическом факультете с 1995 г. по 2011 г. был заместителем декана факультета.

Валентин Федорович — человек разносторонних интересов. В молодые годы он в течение 25 лет выступал в составе сборной МГУ по футболу, был неоднократным чемпионом и призером первенства Москвы среди вузов. Друзьям хорошо известен и его поэтический дар.

С Журналом вычислительной математики и математической физики Валентин Фёдорович сотрудничает долгие годы. Здесь он опубликовал многие важные результаты, неоднократно был рецензентом (доброжелательным и строгим) статей других авторов, а с 2006 года является членом редколлегии ЖВМиМФ.

Свой юбилей Валентин Фёдорович встречает в хорошей форме, полный творческих планов и энтузиазма. Пожелаем ему от всей души здоровья, счастья и творческих успехов.

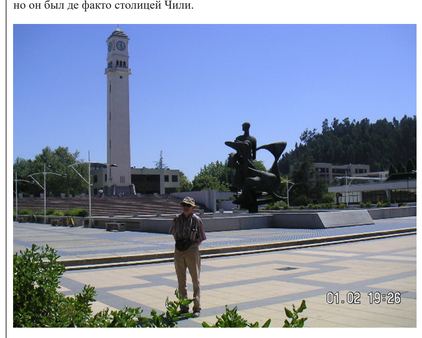
Н.Н. Нефедов, А.Н. Боголюбов, Д.Д. Соколов, Ф.Г. Ягола, редакция «Советского физика» в полном составе

10 лет в Чили

Константин Васильевич Показеев неоднократно просил меня написать про мою преподавательскую работу в Университете города Консепсион в Чили в 2000-2010 годах. Я долго не решался, но в итоге с удовольствием выполняю его просьбу, хотя с тех пор прошло уже 9 лет и память невольно подернулась какой-то дымкой.

Начну с того, что все произошло внезапно и совершенно неожиданно для меня. Незадолго до того мы с коллегой подали тезисы доклада на конференцию по климатологии и метеорологии Южного полушария, которую АмериканскоеметеорологическоеобществопроводилоВстолицеЧили,Сантьяго, но сами туда не поехали (тезисы были опубликованы) , и, видимо, так я и попал в поле зрения чилийских коллег. Как мне потом говорили, в Отделении физики атмосферы и океана Университета г. Консепсион, где я стал преподавать, прошла перед этим аттестация с участием международных экспертов (в их числе из США) и было настоятельно рекомендовано усилить атмосферный блок Отделения. На Отделении была сильная группа, занимающаяся верхней атмосферой, но с исследованиями нижней атмосферы и ее динамики дело обстояло хуже. В результате этих обстоятельств, отчасти достаточно случайных, я был фактически приглашен занять должность полного (по-испански, титулярного) профессора этого Отделения.

Несколько слов об Университете г. Консепсион и о самом городе (отмечу, что по-испански слово «Консепсион» женского рода и есть даже такое женское имя, а вот название страны, Чили, по-испански мужского рода, что для нас непривычно). На самом деле, каждый из нас читал про Консепсион, хотя, возможно, и не запомнил название этого города. Дело в том, что Консепсион находится в точности на 37 параллели, о которой идет речь в знаменитом романе Жюля Верна «Дети капитана Гранта». Город Консепсион — это второй-третий по величине город страны, после столицы Сантьяго (в которой проживает 1/3 населения Чили). Большой Консепсион (конгломерация населенных пунктов вокруг исторического Консепсиона) конкурирует с конгломератом Вальпараисо — Винья Дель Мар, и многое зависит от того, как вести при этом подсчеты населения. Городу Консепсион около 500 лет, т.е. он существенно старше городов в США и Канаде, хотя, к несчастью, в нем трудно найти здания даже XIX века. И все это из-за-разрушительных землетрясений, которые случаются примерно дважды в столетие (последние три из них случились в 1939, 1960 и 2010 гг.). Город Консепсион знаменит и тем, что именно в нем была провозглашена независимость Чили от испанской короны, т.е. хоть и совсем недолго, но он был де факто столицей Чили.



Фотография центральной площади в университетском кампусе. На переднем плане автор этих строк. Виден символический памятник обобщенному ректору Университета — как его лидеру. Памятник так и называется: "El Rector". На заднем плане — университетская башня с часами.

Университет и его замечательный, очень живописный кампус — это одна из основных достопримечательностей г. Консепсион. Университет был основан в 1919 году и нынешней весной (осенью в Чили) отметил свое 100-летие. Это достаточно старый по южноамериканским меркам университет. В нем на настоящий момент 20 различных факультетов, три университетских кампуса (в гт. Консепсион, Чильян и Лос-Анхелес), около 2000 человек профессорско-преподавательского состава и по состоянию на 2019 год — примерно 27 с половиной тысяч студентов (бакалавриат, магистратура и, по-нашему, аспирантура). Имеются также научно-исследовательские центры. Обучение в университете платное. Отделение физики атмосферы и океана (позже оно было переименовано в Отделение геофизики и на него пришли специалисты по твердой Земле) принадлежит факультету физических и математических наук. В мое пребывание там физические науки на факультете были представлены тремя отделениями: Отделением общей физики, Отделением астрономии и Отделением физики атмосферы и океана (затем Отделением геофизики). Надо сказать, что Отделение астрономии было (надеюсь и сейчас остается) очень сильным и с действительно мировой репутацией. Достаточно сказать, что сотрудники этого отделения внесли существенный вклад в уточнение значения (на целый порядок по точности) постоянной Хаббла. Астрономы этого отделения тесно кооперируют со знаменитыми обсерваториями на севере Чили, и это с учетом того, что 10% наблюдательного времени полагалось бесплатно чилийским ученым, как хозяевам.

Теперь о моей преподавательской работе. Преподавал я всегда на испанском языке, что было строго обязательно. Читал разнообразные курсы, в том числе курс общей физики атмосферы (в рамках курса общей геофизики), курс геофизической гидродинамики, курс микроклиматологии. Последний курс читался для студентов факультета лесоводства (экспорт древесины, в том числе в Японию, очень важен для Чили), и я в том числе рассказывал студентам о применении законов физики к природным явлениям, с которыми может столкнуться в своей будущей работе специалист по лесному хозяйству. Последние три года я читал общефакультетский (т.е. для студентов Отделения общей физики, Отделения астрономии и Отделения геофизики) курс по общей гидродинамике. Самый последний год у меня было около 50 студентов-слушателей. Этот курс был обязательным для студентов, т.е. входил в обязательный список курсов (curriculum) по физике (наряду с классической механикой, термодинамикой, электродинамикой, квантовой механикой, статистической физикой и пр.) Кстати, то, что на физфаке МГУ это не совсем так, и гидродинамика читается студентам избирательно, немного жаль, поскольку «гидродинамическое мышление» является неотъемлемой составной частью общего мышления физика, и абсолютно правы были Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц, поместившие том «Механика сплошных сред» на почетное место в их курсе теоретической физики. В целом, система преподавания в Университете г. Консепсион во многом похожа на ту, что на физфаке МГУ: студентам читаются лекции, они сдают зачеты, экзамены, делают курсовые работы, защищают бакалаврские и магистерские диссертации. Отличие возможно в том, что, по крайней мере, на старших курсах, делается относительно больший упор на решение практических задач по читаемому спецкурсу. Ученая степень в Чили одна (а не две, как у нас), и здесь есть та интересная для нас особенность, что в докторантуру (аспирантуру по-нашему) могут в принципе поступать как бакалавры, так и магистры, т.е. магистром быть необязательно для получения докторской степени. Многие преподаватели на факультете, в том числе на Отделении физики атмосферы и океана, после завершения университетского образования в Чили получали ученую степень за границей, в том числе в европейских странах: Англии, Франции, Германии, Дании, Швеции и др.

Несколько слов о климате в г. Консепсион, поскольку это временами касалось и преподавания. Иногда в шутку спорят, какое самое холодное место на Земле: тропики или субтропики? В этой шутке есть доля истины. В тропиках я был летом, когда «солнце в зените» (в буквальном смысле слова), но о субтропиках могу сказать со всей определенностью. В г. Консепсион в году выделяются два периода. Во-первых, солнечный и без осадков летом (один год было практически три месяца без капли дождя, и каждый день светило яркое солнце на абсолютно безоблачном небе). Во-вторых, очень дождливый зимой, когда во время так называемых «темпоралей» (интенсивных циклонов, бурь) капли (точнее, струи) дождя летят практически горизонтально, ходить с зонтом не имеет смысла (его и ветром ломает) и за несколько минут человек вымокает до нитки. Обычно средняя температура зимой составляет где-то чуть больше 10 градусов (примерно ту же температуру имеет зимой и вода в Тихом Океане, в 8 км от которого на северном берегу самой большой в Чили реки Био-Био находится исторический г. Консепсион), но самое неприятное, что практически та же (или чуть повыше) температура держится и во многих помещениях, включая студенческие аудитории. Не очень эффективная система отопления (газ в Чили дорог, его импортируют из Аргентины) и сама конструкция зданий — громадные окна в одно стекло и неплохо проводящие тепло стены из крепкого бетона, чтобы обеспечить сейсмоустойчивость здания, дают себя знать, и вспоминаются девушки-студентки, сидящие в аудиториях одетыми в теплые куртки и в шерстяных перчатках с прорезями для пальцев, чтобы удобнее было писать.

В Университете г. Консепсион у каждого преподавателя имеется хотя и совсем небольшой, но собственный кабинет. На двери обязательно висит табличка с указанием имени преподавателя. Двери в коридор или приоткрыты, или же студент всегда может постучаться в дверь и пообщаться с преподавателем. Кстати, в том отделении, где я работал, нахождение на рабочем месте в рабочее время было или обязательным, или, по крайней мере, весьма желательным. В этой связи вспоминаются годы моего студенчества на физфаке МГУ во второй половине 1960-х — самом начале 1970-х годов, когда живое общение с преподавателями кафедры в течение дня было так же доступным. К огромному сожалению, ситуация с тех пор во многом изменилась, и не в лучшую сторону, в силу как объективных (вспоминаются 1990-е годы, когда на физфаке стали всюду появляться крепкие запоры на дверях в комнатах), так и субъективных причин.

Снимок пары синхронно движущихся пыльных вихрей — «толстого» слева и «тонкого» справа — сделанный 1 декабря 2009 г. в 16:00 местного времени в пустыне Атакама в Чили с помощью фотокамеры, установленной на крыше внедорожника, на котором «охотились» за вихрями; передняя часть крыши видна внизу на снимке (см. также Kurgansky et al., Space Science Reviews (2016) 203:209–244. DOI 10.1007/s11214-016-0281-0)

Буквально несколько слов о научной работе. В Чили есть принцип: преподавать ты обязан там и тогда, где и когда это необходимо. За это платится зарплата, а вот все продвижения по службе (по должности) зависят напрямую от научной работы и публикационной активности, для чего, конечно, очень хорошо иметь гранты. Система грантов в принципе похожа на Российский фонд фундаментальных исследований и Российский научный фонд. Имеется большой конкурс заявок, и грант получить совсем непросто, но если он получен, то схема финансирования, на мой взгляд, достаточно гибкая и по делу. Сужу по своему опыту, поскольку довелось быть руководителем достаточно крупного экспедиционного гранта: мы провели первые систематические исследования пыльных вихрей в пустыне Атакама на севере Чили, на 20-ти градусах южной широты (в экспедиции участвовали и студенты).

Думаю, что успеху нашей заявки на грант способствовало и то, что мы рассматривали условия в этом одном из самых засушливых мест на Земле. Условия в пустыне Атакама можно рассматривать как земной аналог условий на Марсе, где пыльные вихри в определенные периоды могут обеспечивать до 50% выноса пыли в марсианскую атмосферу, во многом определяя ее общий радиационный режим и климат на планете. Это примыкает к астрономии, которая, повторюсь, имеет очень высокий престиж в Чили.

Заканчивая эти немного сумбурные заметки, хочу подчеркнуть, что опыт преподавания в Чили еще раз убедил меня в том, что наука имеет действительно международный характер, что в самых удаленных уголках нашей планеты (чилийцы так и называют свою страну: Fin del Mundo — Конец Света) есть люди, на самом деле преданные науке, есть люди, живо интересующиеся наукой, и есть люди, искренне желающие стать хорошими учеными и специалистами и действительно становящиеся ими.

М.В. Курганский, выпускник физфака МГУ 1972 года, профессор кафедры физики атмосферы, главный научный сотрудник Института физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН

Примечание главного редактора. Желающим представить себе пустыню Атакама рекомендуется посетить в Пушкинском музее выставку Фонда Louis Vuitton. Среди шедевров современного искусства там есть инсталляция Кристиана Болтански "Animitas", представляющая почти суточную видеозапись в пустыне Атакама народного мемориала, посвященного жертвам террора Пиночета. Кристиан Болтански дополнил мемориал 800 японскими колокольчиками. Это позволяет, по мнению автора, погрузится в «музыку звезд и голосов блуждающих душ».

Фестиваль первокурсника

Последнюю неделю сентября завершил уже ставший традиционным Фестиваль Первокурсника. 27 сентября все академические группы первого курса собрались в Центральной Физической аудитории чтобы провести вечер в неформальной обстановке, участвуя в конкурсах, упражняясь в остроумии и актерском мастерстве и знакомясь со своими однокурсниками.

Фестиваль, организуемый Профкомом студентов физфака, проводится ежегодно уже более восьми лет, а значит, он уже может считаться частью большого блока традиций, связанных со студенческой жизнью факультета. Тематика мероприятия каждый раз меняется, к примеру, в этом году он проводился по мотивам телешоу «Орел и Решка», а первокурсники представляли доставшиеся им реальные или вымышленные города.

Фестиваль этого года прошел не менее душевно и увлекательно, чем все предыдущие, снова порадовал нас чудесной атмосферой и отдачей ребят. Первокурсники, мы надеемся, получили заряд энергии на предстоящий непростой свой самый первый семестр, успели эмоционально отдохнуть и взбодриться и еще сильнее сдружиться как внутри групп, так и между группами.

Надеемся, что наш фестиваль дал свой, пусть небольшой, но вклад в формирование крепкого студенческого сообщества и, главное, понравился нынешним первокурсникам!

Студентка 2 курса физического факультета, член медиа-группы Профкома студентов Ерохина Мария

Посвящение 2019

Лето на факультете традиционно было озвучено гулом принтеров приемной комиссии и нервным постукиванием ручек пришедших на ДВИ абитуриентов. А тем временем в скрытом от посторонних глаз уголке Дворового корпуса царил терпкий запах кофе, предельное напряжение всех креативных ресурсов и предвкушение начала учебного года — обсуждалось и до мелочей продумывалось сороковое юбилейное Посвящение первокурсников.

Будущим физикам первый день знакомства с факультетом подарил не только встречи с одногруппниками, кураторами и поход в университетскую библиотеку. Ребята получили первые послания о предстоящем им таинстве и начали погружаться в Легенду Посвящения. Последующие две недели их объединяла, наряду с расписанием и обсуждением первых результатов практикумов, еще и тщательная подготовка (техническая, моральная и творческая) к будущему испытанию.

И вот наступил день Х. Раннее субботнее утро. Спальники уже найдены, пенки скручены, макароны и консервы распределены по одногруппникам и групповодам, а у самого ответственного студента в рюкзаке притаился топор. Последний взгляд на прогноз погоды в надежде, что Подмосковье резко посетит антициклон и непромокаемые вещи невостребованными пролежат в рюкзаке.

На ступеньках перед факультетом в руках будущих физиков белеют карты предстоящего им маршрута, а по дороге их ожидают любопытствующие взгляды спешащих в столь ранний час выходного дня по загадочным делам пассажиров.

Посвящение начинается с электрички. Шум поезда не может заглушить знакомых всем с детства песен, выстроенных вокруг все тех же четырех аккордов и извечного вопроса, что же такое осень. Дальше — малопримечательный полустанок, не менее таинственный, чем само Посвящение. Тропа, где на каждой точке маршрута первокурсников терпеливо ждут причудливые задачи ответственных посланников Посвящения, к третьей из которых они уже прекрасно знают наизусть, сколько их отправилось от факультета, в какую сторону предательски закручивается флаг и как в этот раз зарифмовали номер группы в кричалку. Крепкий черный чай в импровизированной лесной Таверне и приятная усталость от пройденного пути.

А путь этот ведет в лагерь, где за два дня выросли мосты и сцена, а на деревьях, подобно маякам, зажглись разноцветные диоды. Монохромность подмосковного леса нарушают мелькающие манишки групповодов, возводящиеся палатки и разгорающиеся костры, «на которых не жгут ученых». Вот по рации передали: «последняя группа в лагере», и значит, теперь все еще обычных первокурсников ждут концерт и танцы, знакомство со всем изобилием физфаковских шуток и песен, что передаются по наследству поколениями физиков. На их толстовках, подобно ордену, заблестит значок со скромной пометкой «1 курс» — артефакт самого таинственного Обряда посвящения из возможных. Они произнесут самую торжественную Клятву первокурсника и сперва робко, набираясь с каждым куплетом смелости, споют «Дубинушку». Их ждет большой костер, из года в год собирающий вокруг себя всех причастных, захваченных водоворотом чувств и эмоций, всех гостей этого потрясающего праздника. Они будут шутить и смеяться, травить байки и анекдоты, вспоминать, как совсем недавно попросились со школой, ведь теперь их ждет совершенно новая студенческая жизнь, в которую они вступают уверенной походкой в связке друг с другом взошедших на вершину Обряда физиков, познавших все сокровенные тайны Вселенной!

Раннее воскресное утро. Самых спортивных первокурсников окончательно разбудили тугие удары волейбольных мячей и звонкие щелчки шариков для настольного тенниса, а рядом — активности для тех, кто проникся походной романтикой (или влюбился в «веревочное» КП), настольные игры, забеги в спальных мешках, а для любителей интеллектуальных споров — жаркие обсуждения на «Что? Где? Когда?». Теперь от первокурсников у нас нет секретов, они узнали о Посвящении все, о чем еще несколько дней назад недоговаривали групповоды. Кульминация Закрытия — финальный аккорд легенды Посвящения, призрачно сопровождавшей их на протяжении двух недель, того самого «разумного, доброго вечного», что мы из года в год стараемся донести первокурсникам, встречая их на факультете. Теперь они знают, что для нас именно они — те самые идеальные физики, отныне и навсегда.

Теперь уже электрička повезет в Москву первокурсников, с причудливыми печатями на улыбающихся лицах, в чьих рюкзаках не достает упаковки сосисок и нескольких пачек гречки, кому мы говорим свое «организаторское спасибо» за то, что они выбрали стремление к белому халату ученого и предпочли физику остальным наукам!

И отныне пусть они с гордостью спорят с теми, кто утверждает, что настоящий студент — тот, кто сдает первую сессию. Ведь их посвятили в Физики, и теперь они валяжно покажут студенческий билет при входе на факультет, и в очередной раз обсудят все то, что случилось с ними однажды, когда ненастными сентябрьскими выходными физики вышли в Лес.

Иващенко Надежда

Сталинградская битва

Народ, не знающий своего прошлого, не имеет будущего.
М.В. Ломоносов

Только тот народ, который чтит своих героев, может считаться великим.
К.К. Рокоссовский Маршал СССР, маршал ПНР, дважды Герой Советского Союза, командующий Парадом Победы

Защитники Сталинграда. Они улыбаются нам...

Сталинградская битва занимает особое место в ряду битв Великой Отечественной войны. Сталинградская битва явилась переломным моментом Второй мировой войны: после нее поражение фашистской Германия стало очевидным почти всем, что привело к активизации сил антигитлеровской коалиции. Значение Сталинградской битвы общепризнано. Именно поэтому во многих городах мира есть улицы, площади, носящие гордое имя Сталинграда. Есть более скромные названия, например, в Севастополе есть улица Героев Сталинграда.

Кто же они, герои Сталинграда? Кто совершил этот решающий перелом в самой страшной войне человечества?

Ради интереса опросил знакомых: «Назовите кого-нибудь из героев Сталинградской битвы». Вспоминают «дом Павлова», редко Родимцева (кстати, Александр Ильич Родимцев начал борьбу с фашизмом во Второй мировой еще в 1936 году в Испании. Война в Испании, по сути, была прологом, введением во Вторую мировую войну). Совсем редко вспоминают Рокоссовского, Тимура Фрунзе — это вспоминают люди старшего поколения. И это все! Во время Сталинградской битвы были совершены тысячи фантастических подвигов, в том числе подвигов, которые не имеют мировых аналогов. В Сталинградской битве погибло 1130000 красноармейцев. Включите в число потерь мирных жителей — будет больше двух миллионов…

Конечно, многих героев уже и не вспомнить. Как, например, безвестных героев-сталинградцев, которые упоминаются в дневнике неизвестного немецкого солдата:

«1 октября. Наш штурмовой батальон вышел к Волге. Точнее, до Волги еще метров 500. Завтра мы будем на том берегу, и война закончена.

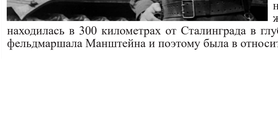
3 октября. Очень сильное огневое сопротивление, не можем преодолеть эти 500 метров. Стоим на границе какого-то хлебного элеватора.

6 октября. Чертов элеватор. К нему невозможно подойти. Наши потери превысили 30%.

10 октября. Откуда берутся эти русские? Элеватора уже нет, но каждый раз, когда мы к нему приближаемся, оттуда раздается огонь из-под земли.

15 октября. Ура, мы преодолели элеватор. От нашего батальона осталось 100 человек. Оказалось, что элеватор обороняли 18 русских, мы нашли 18 групов*». (Штатный состав немецкого батальона насчитывал 800 человек. Так красноармейцы врагов «заваливали трупами».)

Накануне 77 годовщины (19 ноября) начала Сталинградской битвы хочется напомнить об одном, ныне малоизвестном эпизоде этой битвы, который сыграл важнейшую роль, явился эпизодом массового героизма, когда Героями стали все бойцы и командиры танкового корпуса.



В декабре 1942 года в Сталинграде была окружена немецкая армия под командованием Паулюса. В станице Тацинская был расположен стратегический аэродром люфтваффе, через который почти вся транспортная авиация рейха обеспечивала снабжение окружённой армии. В Тацинской находились склады и железная дорога, на которую опиралось снабжение немецких войск на внешнем фронте окружения немцев. Станица находилась в 300 километрах от Сталинграда в глубоком тылу армии «Дон» фельдмаршала Манштейна и поэтому была в относительной безопасности.

Перед командиром 24 танкового корпуса, генералом Василием Михайловичем Бадановым, была поставлена задача — уничтожить эту фашистскую базу, находящуюся глубоко в немецком тылу. Фактически это был рейд в одну сторону: нужно прорваться через вражескую оборону, пройти сотни километров с боями до Тацинской и уничтожить крупную, хорошо защищенную фашистскую базу. Имея ограниченный боекомплект, запас топлива и небольшой контингент бойцов. По бездорожью, зимой.

Начальником штаба корпуса был полковник Алексей Семенович Бурдейный.

Надо думать, о выходе, о возможности возвращения из Тацинской речи и не шло. И никто у бойцов и не спрашивал, не приказывал выйти из строя тем, кто готов пойти в этот рейд. О целях рейда знали только командиры.

19 декабря корпус начал стремительное наступление. Всего под командованием Баданова находилось около 5 тысяч солдат и 144 танка. За пять суток танкисты корпуса с боями прошли 240 километров. Проблемы с топливом, транспортом и частично с людьми решали за счет трофейных машин, немецкого бензина и пленных(!). Не все воины итальянской 8 армии были раздавлены танками корпуса. Баданов мобилизовал несколько сот пленных итальянцев в качестве водителей их же собственных грузовиков, которые включил в колонны снабжения корпуса. Корпус Баданова прорвал оборону противника на рубеже реки Мышкова и ворвался в станицу Тацинская. Немцы были хорошо осведомлены о подходе корпуса, готовились к встрече, бой за станицу и аэродром был жесточайшим.

Оценки числа уничтоженной танкистами авиатехники врага расходятся. По разным источникам потери авиации противника в Тацинской составили от 100 до 300 самолётов. Согласно современным СМИ, наиболее достоверную информацию о войне дают источники поверженного врага. (Видимо, при этом исходят из положения, что развязавший драку, конфликт, войну и получивший достойный отпор, будет наиболее объективен при описании событий.) Поэтому приведем оценку Манштейна, утверждавшего, что: «Между 24 ноября и 31 января 1943 г. было потеряно не меньше 490 самолетов (включая 266 Ю-52 и более 165 Хе-111)». Большая часть этих потерь вызвана действиями танкистов 24 корпуса генерала Баданова! После этих потерь немецкая транспортная авиация уже не смогла восстановиться.

А вот еще одно достоверное свидетельство — отрывок из воспоминаний немецкого лётчика Курта Штрайта: «Утро 24 декабря 1942 года. На востоке брезжит слабый рассвет, освещающий серый горизонт. В этот момент советские танки, ведя огонь, внезапно врываются в деревню и на аэродром. Самолеты сразу вспыхивают, как факелы. Всюду бушует пламя. Рвутся снаряды, взлетают в воздух боеприпасы. Мечутся грузовики, а между ними бегают отчаянно кричащие люди.

Кто же дает приказ, куда направиться пилотам? Стартовать в направлении Новочеркасска — вот все, что успел приказать генерал.

Начинается безумие. Со всех сторон выезжают на взлетную полосу и стартуют самолеты. Все это происходит под огнем и в свете пожаров. Небо распростерлось багровым колоколом над тысячами погибающих, лица которых выражают безумие. Вот один Ю-52, не успев подняться, врезается в танк и взрывается со страшным грохотом. Вот уже в воздухе сталкивается «юнкерс» с «хейнкелем» и разлетаются на мелкие куски вместе со своими пассажирами. Рев танков и авиаторов смешивается со взрывами, орудийным огнем и пулеметными очередями в чудовищную симфонию. Все это создает полную картину настоящей преисподней».

Враги прекрасно понимали значение Тацинской.

На уничтожение корпуса Баданова были дополнительно брошены две немецкие дивизии.

Танкисты заняли круговую оборону, в корпусе осталась треть танков, практически не осталось горючего, кончались боеприпасы. «Своих не бросаем!». Это были не пустые слова: «Помните Баданова, не забывайте Баданова, выручайте его, во что бы то ни стало!» — так сказал Верховный Главнокомандующий И.В. Сталин. На вторые сутки обороны в Тацинскую при поддержке 5 танков Т-34 смогли пробиться 6 грузовиков с боеприпасами и 5 бензозаправщиков. По радио пришла моральная поддержка: корпусу было присвоено звание Гвардейского. Это было все, что смог дать центр — два моторизованных корпуса и две стрелковых дивизии, несмотря на все усилия и героизм наступающих, не сумели прорваться на помощь окружённым.

Гвардейцы генерала Баданова сражались до последнего. 28 декабря генерал Баданов, получив разрешение, дал приказ на прорыв. Совершив ловкий тактический маневр, гвардейцы прорвали кольцо врага, форсировали реку Быстрая. На авиабазе осталось триста добровольцев, вызвавшихся дезинформировать противника и прикрыть отход товарищей.

За время рейда 24-й танковый корпус уничтожил более 11000 солдат и офицеров противника, подбил 84 танка, уничтожил 106 орудий.

Приказ был выполнен, аэродром уничтожен. Но главный результат этого героического рейда заключался в том, что факт мощного удара по хорошо охраняемому объекту в глубоком немецком тылу заставил Манштейна задуматься, не окажется ли он сам со своей деблокирующей армией вместе с Паулюсом, в еще одном котле. Попытки прорыва в Сталинград были прекращены.

К своим вышло только девятьсот двадцать семь воинов корпуса Баданова.

Напоминаю, из пяти тысяч, начавших рейд в тыл врага.

Все добровольцы и тяжелораненые, оставшиеся на базе, погибли.

Такова была цена Победы.

После рейда Баданова среди наших воинов ходила шутка:

«Какое лучшее средство борьбы с немецкой авиацией?

Конечно, гусеницы танка Т-34».

В дальнейшем 2-й гвардейский танковый корпус генерала Баданова освобождал Донбасс и Харьков. В июне 1943 года генерал-лейтенант танковых войск Баданов командовал уже 4-й танковой армией. Под его командованием армия участвовала в Орловской операции, освобождала Правобережную Украину. Танковый корпус Бурдейного, бывшего начштаба корпуса Баданова, первым ворвался в Минск. (А.С. Бурдейный — Герой Советского Союза, генерал-полковник.) В марте 1944 г. в ходе Проскуровско-Черновицкой операции В.М. Баданов получил тяжелое ранение и контузию. После выздоровления его назначают на должность начальника управления военно-учебных заведений Главного управления бронетанковых и механизированных войск Советской Армии.

В июне 1953 г. генерал-лейтенант танковых войск Василий Михайлович Баданов был уволен в запас. 1 апреля 1971 года герой Сталинградской битвы Василий Михайлович Баданов скончался.

* *Элеватор обороняли бойцы 92-й отдельной стрелковой бригады, которая была сформирована из моряков-североморцев. Сейчас у остатков здания элеватора установлен памятник, известный как «памятник североморцам».*

Материалы сайтов
https://zen.yandex.ru/media/id/5cf4fafbb454c700bc04a874/tankist-nanesshii-smertelnuiu-ranu-liuftvaffe-5d08bb3e56c8aa00b0cb5ac4,
https://topwar.ru/84172-tacinskiy-reyd-generala-vasilya-badanova.html и
https://life.ru/t/история/1026399/rieid_na_tatsinskuiu_kak_tankisty_samolioty_taranili

использовал Показеев К.В.

Главный редактор К.В. Показеев
sea@phys.msu.ru
http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/
Выпуск готовили: Е.В. Брылина, Н.В. Губина, В.Л. Ковалевский, Н.Н. Никифорова, К.В. Показеев, Е.К. Савина, О.В. Салецкая.
Фото из архива газеты «Советский физик» и С.А. Савкина.
07.11.2019