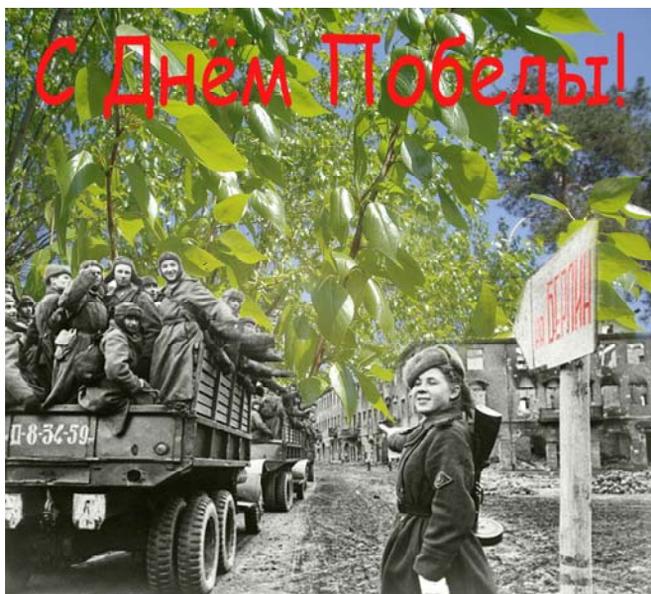


# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

2(130)/2018  
(Май)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

2018



**ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ  
ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ!  
ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!**

СО ДНЯ, КОГДА БЫЛ ПОДПИСАН АКТ О БЕЗОГОВОРЧНОЙ КАПИТУЛЯЦИИ ГЕРМАНИИ, ПРОШЛО 73 ГОДА, НО НАШ НАРОД НИКОГДА ЕГО НЕ ЗАБУДЕТ. КАЖДЫЙ ГОД В ЭТОТ ВЕСЕННИЙ ДЕНЬ ВСЯ НАША СТРАНА РАДУЕТСЯ СВОБОДЕ, НЕЗАВИСИМОСТИ И МИРУ.

ЭТОТ ПРАЗДНИК ВОШЕЛ В НАШИ СЕРДЦА КАК СИМВОЛ ГЕРОИЗМА И БЕСПРИМЕРНОГО МУЖЕСТВА СОВЕТСКОГО НАРОДА, ЦЕНОЙ ОГРОМНЫХ ЖЕРТВ И НЕВОЗВРАТИМЫХ ПОТЕРЬ ПОБЕДИВШЕГО ФАШИСТОВ И ПРИНЕСШЕГО ОСВОБОЖДЕНИЕ И МИР НАРОДАМ ВСЕЙ ЕВРОПЫ.

ВОЙНА С ГЕРМАНИЕЙ БЫЛА ГЛАВНЫМ ИСПЫТАНИЕМ ВСЕЙ РУССКОЙ ИСТОРИИ, ЕЕ ТРАГИЧЕСКОЙ И ГЕРОИЧЕСКОЙ ВЕРШИНОЙ.

НАШИ ОТЦЫ И ДЕДЫ ВЫНЕСЛИ ОСНОВНОЙ ГРУЗ ПОТЕРЬ, СЫГРАЛИ РЕШАЮЩУЮ РОЛЬ В ОСВОБОЖДЕНИИ ЕВРОПЫ ОТ НАЦИЗМА. И СЕГОДНЯ НАША ОБЩАЯ ЗАДАЧА — СОХРАНЕНИЕ ПАМЯТИ О ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ, ОСМЫСЛЕНИЕ ЕЕ УРОКОВ, ВОСПИТАНИЕ У МОЛОДЕЖИ УВАЖИТЕЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ К НАСЛЕДИЮ ПОБЕДЫ.

ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ И ТРУЖЕНИКИ ТЫЛА, НЕИЗМЕРИМАЯ БЛАГОДАРНОСТЬ И НИЗКИЙ ПОКЛОН ВАМ ЗА ВАШИ ВОИНСКИЕ ПОДВИГИ, ЗА ВАШ ГЕРОИЧЕСКИЙ ТРУД НА ПОБЕДУ!

МЫ ЖЕЛАЕМ ВАМ ЗДОРОВЬЯ, МАТЕРИАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ, ДОЛГИХ ЛЕТ. ПУСТЬ НА ВАШИХ ЛИЦАХ НИКОГДА НЕ БУДЕТ ПЕЧАЛИ!

А СЕБЕ ПОЖЕЛАЕМ БЫТЬ ДОСТОЙНЫМИ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ.  
МИРНОГО ВСЕМ НАМ НЕБА НАД ГОЛОВОЙ!

ВЕЧНАЯ ПАМЯТЬ ПАВШИМ ЗА ЧЕСТЬ, СВОБОДУ И НЕЗАВИСИМОСТЬ НАШЕЙ РОДИНЫ!

*ДЕКАН  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ  
ПРОФЕССОР Н.Н. СЫСОЕВ*

## ЧТО ПОМНИТ МИР СПАСЕННЫЙ?

Выставка под названием «Но помнит мир спасенный» была развернута на Чистопрудном бульваре в канун 70-летия Победы. На выставке были представлены фотоматериалы, рассказывающие о том, как в Европе встречали воинов-освободителей в далеком 45 году. Счастливые лица освобожденных, улицы городов, заполненные жителями, радостно приветствующими советских солдат. Но это было в 1945 году! Название выставки не подтверждалось представленными материалами. Естественно возникал вопрос: «Что жители этих городов помнят сегодня?». Ответа на этот вопрос не было. Организаторы выставки, к сожалению, плохо знают русский язык – им недоступно языковое различие между настоящим и прошлым временем, несовершенным и совершенным. Проблемы образования...



Что же помнит мир спасенный? Нельзя сказать, что в Европе не помнят освободителей. Помнят. И еще как! Некоторые с благодарностью, об этом мы рассказывали на страницах нашей газеты. Рассказывали, как некоторые благодарные пражане отмечают День Победы, как некоторые благодарные болгары борются за сохранение памятников советским воинам.



Но как помнят, и что могут помнить многие европейцы? На этот вопрос попытаемся ответить ниже.

«Но помнит мир спасенный» — это фраза из послевоенной песни "Москвичи". Текст песни Марка Бернеса.

«В полях за Вислой сонной  
Лежат в земле сырой  
Сережка с Малой Бронной  
И Витька с Моховой.

А где-то в людном мире  
Который год подряд  
Одни в пустой квартире  
Их матери не спят.

Свет лампы воспаленной  
Пылает над Москвой  
В окне на Малой Бронной,  
В окне на Моховой.

Друзьям не встать. В округе  
Без них идет кино,  
Девчонки, их подруги,  
Все замужем давно.

В полях за Вислой сонной  
Лежат в земле сырой  
Сережка с Малой Бронной  
И Витька с Моховой.

Но помнит мир спасенный,  
Мир вечный, мир живой,  
Сережку с Малой Бронной  
И Витьку с Моховой».

В СССР во время Великой Отечественной войны освещение участия граждан Европы в войне было подчинено законам военного времени. Каждый чих в сторону врага подавался как великое событие. Ну, посудите сами, допустимо ли было сказать, что на СССР напала почти вся континентальная Европа под руководством фашистской Германии? Напомним, что это был не первый «освободительный поход» европейский сил



на Россию. В 1812 году Наполеон повел на Россию почти все объединенные силы Европы. Французов в 530 тысячной армии Наполеона было не более трети. Остальные участники: австрийцы, немцы, поляки, чехи, венгры, итальянцы, хорваты, испанцы, португальцы, датчане и далее, каждой твари по паре... Вот, оказывается, когда впервые возникло НАТО.

Сто лет назад нашествие на Россию уже носило не Европейский, а всемирный характер. Имеется в виду так называемая Гражданская война, в которой национальные силы (белогвардейцы) играли скорее роль прикрытия подлинных сил, желавших отхватить и уже отхвативших огромные куски у России. Тут уже вместе практически со всей континентальной Европой была и Англия, были и Североамериканские штаты Америки с Канадой и Японией. Но большевики, поддержанные большинством населения страны, заставили всю эту огромную орду убраться восвояси.

После Победы СССР в 1945 г. большинство участников и соучастников нападения на нашу страну перешли в разряд союзников, часть из них даже строила социализм. (Вот она Победа! Враги стали друзьями! И не вина победителей, что их недалёковидные потомки утратили результаты, полученные дорогой ценой). Поэтому неудобно было напоминать о прошлом. Больше вспоминали, преувеличивая ту, немногую помощь, которую граждане этих стран оказывали СССР, участвуя в войне против фашистов.

Правда, было и что вспомнить – ведь были Герои, которые вели борьбу даже в Берлине! Смертельную борьбу. Память о них свята.

Но это другая, отдельная песня о настоящих Людах, хотя ненастоящих и не бывает. Есть Люди и нелюди. Ты человек или...

Никак нельзя оправдать многочисленные попытки, предпринимаемые в настоящее время, всех поставить в один ряд, мол, все участники войны были простыми солдатами, были людьми. ...Нет, были фашисты, и были Люди им противостоящие. Пока еще есть люди, которые видели, что творили фашисты в России. Поговорите с ними.

Далее следует нелицеприятная информация о соучастии европейских стран в войне против СССР, но в наше время можно говорить правду, никакие идеологические установки нам не мешают. И так.

Союзники фашистской Германии – Италия, Финляндия, Венгрия, Болгария, Румыния, Словения, Хорватия.

Жертвы агрессии — Австрия, Бельгия, Дания, Голландия, Франция, Чехословакия, Польша, Югославия.

Заявленная тема обширна, расскажем об участии граждан только некоторых стран в войне.

**Франция.** Значительная часть французской армии после капитуляции 25 июня 1940 года не была разоружена немцами, и активно участвовала в боевых действиях против англо-американских войск, собственных



партизан и отрядов генерала де Голля. Французы участвовали и в боях на Восточном фронте в рядах вооруженных сил Третьего Рейха.

Наши союзники в Лондоне и Вашингтоне даже собирались причислить Францию к подлежащим оккупации после Второй мировой войны территориям, находившимся в одном лагере с Германией. Твёрдая позиция И. В. Сталина спасла Францию от оккупационного режима и её по его настоянию включили в Антигитлеровский лагерь. Он же настоял и на выделении Франции особой французской зоны оккупации в Германии, в которой французы... принялись уничтожать беззащитных немцев.



Артиллеристы из состава Французского легиона добровольцев против большевизма у 37-мм противотанковой пушки в полях под Москвой. Ноябрь 1941 года.

В 1941 году во Франции был сформирован Легион Французских добровольцев против большевизма, затем трансформированный в Пехотный Полк 638, который воевал под Москвой. Кстати, это было единственное ненемецкое воинское формирование, воевавшее под Москвой! Самым известным подразделением французских добровольцев стала 33-я гренадерская бригада СС (затем дивизия) «Шарлемань». В дивизии «Бранденбург» в 1943 году из французов сформировали специальную роту, которая участвовала в антипартизанской борьбе. Эта рота, имитируя



отряды Сопротивления, смогла выявить и арестовать много подпольщиков.

В начальный период войны около 5000 паровозов, 3000 самолетов и 5000 французских танков попало на Восточный фронт. Это подтверждается в воспоминаниях фронтовиков: некоторые подбитые танки вызывали у них недоумения – что это за машина, и не по-немецки надписи сделаны. Так что Франция внесла значительный вклад в реализацию немецкого блицкрига. Мало кто знает, что самым мощным танком вермахта в начальный период войны при нападении на нашу страну был французский В2. Хорошо зарекомендовали себя на Восточном фронте французские огнеметные танки В1. Они использовались при штурме Брестской крепости, Севастополя...

Захвачено оружие было не только у французов. Вооружения, полученного у оккупированных стран Германией, было достаточно для оснащения 200 дивизий. Чтобы было понятно много это или мало, напомним, что на западном направлении у СССР было 170 дивизий.

Франция поставляла Германии замечательные грузовики, в частности фирма «Рено». Закономерно, что после войны владелец фирмы кончил жизнь в тюрьме. Фирма «Пежо», работая на Германию, действовала более аккуратно. По неполным данным до начала 1944 года Франция поставила в Германию около 4000 самолетов, 10000 авиационных двигателей, 52000 грузовиков. Почти вся станкостроительная и локомотивная Франции работала на Германию!

Среди последних «доблестных» защитников Берлина был батальон французских фашистов. Французский батальон СС из дивизии «Карл Великий» защищал рейхстаг, когда сами немцы оттуда уже удрали. Число пленных французов в наших лагерях в конце войны — около 25 000.

Не отставали и французенки, лучшие из них отправились в специальном поезде на празднование взятия Москвы, но застряли зимой 1941 года в Подмосковье и проследовали дальше — за Урал.

Да, но ведь были же маки — участники французского сопротивления?! Была же авиаэскадрилья «Нормандия–Неман»! Был Экзюпери!

Были. Но сколько и когда? Сопротивление активизировалось накануне освобождения Парижа. Маков было поменьше, чем их соотечественников, воевавших на стороне Германии.

Во Франции в рядах Сопротивления погибло 20 тысяч, включая наших соотечественников, а в рядах немецкой армии погибло более 50 тысяч французов (по другим данным — 80000!). Причем французских добровольцев!!!

Свою крутость участники сопротивления показали после войны. Во Франции, вступив в Париж, вслед за американскими танками с испанскими экипажами, начали истязать оставленных ими же женщин — за



услуги оккупантам. Позорнейшие фотографии этого процесса можно найти в сети. В Норвегии гордые викинги буквально издевательски относились к солдатам немногих наших частей, введенным на территорию Норвегии. Понятно, немецкие фашисты им были ближе.

И еще. Во Франции в составе только гестапо и милиции служило свыше 60 тысяч человек. Впрочем, подобные формирования были во всех оккупированных странах.

Нам же следует помнить, что первые антифашистские листовки в Париже начали распространять наши русские соотечественники, что в



Командир отряда «Родина»  
Надежда Лисовец

1944 году на территории Франции действовало 35 партизанских отрядов, состоящих из бывших советских военнопленных, в том числе отряд «Родина» (командир отряда Надежда Лисовец), состоящий только из женщин. Лицо французского сопротивления имеет четко выраженные, русские черты, и не просто русские. В основном родные советские! Это не домысли, это отмечали сами участники сопротивления. Смотри, например, книгу А.Уткина «Русские во Второй мировой войне».

Оболенская, Волконская, Скрябина, мать Мария, Левицкий, Вильде, Порик...

Думаю, читатель помнит и другие русские имена героев французского сопротивления. Ведь и само

слово – Сопротивление, впервые было напечатано в листовке нашим соотечественником!

**Дания. Бельгия.** Датское, бельгийское масло и рыба — все это, естественно, бесплатно, шло в Германию. Дания покрывала 20% потребностей Германии в мясе, и 90% в рыбе. Война это не только солдаты, это и вооружение и продовольствие. Из одной только Бельгии в Германию поступило 350000 автомобилей, США поставили в СССР столько же. Бельгийские и датские рабочие, крестьяне, рыбаки освобождали немецких дядя для войны. Бельгия и Голландия поставляли немцам уголь, чугун, железо, марганец, цинк и т. п. На Восточном фронте сражались голландская, бельгийская и датская эсесовские дивизии. Отличились бельгийские фашисты и среди последних защитников Берлина.



О сопротивлении датчан, бельгийцев и норвежцев ныне в ходу множество легенд. Не будем их вспоминать. Отметим, что сейчас известны и авторы некоторых из этих послевоенных легенд! Лучше почитать, например, ответы руководителей датского подполья на попытки британских спецслужб наладить с ними сотрудничество. Подпольщики требовали у англичан прекратить поставку оружия, потому что отдельные горячие головы могут им воспользоваться, и тогда немцы кого-нибудь посадят. Англичан настоятельно просили, во избежание репрессий, не призывать к саботажу выполнения заказов для Германии, не бомбить военные заводы.

**Чехословакия.** До оккупации у чехов была одна из лучших армий в Европе. Сопротивления агрессии она не оказала. В конце 30 годов Чехословакия была оружейной мастерской мира, она давало 40% мирового экспорта вооружений, некоторые вида чешского вооружения еще стоят на вооружении! Вооружения, захваченного в Чехословакии, хватило на вооружение 50 дивизий. Германии перешел и золотой запас. К 22 июня 1941 года чешские танки 38(t) составляли четверть танков Германии. Во время войны вся бывшая чешская промышленность работала на Германию. В дальнейшем, выпустив 1500 танков, чехи перешли на изготовление САУ, успев выпустить до конца войны более 4000 замечательных машин. Истребитель танков «Хетцер» считается лучшей легкой противотанковой самоходкой Второй мировой войны. Чешские предприятия только в 1944-м, например, ежемесячно отгружали для Германии 300 тыс. винтовок, 3 тыс. пулеметов, 625 тыс. артиллерийских снарядов, 100 самоходных артиллерийских орудий. Кроме того, танки, танковые пушки, самолеты Me-109, авиационные моторы и т. д. На пражских заводах выпускался и знаменитый «Фокке-Вульф» Fw 189, известный как «Рама». Сколько жизней советских людей унесено вследствие использования этого великолепного самолета разведчика!

В тяжелые для Германии дни 1945 года треть бронетехники для вермахта давали заводы Чехословакии. Последние были выпущены 5 мая 1945 года! Наверное, готовились к восстанию.

Немецкие рабочие воевали, их на трудовом фронте с успехом заменяли чехи.

Следует знать, что все оккупированные страны за высокопроизводительный и квалифицированный труд своих граждан не требовали оплаты! Они ждали оплаты после победы немцев. Все трудились добросовестно и бесплатно.

Мало того, оккупированные страны выделяли средства для содержания захватчиков. Надо думать, за защиту от большевиков. Всего европейские страны «подарили» Германии на эти цели более 80 млрд. марок (из них Франция — 35 млрд.). Сейчас нечто подобное пытается внедрить президент США Трамп, требуя от европейских союзников увеличение



платы на расходы по содержанию войск США в Европе. А что, все правильно.

У вьедливого читателя может возникнуть вопрос: «А сами? А что давала оккупированная часть СССР?». Так вот, на захваченной территории СССР, немцы, из 32 тысяч предприятий смогли запустить лишь две-сти, которые давали продукции в три раза меньше чем польские предприятия. Интересную информацию можно почерпнуть в фронтовых записных книжках Гроссмана. Конечно, это заметки сделаны по горячим следам, тем интереснее – не успели подчистить. Гроссман описывает безуспешные попытки немцев наладить добычу угля в Донбассе, Краснодоне. Приводятся рассказы шахтеров о саботаже и наказаниях за это. Есть у него и данные о работе польских предприятий по выпуску военной продукции. Вот город Лодзь. В городе 500 заводов и фабрик, в том числе заводы по производству торпед, деталей подводных лодок, «Тигров», снарядов и т.п. Польские рабочие, работая по 12 часов, получали в полтора раза меньше за выполнение тех же работ. В таких условиях было не до сопротивления.



Девушка и юноша из Ленинградского народного ополчения на берегу Невы.

Приведем национальный состав главных душегубов и главной ударной силы захватчиков — эсесовских частей: голландцы – 50000, бельгийцы – 20000, французы – 20000, датчане и норвежцы – по 6000 человек,



нейтральные Швеция, Швейцария, Люксембург дали по 1200 человек. Были в этих элитных частях представители и других стран Европы. Страны Европы помогали устранить дефицит рабочей силы в Германии. В частности, Франция дала около 900 тысяч, Бельгия — 500 тысяч, Голландия — 500 тысяч, Норвегия – 300 тысяч, Дания — 70 тысяч.

А вот для примера, кто воевал под Ленинградом: Норвежский легион, Латышский легион СС, легион «Нидерланды», бельгийский батальон, испанская «Голубая дивизия», шведские соединения, финские части, на Ладоге – итальянцы. Обстрел города велся из 520-мм французских гаубиц. Это помимо основных немецких частей. Только на одном из кладбищ под Ленинградом похоронено более 900 скандинавов... Возможно, поэтому Ленинград так любили посещать иностранцы?

Интересующихся национальным составом эсесовских частей и участием в них европейцев отсылаем к недавно вышедшей книге Е. Сатановского «Жил-был народ», которая, к сожалению, наряду с фактическим материалом содержит много других мифов.

Следует признать, что Адольф Гитлер, неоднократно заявлявший, что ведет эту войну в качестве не только фюрера немецкого народа, но и как вождь объединенной Европы, сплотившейся вокруг него против «русских варваров», был в значительной степени прав. Красная Армия разгромила не только Германию, а всю объединенную идеями фашизма Гитлером Европу.

Нейтральные страны — **Швеция, Швейцария, Испания, Португалия.**

Они играли особую роль в обеспечении Германии стратегическим сырьем. Из Швеции шел металл, подшипники. Поставки Швеции составили 60% подшипников, использовавшихся в Германии в годы войны, из шведского металла было изготовлено 40 % вооружений Германии. В



Полицейская рота Норвежского легиона на марше



1943 году Швеция добыла 10,8 млн т железной руды, в Германию было отправлено 10, 3 млн т.

Некоторые демагоги любят упрекать СССР в предвоенной торговле с Германией. Дескать, СССР вооружал и снабжал стратегическим сырьем Германию. В стоимостном выражении поставки СССР в Германию были в три раза меньше шведских поставок в Германию за годы войны.

СССР покупал в Германии высокотехнологичную продукцию, часто уникальную, вооружение и, главное, средства производства и лицензии на технологии, поставляя в Германию сырье без первичной переработки. Гудериан, в частности, вспоминал, что ему повезло захватить у русских в 41 году зенитные пушки, которые еще не поступали в его части — зенитки были немецкие.

Согласно оценкам специалистов, если бы немецкая промышленность не выполняла советские заказы, а производственные мощности, работавшие на СССР, были бы задействованы на производство вооружений, то только танков типа Тигр было бы произведено к началу войны 1500! Также была бы произведена замена всех легких танков на основной средний немецкий танк Т-III. На изготовление только «Лютцова» ушло такое количество стали из которого можно было бы сделать около 500 танков Т-III.

Почитайте, что СССР покупал в Германии – то, что своя промышленность не могла еще произвести. Причем часто оборудование было уникальным и не могло быть использовано в Германии. Вчитайтесь в условия кредита, который предоставила Германия СССР — вот нам бы сейчас получать кредиты на таких условиях! Слабо.

А СССР в счет кредита к 1 августу 1940 года получил: все (подчеркиваю все) образцы немецких боевых самолетов, авиационное оборудование, радиостанции, несколько батарей зенитных пушек и гаубиц, танки Т-III, тяжелый крейсер «Лютцев» и многое другое. Немцам, наступавшим по берегам Балтийского моря, надо думать, было приятно осознавать, что наиболее эффективным советским крейсером на Балтике, выпустившим наибольшее число снарядов, был ранее их «Лютцев».

Необходимость всех этих приобретений, прежде всего лицензий, была обусловлена чрезвычайно низкой инженерной, технологической базой нашей страны перед войной. Примеры: ни один из 40 типов авиадвигателей, созданный в СССР к 1930 г. нельзя было поставить на самолет; из первой серии танков Т-34 в числе 115, выпущенной в 1940, через 3 месяца вышли из строя 92. И этот печальный ряд примеров может быть продолжен.

А как бы нейтральная Швеция за годы войны поставила в Германию продукции в стоимостном выражении в пять раз больше, чем в сумме в СССР, США и Великобританию за годы войны. В Финляндию, воевав-



шую на стороне Германии, благо она рядом, Швеция поставляла просто вооружение.

Следует упомянуть, что территория Швеции была открыта для транзита немецких войск, что было важным фактором ведения войны на северо-западе «Нейтральные» порты Швеции использовались также для поставок стратегического сырья. Интересный факт – в 1942 г. немецкие транспортные суда, перевозившие войска в Финляндию, сопровождали шведские ВМС.

Но важна не только военная, экономическая помощь, важна моральная поддержка, и она была! Вот осенью 1941 года король Швеции Густав V Адольф направляет Гитлеру письмо, в котором желает «дорогому рейхсканцлеру дальнейших успехов в борьбе с большевизмом»...».

Это нейтралитет по-шведски... Так, на крови граждан нашей страны, создавались основы благополучия граждан «нейтральной» Швеции.

Король Швеции был не одинок в моральной поддержке фашистов. Нобелевский лауреат Кнут Гамсун, популярнейший писатель, в 1943 году передал медаль нобелевского лауреата министру пропаганды Третьего Рейха Геббельсу. После смерти Гитлера Гамсун написал некролог, в котором назвал нацистского лидера «*борцом за права народов*»! Так что тот, кто не мог воевать или работать на Германию, старался внести свой посильный вклад в борьбу против нашей страны. Впрочем, его сын служил в частях СС. Если вы читали произведения Гамсуна, вас это не должно удивлять. Прочтите его «Пана».

Нейтральная **Швейцария** поставляла в Германию военную продукцию (например, оптические прицелы), электроэнергию, предоставляли кредиты, через ее территорию шли немецкие войска в Италию. Некоторые швейцарские фирмы непосредственно представляли интересы фашистской Германии на международной арене. Известные фармацевтические и кондитерские фирмы Швейцарии, сейчас хорошо представленные в РФ, широко использовали труд военнопленных.

**Испания.** Гитлер говорил, что Испания может больше помочь Германии, сохраняя нейтралитет. Это позволяло, в частности, поставлять нефтепродукты из США через Испанию в Германию. Немецкие подводники свободно заходили в порты Испании. Одна испанская дивизия воевала под Ленинградом, были на восточном фронте и отдельные добровольческие соединения испанских фашистов.

Упоминание США вас удивило? Да, американские корпорации Тексако и Стандарт Ойл поставляли нефтепродукты Германии. А то, что кока-кола поставлялась в немецкие войска, вы знаете? С 1943 года начали поставлять фанту. А то, что автозаводы Форда, расположенные в Европе, тоже работали на фашистскую Германию, вас не удивляет? Да, они выпустили за войну для фашистов около 40000 грузовиков. Дженерал Моторз



собирал бомбардировщики Юнкерс-88, выпускал моторы для Мессершмидт-262. Форд помогал делать турбины для ракет V-2, которыми обстреливали Лондон. Отделение IBM в Германии под названием Dehomag автоматизировало немецкие штабы и поставляло сигнальное оборудование для немецкого флота.



Торжественные проводы испанских добровольцев на войну с Россией



А вот они уже под Ленинградом — в Павловском парке. И не мерзнут, а скоро этим красавцам будет даже очень жарко...Под Ленинградом была уничтожена «Голубая дивизия» Франко. Но под Ленинградом, среди прорывающих блокаду, гибли лучшие сыны Испании.



Нейтральная **Португалия** до июня 1944 года поставляла в Германию стратегическое сырье, прежде всего вольфрам, необходимый для производства высококачественной стали.

Деньги, как известно, не пахнут. Также известна поговорка: «Кому война, а кому мать родная».

По оценкам экономистов после оккупации Европы промышленный потенциал Германии удвоился, а сельхозпотенциал утроился. Людской потенциал Германии с поделщиками превышал потенциал СССР в два с лишним раза против СССР с населением 190 млн человек воевала Европа с населением 400 млн человек. Технологический потенциал объединенной Европы превышал потенциал СССР на порядок. При сравнении суммарных потенциалов воюющих сторон недопустимо простое суммирование составляющих. Связи между людскими и производственными потенциалами отраслями существенно нелинейны.

Так что враг был сильнее не в два, и даже не в три раза. Именно этим и нечеловеческой (фашистской) сущностью захватчиков объясняются значительные потери СССР. Ну, а потери европейцев, естественно, занижаются (за исключение числа изнасилованных женщин). Но и такой враг был побежден.

Сейчас не выгодно ходить в подручных фашистской Германии, неудобно вспоминать свое пособничество, вот и выдумывает творческая интеллигенция ряда стран различные мифы про героическое сопротивление немецкой агрессии. Эти мифы заполняют книги, экраны и, в конце концов, головы.

Теперь можно задать себе вопрос: «Что же помнят про Великую войну те европейцы, отцы и деды, которых принимали активное участие в нападении на нашу страну или работали в тылу, вкладывая все силы, для победы фашистской Германии? И что помнят потомки тех, кто хорошо заработал на войне?».

Посудите сами: «Разве может рядовой европеец, предки которого получили по заслугам, простить победу унтерменшей?». Думается, что ответ очевиден.

Но это, в конце концов, не так важно.

Главное в нас. Мы-то, не кивая на других, должны помнить и понимать, за что погибли Сережка с Малой Бронной и Витька с Моховой.

*Ф. Мальшев Пятая газета №20, 2017*

Редакция «Советского физика» добавила фотографии к тексту статьи



## МГУ ЗАНЯЛ 27 МЕСТО В РЕЙТИНГЕ QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS BY SUBJECT ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

28 февраля опубликован список лучших университетов мира по специальности согласно версии престижного мирового рейтинга QS World University Rankings by Subject. МГУ имени М.В. Ломоносова добился лучших за всю историю показателей в восьмом издании рейтинга QS World University Rankings by Subject, попав в топ-100 лучших вузов мира по четырем из пяти расширенных предметных областей и по 11 отдельным предметам.

**Ректор МГУ академик Виктор Садовничий:** *«Московский университет продемонстрировал рекордные успехи в предметном рейтинге QS. МГУ оказался единственным вузом в России, вошедшим в топ-100 лучших вузов мира по четырем из пяти расширенных предметных областей и по 11 отдельным предметам. Мы показали уникальную динамику в расширенных предметных областях. Впервые российский университет представлен в топ-20 лучших вузов мира в естественно-научной сфере. МГУ показал высочайшие показатели в гуманитарных науках «Искусство и гуманитарные науки» — 51-е место в мире и 60-я позиция в области «Социальные науки и менеджмент».*

*Эти достижения подтверждают правильно заданный вектор реализации «Программы развития МГУ», утверждённой в 2010 году, в основе которой лежит активизация междисциплинарных исследований и использование самых современных научных средств и методов в образовательном процессе. В современном мире чрезвычайно востребованы специалисты, реализующие междисциплинарный подход к решению стоящих перед ними задач, широко смотрящих на проблематику.*

*Именно таких выпускников, молодых специалистов готовит Московский университет, что отражают результаты представленного рейтинга. Особо хочу отметить 76-ую позицию в расширенной области «Инжиниринг и технологии» и попадание в ранг 51-100 в предметной области «Инженерные и космические технологии». Хороший повод отметить ровно год со старта работы нового факультета космических исследований МГУ».*

Московский университет вошел в топ-20 лучших вузов мира в области точных наук, поднявшись на **18 место в мире** в расширенной предметной области **«Естественные науки»** (40 место в 2017 году). МГУ совершил рывок в гуманитарных науках, заняв 51 место в области «Искусство и гуманитарные науки» (70 место в 2017 году) и 60 место в области



«Социальные науки и менеджмент» (110 место в 2017 году). Московский университет также продемонстрировал значительный рост в области высоких технологий, поднявшись на 76 позицию в мире в расширенной предметной области «Инжиниринг и технологии» (115 место в 2017 году).

Самые высокие показатели по отдельным предметам у МГУ в следующих областях: «Лингвистика» (18 место), «Современные языки» (26 место), **«Физика и астрономия» (27 место)**, «Математика» (38 место), «Гостиничное дело» (41 место), «Информатика и информационные технологии» (49 место).

Комментируя результаты рейтинга в области «Физика и астрономия», **декан физического факультета профессор Николай Сысов** отметил, что результаты рейтинга отражают высочайший уровень исследований сотрудников факультета:

*«Мы традиционно входим в топ-30 лучших ВУЗов мира, и, безусловно, в этом заслуга наших ученых. За прошедший год было опубликовано свыше 1300 статей по самым различным направлениям (по данным Scopus). Уникальная особенность физического факультета, в отличие от других ВУЗов физической направленности, состоит в том, что в Московском университете представлена вся физика, начиная от экологии, заканчивая атомной и ядерной физикой».*

Факультет занимает одно из лидирующих мест в получении грантов различных фондов, выполнении проектов по целевым программам различных министерств. Тематика исследований полностью отражает современные тенденции развития науки:

*"Физики МГУ принимают участие в работе ведущих международных коллабораций, среди которых LIGO, CERN и JUNO, в реализации университетских космических проектов и работ по программе развития Московского университета. МГУ активно работает по реализации программы «Цифровая экономика» по самым различным направлениям сквозных цифровых технологий.*

*Мы уделяем большое внимание исследованиям в области квантовых технологий, фотоники. Занимаемся разработкой максимально защищенных линий связи между пользователями на основе технологий квантового распределения ключа, в том числе созданием защищенных систем телефонии и шифрования больших потоков данных. Развитием и продвижением этого направления стал проект по созданию первой в России университетской квантовой сети, включенный в программу развития Московского университета. Не могу не отметить, что физический факультет является головной организацией по проектам в области терагерцовой оптоэлектроники и спектроскопии в стране».*



25 марта в Московском университете состоится День открытых дверей. Абитуриентам расскажут обо всех направлениях подготовки 43 факультетов МГУ и правилах поступления в 2018 году.

<http://www.phys.msu.ru/rus/news/archive/26919/>

## СОТРУДНИЧЕСТВО СО ШКОЛАМИ – ПУТЬ К ПОВЫШЕНИЮ ПОПУЛЯРНОСТИ ФАКУЛЬТЕТА

На физическом факультете, как и в Московском университете в целом, всегда училось много студентов из самых различных уголков нашей Родины. И это вполне понятно – наш факультет всегда являлся и является одним из центров физического образования в стране. Однако, если внимательно посмотреть, откуда приехали поступающие на физический факультет, то можно заметить, что города и регионы представлены в ней весьма неравномерно. Конечно, это можно было бы объяснить удаленностью многих из них от столицы или отсутствием сильных школ в «глубинке». Но даже среди школьников некоторых наукоградов Московской области и городов-«миллионеров» Европейской части России, где много хороших физико-математических школ и интересующихся физикой школьников, студентов физического факультета Московского университета совсем немного. Скорей всего это обстоятельство связано с недостатком информации о нашем факультете, ребята, да и их учителя и родители, просто мало о нас знают. Вот почему популяризация физического факультета среди школьников из других регионов нашей страны представляется исключительно важной и актуальной задачей.

Отделением прикладной математики (ОПМ), начиная с 2015 – 16 учебного года, ведется систематическая работа со школьниками. Основой данной работы стали практические занятия по компьютерному моделированию для школьников 7 – 11 классов, еженедельно проходящие на факультете. На занятиях школьники готовят проектные и исследовательские работы, которые в дальнейшем представляются на проводимой отделением конференции «От атома до галактики» в апреле и «Форуме молодых исследователей» в рамках Фестиваля науки в октябре. Кроме этого отделение проводит занятия непосредственно в школах Москвы. Так, на базе Романовской школы преподавателями физического факультета проводятся уроки информатики и физики, функционируют кружки по физике и математике. Начиная с прошлого учебного года, факультет стал проводить работу со школами не только Москвы, но и других регионов нашей страны.



Конференция «От атома до галактики»

В конце 2016 года был заключен договор о сотрудничестве с Аэрокосмическим лицеем №13 города Химки – одного из центров отечественной ракетно-космической промышленности. Лицей является одной из ведущих средних школ города Химки, а его ученики регулярно становятся призерами и победителями Московских областных олимпиад по физике и астрономии. На базе лицея ассистентом Е.А.Михайловым проводятся занятия по проектной деятельности с применением методов компьютерного моделирования, в целом аналогичные тем, которые проводятся на физическом факультете (к сожалению, ребятам даже из ближнего Подмосковья сложно регулярно посещать кружки и факультативы на физическом факультете). Кроме того, в лицее силами аспирантов физического факультета Д.В.Пополитовой и А.С.Шибаловой ведутся занятия по физике и математике, а школьники участвуют в мероприятиях, организованных силами физического факультета МГУ. Нельзя не отметить и важность методической работы: в Аэрокосмическом лицее накоплен большой опыт подготовки школьников, который может быть полезен и для других школ. На семинаре отделения прикладной математики 21 февраля 2018 года было организовано выступление заместителя директора лицея выпускницы физического факультета И.В.Пополитовой, которая в своем докладе рассказала о развитии профильного образования в школе и об

особенностях организационной работы. Ее выступление вызвало большой интерес у сотрудников физического факультета и у приглашенных на семинар учителей школ, с которыми физический факультет установил дружеские связи.



Доцент физического ф-та Н.Е. Шапкина (слева) и учителя Романовской школы в жюри секции "Математика и информатика".

Работа с регионами представляется нам очень важной, причем наше сотрудничество со школами не ограничивается только Московской областью. Весной 2017 года был заключен договор о сотрудничестве с лицеем №87 имени Л.И. Новиковой города Нижнего Новгорода – одного из ведущих промышленных и научных центров нашей страны. 87-й лицей известен далеко за пределами своего региона своими призерами Всероссийских олимпиад по физике, астрономии и математике. На нашей конференции «От атома до галактики – 2017» были представлены две работы школьников лицея, а Е.А. Михайлов в апреле 2017 года прочитал выездную лекцию для его учеников, в которой рассказал как об истории физического факультета, так и о современных методах компьютерного моделирования. Нам очень хотелось реализовать в лицее некоторый аналог систематических занятий, которые проходят на физическом факультете и в московских школах, но мы понимали, что в силу больших расстояний еженедельное очное общение с ребятами невозможно. Поэтому по договоренности с педагогическим коллективом лицея был выбран следующий вариант. Вместе с педагогами лицея составлен учебный план занятий по трем направлениям: задачи повышенной сложности по физике, задачи повышенной сложности по математике и проектная деятельность. Пре-



подаватели физического факультета приезжают в лицей и проводят с учениками в течении целого дня интенсивные занятия. В промежутке между ними по согласованной программе занятия проводятся учителями физики и математики лицея. Среди тех, кто ведет занятия в лицее, хотелось бы отметить ассистента Е.А.Михайлова, аспирантов физического факультета Д.В.Пополитову и И.В.Лопушенко, студентку выпускного курса Д.И.Фазлижанову. На наш взгляд опыт занятий можно считать вполне успешным: в настоящее время со стороны лицея есть интерес к расширению тематики данных занятий, ряд учеников 10 класса, а большинство занятий проводится с ними, хотя в будущем поступать на физический факультет Московского университета.



Счастливого полета!

Поскольку многим учащимся лицея и их родителям сложно посетить дни открытых дверей в МГУ, 28 февраля 2018 года физическим факультетом был проведен телемост между физическим факультетом МГУ и Лицеом №87, целью которого было рассказать о нашем факультете нижегородским школьникам и их родителям, а также ответить на их вопросы. На нем выступил заведующий отделением прикладной математики профессор А.Н.Боголюбов, доцент Н.Е.Шапкина и Е.В.Лукашева, научный сотрудник А.В.Прохоров, ассистент Е.А.Михайлов, студентки Д.И.Фазлижанова, Е.А.Алексеева, С.И. Мандрыгин и Е.В. Семенова.

Надеемся, что в дальнейшем наше взаимодействие с нижегородскими школьниками будет все более развиваться, и особенно хотели бы поблагодарить учителей физики Лицея №87 Л.М.Прохорову и А.А.Овсянникову, а также директора С.В.Кулеву, без активной помощи которых мы не смогли бы реализовать наши планы.



Д.В.Пополитова проводит занятие по математике для учеников Лицея №87



Слева направо: директор Лицея №87 С.В.Кулева, ассистент Е.А.Михайлов, учитель физики Лицея №87 Л.М.Прохорова, студентка Д.И.Фазлижанова, аспирант Д.В.Пополитова. Нижний Новгород, 2 сентября 2017 года.



Профессор А.Н.Боголюбов выступает на телемосте с Лицеом №87 28 февраля 2018 года.

В октябре 2017 года на «Форуме молодых исследователей», секцию «Физика и математика» которого физический факультет проводил в рамках Фестиваля науки, выступили со своими исследовательскими работами ученики Школы №18 города Твери. С этой школой также был заключен договор о сотрудничестве, ее ученики приняли участие в Дне открытых дверей в январе 2018 года. Мы решили провести 10 февраля на базе этой школы научно-просветительскую акцию «Открытая лабораторная». Данное мероприятие проводится в различных регионах нашей страны и за ее пределами. В этом году центральной площадкой «Открытой лаборатории» в Москве стало здание Российского научного фонда. Научно-просветительская акция «Открытая лабораторная» сочетает в себе конкурс и познавательную часть. Так, сначала в течение 30 минут участники отвечают на вопросы, относящиеся к различным естественным наукам, например, можно ли увидеть белого медведя на льдине в тепловизоре, если температура его шкуры равна температуре льдины? После этого ведущий акции (или «завлаб») разбирает задания с участниками. В конце школьникам ждет научно-популярная лекция, а также награждение победителей и призеров. Ведущим акции в Твери стал ассистент Е.А.Михайлов, помогали в организации студенты физического факультета Е.А.Алексеева, Н.М.Артемьева, Е.Д.Глазова, С.Д.Огнев,

М.В.Пашенцева, В.В.Рымарь, А.М.Смирнов, Е.И.Шаталина. «Открытая лабораторная» не только собрала учеников из лучших тверских школ (кроме школы №18, в ней приняли участие и другие школьники – всего более 70 человек), но и подарила ощущение праздника всем причастным – как рядовым участникам, так и организаторам. Акция вызвала большой интерес – 13 февраля сюжет о ней вышел в эфире новостей областного телеканала «Тверской проспект – регион».

Мы надеемся, что в будущем наше сотрудничество как со столичными школами, так и школами других регионов, будет расширяться. Одним из важных направлений нашей работы мы видим сотрудничество со школьными учителями. Ректоратом МГУ им. М.В. Ломоносова утверждена программа дополнительного образования «Использование компьютерных методов в проектных и исследовательских работах школьников по физике». В настоящее время мы готовимся к организации курсов повышения квалификации школьных педагогов.

Нам кажется, что наша работа послужит повышению популярности физического факультета среди школьников и абитуриентов в самых разных уголках нашей страны.



Школьники выполняют задания «Открытой лабораторной» в Твери



Слева направо: студенты С.Д.Огнев, Е.А.Алексеева, А.М.Смирнов, Е.И.Шаталина, ассистент Е.А.Михайлов, студенты Е.Д.Глазова, В.В.Рымарь, Н.М.Артемьева, М.В.Пашенцева. Тверь, 10 февраля 2018 года.

*Шапкина Н.Е., Боголюбов А.Н., Михайлов Е.А.*

## КАК НАУЧИТЬ ДЕЛАТЬ НАУКУ?

Одна из основных задач физического факультета – воспитать будущих ученых-физиков. Эту задачу можно условно разделить на две части: научить уже известному и научить получать новое. Принято считать, что первому следует учить на семинарах, а второму – по сути, научному творчеству – может научить только практика под чутким руководством наставника. Активное введение в учебную программу научно-исследовательских семинаров показывает тенденцию к изменению этого разделения.

Прошедшей осенью я проводил научно-исследовательский семинар у 3го курса на кафедре теоретической физики. Своей целью я поставил дать студентам широкое представление о научной работе и познакомить с тематикой кафедры. В связи с этим семинары получились достаточно разноплановые. Часть из них были посвящены докладам научных сотрудников, часть – докладам студентов.

Многие мои коллеги с кафедры теоретической физики согласились сделать доклады на семинаре. Соловьев А.В. рассказал о псевдофинслеровых пространствах, порождаемых гиперспинорами. Харланов О.Г. на примерах продемонстрировал, как работает связка аналитических и численных подходов в современной теоретической физике. Владимиров



Ю.С. обсудил перспективы развития Фундаментальной науки. Доклад Степаньянца К.В. был посвящен теориям с суперсимметрией и их экспериментальным приложениям. В заключении Гальцов Д.В. нарисовал широкую картину современных теорий гравитации. Я рассказал об эффекте инфракрасной декогеренции заряженных частиц, теоретически исследованном мной и Казаковым К.А.

Перед студентами была поставлена задача изучить заинтересовавшую их статью. С этой задачей они успешно справились и по итогам сделали доклады. Студенты показали, что способны разобраться в сложных научных идеях – несмотря на то, что для понимания часто требовались знания, сильно выходящие за рамки 3-го курса. Особенно отмечу доклад Алисы Давыдовой о локализации электронов в графене, Николая Терзиева о дополнительных измерениях и проблеме иерархии больших масс, Станислава Валович о хамелеонном взаимодействии, Дмитрия Осколкова о втором звуке, а также совместный доклад Александра Слоева и Натальи Терешининой о физике нейтрино на английском языке.



Несколько семинаров были посвящены более общим вопросам – подходам к решению научных задач. На семинаре студенты освоили распространенную методику чтения статей. Ее суть в том, чтобы читать не сразу всю статью подряд, а воспринимать информацию итерациями, на каждой из которых достигается более глубокое понимание текста. Также я рассказал, каким образом в научной работе можно использовать семантические сети [1].

Оценить результаты семинара можно по письменным отзывам студентов в конце года. Разумеется, формат подошел не всем студентам: некоторые посчитали, что на абстрактные темы ушло слишком много времени. Тем не менее, отрицательных отзывов не было, и большинство студентов высоко оценили семинары. Позволю себе привести пару цитат для примера:

«Я уже сейчас понимаю, насколько легче стало работать со статьями, в том числе и на английском языке. Также впечатление на меня произвел метод семантических сетей: иногда можно правильно постановку задачи и проблематику, только построив такую сеть».

Оценить результаты семинара можно по письменным отзывам студентов в конце года. Разумеется, формат подошел не всем студентам: некоторые посчитали, что на абстрактные темы ушло слишком много времени. Тем не менее, отрицательных отзывов не было, и большинство студентов высоко оценили семинары. Позволю себе привести пару цитат для примера:

«Я уже сейчас понимаю, насколько легче стало работать со статьями, в том числе и на английском языке. Также впечатление на меня произвел метод семантических сетей: иногда можно правильно постановку задачи и проблематику, только построив такую сеть».



Дмитрий Осколков, студент 3го курса

«Было приятно, что на некоторых парах НИСа создавалась творческая атмосфера, когда можно было спокойно порассуждать на многие темы».

Алиса Давыдова, студентка 3го курса

В целом, я оцениваю данный опыт как положительный. Студенты показывали заинтересованность в происходящем, активно включались в дискуссию и, судя по отзывам, получили ценный опыт. В ходе семинаров обсуждались общие вопросы о том, как читать научные статьи, как решать научные задачи и что делать, когда исследование заходит в тупик. Я считаю, что эти вопросы можно и нужно поднимать на семинарах. Время, затраченное на них, окупится сполна. Когда молодой исследователь делает первые шаги в науке, то будет развивать в себе навыки ведения научной деятельности не с нуля – это сэкономит месяцы и годы.

В заключение хочу выразить благодарность научным сотрудникам кафедры Соловьеву А.В., Харланову О.Г., Степаньянцу К.В., Владимирову Ю.С., Гальцову Д.В. за их доклады, а также студентам 301 группы (2017 год) за их интерес и деятельное участие в семинаре.

*Заряев В.В.* Философия науки и техники в России: вызовы информационных технологий Сборник научных статей. – под редакцией Н.А. Ястреб. – стр. 93

*Никитин В.В.*

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИИ В ИЗОСТРУКТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Магнетизм — спонтанное выстраивание магнитных моментов в материале — обусловлен главным образом квантовомеханическими «обменными» взаимодействиями. Межатомные взаимодействия могут быть прямыми (результат непосредственного перекрытия волновых функций магнитных ионов) или косвенными, с участием окружающей среды (например, с участием диамагнитных атомов кислорода). Симметричное (прямое) обменное взаимодействие пропорционально скалярному произведению спинов атомов, и его результатом является выстраивание спинов параллельно (ферро- и ферромагнетизм) или антипараллельно (антиферромагнетизм) друг другу. Однако, существуют более сложные структуры: зонтичные, геликоидальные, и даже решетки, образованные магнитными «вихрями» — скирмионами. В их образовании важную роль играет анти-



симметричное суперобменное взаимодействие через промежуточные немагнитные атомы -- взаимодействие Дзялошинского-Мории (DMI) [1,2]. (DMI) имеет микроскопическое происхождение в спин-орбитальной связи (SOC). В оксидах переходных металлов SOC считается пренебрежимо малой, и ее роль — просто небольшое возмущение к гамильтониану основного состояния. Однако, DMI в антиферромагнетиках может приводить к скосу (неколлинеарности) спинов и появлению за счет этого слабого ферромагнитного момента. Величина и знак DMI определяют величину угла скоса и направление «закручивания» магнитных моментов. Чтобы определить этот знак, необходимо установить направление магнитного момента каждого атома в элементарной ячейке. Такую информацию невозможно получить из макроскопических магнитных измерений. На помощь приходит дифракция рентгеновского излучения.

Традиционным методом изучения магнитных структур является дифракция медленных нейтронов. Нейтроны сами обладают спинами, и взаимодействуют со спинами атомов. Рентгеновские фотоны не обладают спином, однако в последние годы взаимодействие рентгеновского излучения с веществом все более широко используется для изучения магнетизма. Вопрос о том, чувствительно ли рентгеновское излучение к магнетизму, встал практически сразу после его открытия в 1895 г., и долго оставался открытым – практически до 80-х годов 20-го века, когда появились мощные источники рентгеновского излучения – синхротроны. Надо отметить, что первое экспериментальное свидетельство того, что рентгеновское излучение все-таки «чувствует» магнетизм было получено сотрудниками кафедры физики твердого тела В.Карчагиным и Е.Четвериковой. В настоящее время магнитные измерения на синхротронах разнообразны. Одними из наиболее распространенных являются измерения рентгеновского кругового, линейного, магнитокирального видов дихроизма. Также проводятся измерения в геометриях рассеяния и дифракции. Известно два вида магнитного рассеяния синхротронного излучения – резонансное, которое осуществляется при определенных энергиях падающего излучения (края поглощения), и нерезонансное, существующее при любой энергии. Последнее гораздо слабее, однако дает возможность разделить спиновый и орбитальный вклады в магнитные моменты.

Дополнительные возможности для исследования локальных структурных особенностей среды дает интерференция излучения, рассеянного через разные каналы рассеяния. В нашей совместной работе с большим международным коллективом ученых в 2014 г. был развит метод определения знака взаимодействия Дзялошинского-Мории, основанный на интерференции нерезонансного магнитного и резонансного квадрупольного рассеяния [4]. Последнее определяется кристаллической структурой и

играет роль опорной волны, а фаза магнитного рассеяния зависит от того, как именно ориентированы спины атомов в элементарной ячейке. Эта работа получила развитие в виде исследования DMI в соединениях переходных металлов, которое продолжалось в течение нескольких лет и завершилось публикацией в 2017 г. в журнале Phys. Rev. Lett.[5].

В качестве объекта исследования были выбраны слабые ферромагнетики  $ACO_3$  ( $A = Mn, Co, Ni$ ) и изоструктурный  $FeVO_3$  (группа симметрии  $R-3c$ ), где SOC и результирующий DMI приводят к наличию слабой чистой намагниченности. Они представляют собой идеальную модельную систему для управляемого изменения ориентации магнитных моментов в элементарной ячейке с помощью внешнего поля. Спины атомов переходных металлов, расположенных в слоях, упорядочены антиферромагнитным образом, но слегка скошены, что создает чистый магнитный момент. Ферромагнитный момент можно вращать внешним магнитным полем, и за ним вращаются спины атомов. При этом меняется фаза магнитного вклада в амплитуду «запрещенного» отражения, существующего только при энергии падающего излучения вблизи края поглощения металла. Это приводит к сдвигу резонансного отражения по энергии, причем направление смещения определяется тем, в каком направлении «закручены» спины при переходе от одного слоя. На рис. 1 схематически представлены два варианта «закрутки» спинов, которые определяются знаком взаимодействия DMI. То есть метод позволяет определить направления локального закручивания магнитной структуры,

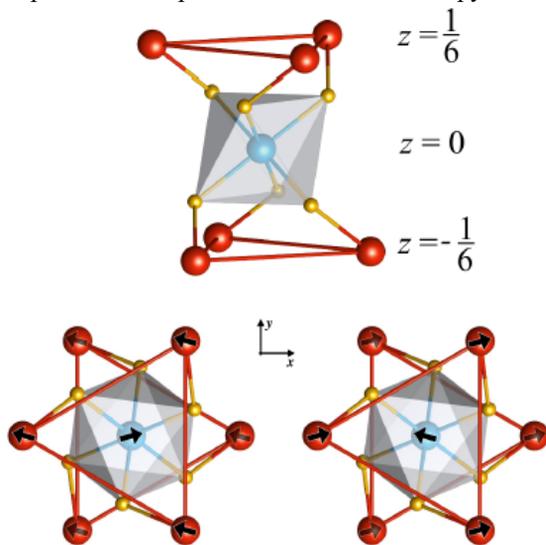


Рис.1. На рисунке показано локальное окружение атома переходного металла и шести ближайших магнитных ионов. Атомы бора или углерода на рисунке отсутствуют. Внизу показаны два варианта «закрутки» спиновых конфигураций в зависимости от угла «скоса» антиферромагнитных моментов.



и решить, как это связано с локальным закручиванием кристаллической структуры, которое может быть различным в разных частях элементарной ячейки. Важно отметить, что в данном исследовании слово «локальный» означает фактически соседние атомы. То есть метод настолько чувствителен, что позволяет анализировать знак магнитной закрутки на расстояниях меньших одного нанометра.

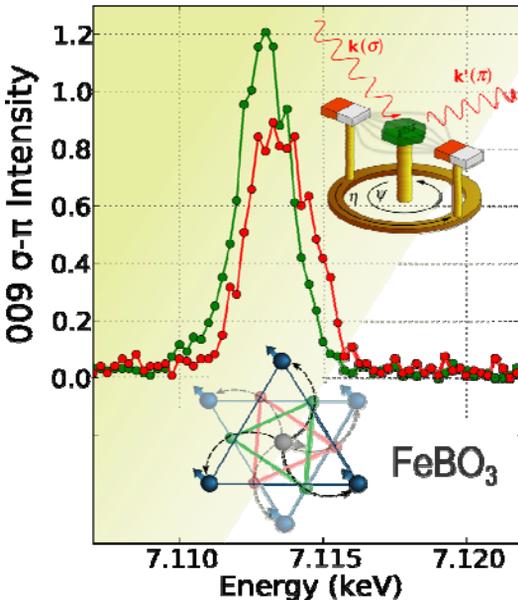


Рис.2. На вставке показана геометрия эксперимента. Магнитное поле вращается в горизонтальной плоскости вокруг кристалла, установленного в отражающее положение. При повороте на 180 град. меняется фаза магнитного рассеяния, в результате чего сдвигается дифракционный пик.

В работе, опубликованной в Phys. Rev. Lett. было проведено первое систематическое экспериментальное и теоретическое исследование изменения знака и величины взаимодействия Дзялошинского «Мория» (DMI) в серии 3d-переходных металлов. В работе принимал участие большой международный коллектив авторов. Часть образцов была предоставлена О.В.Димитровой (химфак МГУ). Надо отметить огромную идейную и организационную работу г.н.с. ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» В.Е.Дмитриенко. Эксперимент был выполнен группой замечательных экспериментаторов, с которыми мы работаем много лет и провели не одно интересное исследование. Это: Г.Бютье (Univ. Grenoble Alpes, Гренобль, Франция), С.П.Коллинз, Г.Нисбет, Д.Пинчини (DIAMOND Light Source, Англия), эксперимент проводился на станциях XMAS синхротрона ESRF (Гренобль, Франция) и станции ID16 DIAMOND Англия). Измерялась интенсивность отражения 009 в  $\text{FeBO}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{CoCO}_3$ ,  $\text{NiCO}_3$  при 300К, 7,5К, 13К, 5,5К, соответственно, при приложении магнитного

поля порядка 0,01Т, которое вращалось в горизонтальной плоскости (схема эксперимента представлена на вставке к рис.2). Схематично результаты эксперимента показаны на рис.3. Синяя кривая показывает интенсивность магнитного рассеяния в зависимости от угла поворота магнита вне резонанса, красная – в резонансе, где магнитное рассеяние интерферирует с немагнитным квадрупольным. Оказалось, что направления смещения «красной» кривой (которое зависит от знака DMI) одинаково для  $\text{MnCO}_3$  и  $\text{FeVO}_3$ , но противоположно  $\text{CoCO}_3$  и  $\text{NiCO}_3$ .

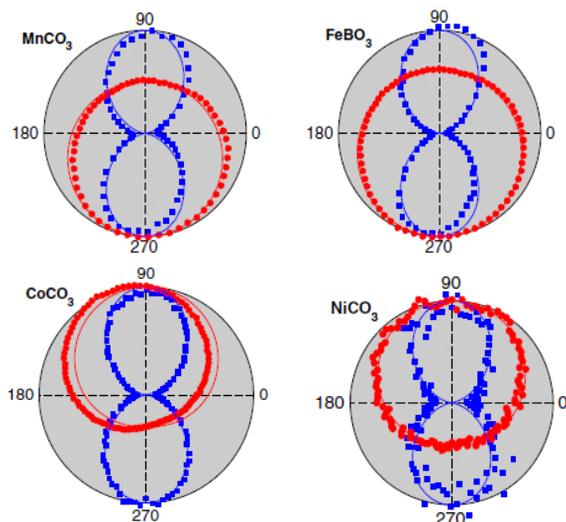


Рис.3. Зависимость интенсивности брэгговского отражения от угла поворота магнита. Вдали от края поглощения (вне резонанса, синяя кривая) эта зависимость одинакова для всех кристаллов, в резонансе (красная кривая) направление сдвига кривой от центра определяется знаком взаимодействия Дзялошинского–Мории.

Таким образом, было установлено, что знак и величина DMI систематически меняются в изучаемой серии изоструктурных переходных металлов. Экспериментальные результаты были подтверждены «первопринципными» квантовомеханическими расчетами, выполненными В.В.Мазуренко (Уральский федеральный университет), Ю.О.Квашниным (Университет г. Уппсала, Швеция), Ф.И.Лихтенштейном (Университет г. Гамбурга), М.И.Кацнельсоном (Radboud University Nijmegen, Нидерланды).

Ими также была предложена простая «игрушечная модель», дающая представление об эволюции величины взаимодействия Дзялошинского–Мории в зависимости от степени заполнения 3d-орбиталей изучаемых соединений. На рис.4 приведена диаграмма, показывающая, как меняется



знак (ниже пунктира – минус, выше – плюс) и величина DMI в исследуемой серии соединений.

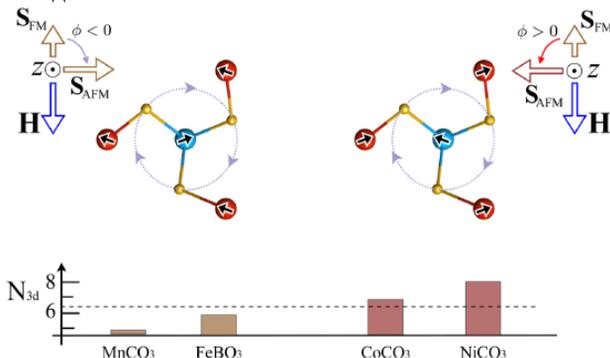


Рис.4. Иллюстрация взаимных направлений магнитных моментов в случае отрицательного и положительного знаков DMI. Внизу – диаграмма, показывающая эволюцию величины и знака DMI в изучаемой серии соединений 3d элементов.

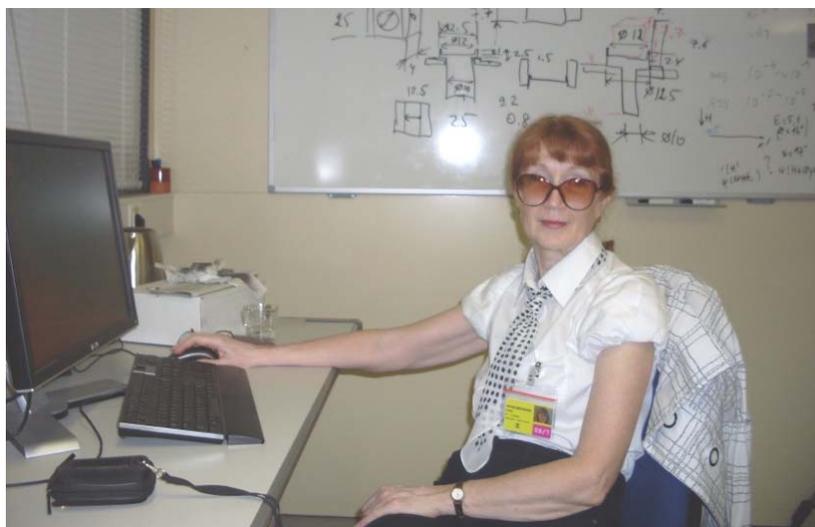
В заключение надо отметить, что развитый подход уже получил развитие в виде метода визуализации распределения антиферромагнитных доменов в образце, и в перспективе может быть использован для изучения более сложных магнитных структур, в которых антисимметричное взаимодействие играет существенную роль, таких, например, как мультиферроики.



Мои коллеги (слева направо): В.Е.Дмитриенко, Г.Бютге, Г.Нисбет, С.Коллинз. И талисман станции XMAS – танцующий рак.



Синхротрон ESRF расположен в Альпах.



Профессор кафедры физики твердого тела Е.Н.Овчинникова на эксперименте в ESRF.



### Литература

[1] Dzyaloshinsky, Sov. Phys. JETP 5, 1259 (1957); J. Phys. Chem. Solids 4, 241 (1958) .

[2] T. Moriya, Phys. Rev. Lett. 4, 228 (1960); Phys. Rev. 120, 91 (1960).

[3] A. Rogalev et al.: X-ray Magnetic Circular Dichroism: Historical Perspective and Recent Highlights, Lect. Notes Phys. **697**, 71–93 (2006).

[4] Dmitrienko V. E., Ovchinnikova E. N., Collins S. P., Nisbet G., Beutier G., Y. Kvashnin O., Mazurenko V. V., Lichtenstein A. I., Katsnelson M. I. Measuring the Dzyaloshinskii–Moriya interaction in a weak ferromagnet . Nature Physics. 2014. V. 10. P. 202.

[5] G. Beutier, S. P. Collins, O. V. Dimitrova, V. E. Dmitrienko, M. I. Katsnelson, Y. O. Kvashnin, A. I. Lichtenstein, V. V. Mazurenko, A. G. A. Nisbet, E. N. Ovchinnikova, D. Pincini. Band Filling Control of the Dzyaloshinskii–Moriya Interaction in Weakly Ferromagnetic Insulators Phys. Rev. Lett. 2017. V. 119. 167201 (1-5).

*Профессор кафедры физики твердого тела Е.Н.Овчинникова*

## СОЛОВЕЦКОМУ РЕСТАВРАЦИОННОМУ ОТРЯДУ ФИЗФАКА МГУ — 50 ЛЕТ!

16 декабря 2017 года в Большом зале Министерства культуры Российской Федерации состоялась торжественная церемония празднования 50-летия Соловецкого реставрационного стройотряда физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.



Известно, что именно физфак МГУ был инициатором движения студенческих строительных отрядов, первые из которых отправились в конце 50-х годов прошлого века поднимать целину. Но соловецкий отряд физфака является уникальным, единственным в своем роде.

С 1967 года студенты каждое лето, в течение уже 50 лет, приезжают для проведения реставрационных работ в Соловецком монастыре. Даже в конце 80-х, когда по всей стране исчезли строительные отряды, студенты-физики по-прежнему выезжали на Соловки, где их с нетерпением ждали. Было время, когда физики оставались чуть ли не единственной рабочей силой на реставрации, на которую можно было рассчитывать. И вот уже 50 лет, без перерыва на перестройку и прочие



катаклизмы, физики участвуют в восстановление величайшего памятника истории и культуры – Соловецкого монастыря.



Работа отряда 1977 года: до и после



И чем же занимались студенты в отряде? Понятно, что в 60-70-е годы основной работой была уборка мусора, расчистка многочисленных завалов (в реставрации о таких работах говорят: «снимаем культурный слой»). Была работа и для тех, кто уже ездил в другие отряды и обладал навыками ведения строительных работ. Но в реставрационных работах главное не кубы и погонные метры, а точное и аккуратное восстановление истории прошлых веков. Отряд все эти годы работал и работает под руководством профессионалов-архитекторов, под их непрерывным контролем и надзором. Конечно, не все сразу получается, но когда человек приезжает в отряд второй, третий, пятый раз (а таких на Соловках всегда было много), то он уже начинает понимать специфику реставрационных работ. А самое главное для реставрационного отряда – это преемственность, непрерывная передача опыта новым поколениям студентов.



Отряд 1978 года у отреставрированной стены

Подготовка кадров для будущего отряда начиналась уже осенью, сразу после возвращения с Соловков. Отряд фактически был круглогодичным, для начинающих в Москве организовывалась «Школа реставратора», учеба проходила в Новоспасском монастыре, на Крутицком подворье, на других реставрируемых памятниках. Организовывались лекции по истории и архитектуры, отряд выезжал на многочисленные экс-



курсии по городам Золотого кольца. И летом на Соловки студенты отправлялись уже подготовленными к серьезной работе.





Мы сделали это! (1998 год – окончание работ по обмазке в Спасо-Преображенском соборе)



Отряд 2009 года на причале.



Отряд работал на реставрации практически всех объектов Соловецкого монастыря, включая соседние острова (Анзер, Большой Заяцкий). Он помогал и в других работах на острове: строительстве аэродрома, ремонте дорог, строений поселка, тушении пожаров, расчистке каналов, вывозе мусора и т.д. В советские годы агитбригада отряда несколько раз за сезон давала концерты, которые всегда проходили с большим успехом.

На состоявшемся праздновании присутствовало около 200 бойцов отряда, представители Министерства Культуры, журналисты, приглашенные гости. Каждому из присутствующих был вручен красочно оформленный буклет с рассказом о работе отряда за прошедшие пятьдесят лет. И кратко, в течение почти трех часов, бойцы «вспоминали минувшие дни». Понятно, что рассказать о всех работах отряда на Соловках невозможно, поэтому были выбраны отдельные важные вехи в истории отряда.

Зав. кафедрой биофизики В.А. Твердислов, который был командиром самого первого отряда 1967 года, как всегда ярко и эмоционально, рассказал о формировании отряда и его первых шагах (не так давно в «Советском физике» был опубликован его рассказ).

На встрече были показаны фрагменты снятого в 1972-м году документального фильма «И не прервется связь времен», значительной частью которого был рассказ о работе отряда физфака. Много лет проработавший в МГУ профессиональный фотограф Сергей Григорьев представил свой фильм, который он снимал в 70-80-е годы во время своих многочисленных поездок на Соловки.

Некоторые бойцы отряда тоже приезжали в отряд с редкими в советское время кинокамерами, снимали и монтировали свои фильмы. И на встрече были показаны многочисленные поистине уникальные фрагменты, показывающие как работу, так и просто жизнь отряда в те давние времена.





Были представлены более десяти презентаций, отражающие как хронологию работы отряда, так и работу на отдельных объектах. Эмоциональные выступления докладчиков неоднократно прерывались аплодисментами или дружным смехом зала.



Во второй части вечера были показаны отдельные номера агитбригады, включая песни, сочиненные бойцами на Соловках. И закончилось всё коллективным исполнением «Дубинушки» — гимна физического факультета МГУ. Но и по окончании бойцы долго не расходились, продолжая общаться друг с другом, вспоминая свои молодые годы.

«Нельзя объять необъятное!» — говорят классики. Но в этот вечер, думаем, такое удалось – была представлена значительная часть спектра работ Соловецкого отряда за пятьдесят лет! И грандиозность сделанного отрядом позволяет утверждать: отряд был, есть и будет работать на Соловках!



Нам – пятьдесят лет!



В качестве примера приведу небольшой рассказ о работе отряда на острове Анзер в 1994-96 годах.

Анзер всегда был мечтой бойцов Соловецких отрядов – вот бы побывать! Как правило, мечта за сезон хотя бы раз да сбывалась. Но – просто съездить да посмотреть. А работать отряд туда впервые отправился только в 1994-м году.

В конце 80-х на келейном корпусе в Троицкой губе начала проваливаться крыша. Мало того, она потащила за собой и северную стену корпуса, обращенную к морю. В любой момент эта стена могла рухнуть. Надо было немедленно снимать остатки старой крыши и ставить новую. И в 94-м часть отряда отправилась на Анзер.

Но следует учесть, что там, кроме природы, не было ничего: ни электричества, ни техники, ни строительных материалов, дороги за многие годы заросли уже не кустами, а деревцами, во многих местах заболотились. Основной способ доставки: через Ребалду, до которой от монастыря ехать практически по бездорожью около 20 километров. А потом морская переправа через довольно бурный пролив на мыс Кеньга уже на Анзере, а причала там нет! А от мыса примерно два километра до Троицкой по заболоченной дороге. Поэтому пришлось, прежде всего, заниматься дорогой, стелить гать, которая и сейчас помогает добраться приезжающим. И все-все материалы, как для работы, так и для жизни, включая длинные 6-метровые доски, приходилось на первых порах таскать на себе. Потом удалось наладить доставку морем от монастыря до входа в Троицкую губу. Сама губа во многих местах довольно мелкая, могут пройти только лодки да баржи с мелкой осадкой, и то только в прилив.



Но, несмотря на все трудности, работа шла быстро. К концу летнего срока был полностью сделан северный скат и наполовину южный. При-



чем на северном крышу нельзя было, как обычно, ставить на стену, она в некоторых местах уже «пошла» к морю. Поэтому внутри корпуса параллельно стене были установлены вертикальные деревянные стойки, и уже на них ставилась крыша. Кроме этой работы, надо было выносить залежи строительного мусора и из келейного корпуса, и разрушенной трапезной (от нее остались только полуразрушенные стены).

В 95-м крыша над корпусом была завершена. Появился трактор с тележкой, что позволило использовать строительный мусор для подсыпки дорог. А работал на нем отец Елисей, монах, который был с нами и в следующем году. Замечательный человек, работающий, физически очень сильный, он весь день работал с нами, а ночью зачастую ходил в море на рыбалку, и благодаря ему у нас было столько рыбы



Основные работы в 95-м шли по изготовлению причала на Кенге. Рубили мощный деревянный сруб, скрепляя его скобами и металлическими штырями-шкворнями. Пока он небольшой, то во время приливов всплывает, надо было закреплять, чтобы не ушел. И когда он был уже в основном готов, его надо было быстро завалить валунами, которые брались здесь же, на море.

И, к сожалению, случилось самое страшное. Когда практически все было готово, и сруб был наполовину заполнен валунами, ночью разыгрался сильный шторм. И причал сорвало с места и выбросило на берег. Утром он оказался на суше метрах в пяти от моря, тяжелый, совершенно неразборный и неподъемный. Это был тяжелый удар, но что делать – так Север.

После этой неудачи были начаты работы по изготовлению временной кровли на церкви из старого железа, оставшегося от крыши келейного корпуса. А над церковью был установлен крест.



В 96-м вновь главной работой стало сооружение причала, но теперь уже в Троицкой губе. Когда-то он здесь был, но ни осталось практически никаких следов, только нагромождение валунов, которыми он был засыпан. Работать здесь было, несомненно, проще, чем год назад на Кеньге: во-первых, никаких волнений и штормов, во-вторых, уже был опыт, а в-третьих, все рядом – от жилья до причала минута ходьбы. Одна сложность – работать приходилось в основном в отлив, а его время плавает, поэтому приходилось работать и в ночь, благо она белая. Но работа шла хорошо, спокойно, погода замечательная, комары у моря не досаждают, хотя под вечер иногда появлялось какое-то подобие мошки.



К концу июля причал был практически готов. И мы решили дать ему имя. Многие знают, что основной причал на Соловках носит название Тамарин, есть еще и Варварин причал на Долгой губе. А мы решили подарить причал на день рождения Ирине Митиной, которая в тот год работала на кухне. И назвали его Иринин причал. На верхнем бревне с правой стороны вырезали название и позвали Ирину: вот смотри. Сначала она ничего не могла понять, в чем дело, а когда заметила название..., далее одни эмоции. И по завершении настила на причале хозяйка лично внесла заключительный вклад в сооружение, отпилив торчащие концы досок.

Была еще небольшая работа по созданию в церкви конструкцию для пола из бруса. И, по-прежнему: уборка мусора с вывозом его на подсыпку дорог, мостки на дорогах, гаи.

В итоге, за три года в Троицкой губе были выполнены противоаварийные работы, создана инфраструктура для дальнейших работ на острове. Но это уже не наша история...

*И.В. Митин* — доцент кафедры общей физики,  
на Соловках с 1975 года



## ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИК ОТТО ЮЛЬЕВИЧ ШМИДТ

К 85-летию физического факультета

Отто Юльевич Шмидт — профессор нашего университета с 1924 года, основатель и заведующий кафедрой высшей алгебры в 1929–1948 гг. на мехмате заведовал отделением геофизики в 1951–1956 годах.



Герой Советского союза, награжден орденом Ленина (дважды), орденом Трудового Красного Знамени (дважды).

1 сентября 1953 года Отто Юльевич прочел первую лекцию по физике в новом здании физического факультета.

Будучи непревзойденным ученым, он известен важными достижениями в нескольких различных областях науки.

Однако одним из самых значимых и славных его достижений — организация беспримерного подвига, совершенного экипажем и пассажирами парохода «Челюскин».

2 августа 1933 года пароход «Челюскин» был отправлен по Северному морскому пути в целях проверки возможности прохождения транспортных судов по Ледовитому океану за одну летнюю навигацию. В особенно трудных местах предполагалась помощь ледокола «Красин», который так и не смог выйти в море.





Благодаря удачному дрейфу со льдами «Челюскин» достиг Берингова пролива, но не смог выйти в Тихий океан, и был втянут течением и ветром обратно в Чукотское море. Ситуация была крайне напряженной, выбраться из льдов самостоятельно не представлялось возможным. Также была велика вероятность аварии, поэтому экипаж заранее готовился к высадке на льды. 13 февраля 1934 года пароход был окончательно заблокирован и раздавлен льдами. При эвакуации последними с парохода сходили Отто Юльевич Шмидт и Владимир Иванович Воронин, капитан судна.

В результате аварии 104 человека оказались запертыми во льдах на протяжении двух месяцев. Весь подвиг челюскинцев заключался в том, что они не потеряли духа, не потеряли человеческий облик. Очень важным было то, что связь с материком не была потеряна, ее осуществлял радист Э. Кренкель. Ключевую роль в устройстве жизни на льдине сыграл О. Ю. Шмидт. Он организовал постройку лагеря и аэродрома (необходимые материалы были взяты с судна при эвакуации). Помимо организации труда, Шмидт занялся просветительской деятельностью – издавал газету и читал лекции по вечерам. Темы лекций были настолько же разнообразны, насколько разнообразны были увлечения лектора, начиная от естественнонаучных тем и заканчивая литературой. Благодаря стараниям О. Ю. Шмидта дисциплина и бодрость духа сохранялась у челюскинцев вплоть до самой эвакуации, которая проводилась с помощью авиации.



Первый рейс был предпринят 5 марта, летчик Анатолий Ляпидевский снял с льдины 10 женщин и 2-х детей. Следующий рейс состоялся только 7 апреля. Всего было предпринято 23 рейса.



Для Отто Юльевича Шмидта 2 месяца на льдине не прошли бесследно, он заболел пневмонией. Но несмотря на это, он не оставил поста руководителя и управлял всеми делами лежа в палатке. Эвакуироваться в числе первых он тоже отказался, считая, что начальник должен улететь последним. Но распоряжение правительства вынудило его вылететь в американский госпиталь на Аляске.



19 июня 1934 года в Москве участникам экспедиции была устроена торжественная встреча с правительством и жителями. Все челюскинцы были награждены Орденами Красной звезды, за исключением 2-х детей, а летчики проводившие эвакуацию получили первыми в СССР звание Героев Советского Союза.



Студент 4 курса кафедры физики моря и вод суши *Шлычков В. С.*



## О ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕРВОГО НЕ-НЕ ЛАЗЕРА

К 85-летию физического факультета

В Рязанском научно-исследовательском институте газоразрядных приборов при входе в отдел, руководимый Евгением Петровичем Остапченко, висел плакат. На нем огромными буквами было написано: “Заказчику надо дать не то, что он хочет, а то, что ему нужно”. Лозунг провисел несколько лет и был снят по указанию министра электронной промышленности А. И. Шокина, которому он попался на глаза и почему-то не понравился. Институт располагался в том самом помещении, которое, по словам А.И. Солженицына, власти попросту отобрали у техникума.

В начале шестидесятых годов (1962–1964 г.) в отделе Евгения Остапченко стали заниматься разработкой промышленных образцов гелий-неоновых лазеров, совсем еще недавно созданных учеными. Опыта создания технической новинки ни у начальника, ни у его подчиненных не было.

Отрядили двух наиболее активных инженеров и послали их в Москву найти хоть какую-нибудь литературу. Расторопные молодые люди пошли в отдел технической документации своего министерства, куда стекались иностранные научные журналы. Там, среди новых поступлений они нашли несколько статей по интересовавшему их вопросу. Одарив сотрудниц отдела коробками специально прихваченных с собой конфет, инженеры получили у них без всяких проволочек под честное слово интересующие их журналы, с которых в институте тотчас сделали фотокопии.

Журнальная информация оказалась крайне полезной. Пользуясь ей, в институте быстро создали лазер. При его включении из газоразрядной трубки вырывался красный луч света. Радость сотрудников была неописуемой. По случаю успеха событие тут же традиционно “обмыли”, и все разошлись по домам.

Утром снова включили прибор, разряд в трубке загорелся, а красный луч из нее не появился. Все попытки получить его оказались безуспешными. Сделали новую трубку. Снова получили излучение, а утром тот же результат — луч исчез. И так несколько раз. Ну, что могло прийти в голову инженерам режимного предприятия шестидесятых годов? Конечно же, вредительство! Установили круглосуточное дежурство сотрудников, чтобы поймать злоумышленника, похищавшего ночью красный свет. Прямо как в сказке о жар-птице. А результат тот же. Подключился и спецотдел института, но и бдительным чекистам не удалось обнаружить



ничего подозрительного. Вечером выключали работающий прибор, утром он не работал.

Пришлось обратиться к специалистам. Вызвали из Москвы старого профессора Бориса Николаевича Клярфельда<sup>1</sup>. Тот сразу нашел, в чем дело, поставил диагноз и выписал лекарство. Оказалось, что разработчики не снабжали разрядные трубки специальным поглотителем загрязнений – геттером, и в них за ночь наряду с гелием и неоном появлялся воздух. Выделяясь со стенок трубок, он и ликвидировал генерацию лазерного луча. “Поместите в трубке геттер, и прибор заработает”, — сказал профессор. Так оно и вышло.

*УФН, 1974, т.112, вып.4 с. 729-730.*

*Ведущий научный сотрудник Б. Швилкин*

*Литературная газета. № 46. 14.11.2001.*

## **К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА АНАТОЛЬЕВИЧА КУЛЬБАЧИНСКОГО: ТЕРМОЭЛЕКТРИКИ, ОНИ ЖЕ «ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗОЛЯТОРЫ»**

Заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова В.А. Кульбачинский является выдающимся специалистом в области физики конденсированного состояния, физики наносистем и низких температур. Им опубликовано более 500 статей, которые имеют международное признание. Одно из научных направлений – исследование термоэлектрических материалов, которые в последнее время получили название «топологические изоляторы».

Расширение сфер применения электричества заставляет человечество тратить все больше ресурсов на поиск новых источников энергии. Одним из важных этапов прогресса в истории стало освоение материа-

---

<sup>1</sup> Борис Николаевич Клярфельд (1904-1973) – выпускник физико-математического факультета МГУ 1923 года, доктор наук с 1939 года, профессор с 1940, заведующий лабораторией ВЭИ имени В.И. Ленина с 1932 г. Награжден орденами Ленина, Трудового Красного знамени. Область научных интересов – физика газового разряда. Основные работы связаны с изучением физики низкотемпературной плазмы. Ему принадлежит приоритет в широком применении зондового метода диагностики плазмы. В годы Великой Отечественной войны под его руководством велись важные оборонные работы.



лов, обладающих термоэлектрическими свойствами и осуществляющих превращение тепловой энергии в электрическую. Протога и технический комфорт (отсутствие движущихся и изнашивающихся частей, возможность создания устройств микро/нано размеров) данных материалов повлияла на их широкое использование в различных сферах жизни: от портативных холодильников и кулеров для напитков до охладителей электронных узлов и энергообеспечения космических аппаратов.

Существенным недостатком термоэлектрических преобразователей является недостаточно высокая эффективность известных материалов, что заставляет использовать в промышленных термоэлектрических устройствах достаточно сложные материалы и технологии. Поиск путей увеличения термоэлектрической эффективности  $Z$  имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение.

Для полупроводника с одним типом носителей заряда термоэлектрическая эффективность определяется выражением  $Z = S^2 \sigma / k$ , где  $\sigma$  и  $k$  — соответ-

ственно электро- и теплопроводность,  $S$  — коэффициент Зеебека. Из этого соотношения видно, что  $Z$  материала тем выше, чем больше его коэффициент Зеебека, больше его электропроводность и меньше теплопроводность. Часто используется безразмерный коэффициент термоэлектрической эффективности  $ZT$ .

История развития термоэлектрических преобразователей насчитывает множество идей по увеличению термоэлектрической эффективности  $Z$  за счёт изменения вышеперечисленных величин. Это, например, легирование полупроводниковых материалов, использование наноструктурирования, что приводит к дополнительному рассеянию фононов на границах и понижению кристаллической теплопроводности; создание композитов с пониженной теплопроводностью, использование однофазных материалы с узкими запрещенными зонами, тяжелых элементов, точечных дефектов, созданных при получении твердых растворов; наноструктурирование многофазных систем и т.д.

Полупроводниковые материалы на основе теллуридов и селенидов висмута и сурьмы в настоящее время являются самыми эффективными при комнатной температуре термоэлектриками. Одним из путей получе-





ния оптимальных величин параметров термоэлектрической эффективности  $Z$  является введение различных легирующих примесей. Твердые растворы висмута и сурьмы  $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$  представляют особый интерес, так как именно в них наблюдаются максимальные значения термоэффективности  $Z$ , и для технических приложений используются именно они.

**Ферромагнетизм.** Впервые ферромагнетизм в разбавленных магнитных полупроводниках на основе теллуридов висмута был обнаружен В.А. Кульбачинским в  $p\text{-Bi}_2\text{Te}_3(\text{Fe})$  – рис. 1. Установлено что, как и в соединениях  $(\text{GaMn})\text{As}$  и  $(\text{InMn})\text{As}$  ферромагнетизм в теллуридах висмута и сурьмы наблюдается только при  $p$ -типе проводимости. В теллуридах висмута и сурьмы при ферромагнитном переходе может наблюдаться скачок сопротивления, отрицательное магнетосопротивление, аналогично структурам с марганцем на основе арсенида галлия. При температуре выше температуры перехода в ферромагнитное состояние существует рассеяние на магнитных моментах с переворотом спина. При переходе в ферромагнитное состояние это рассеяние исчезает, и сопротивление скачком понижается.

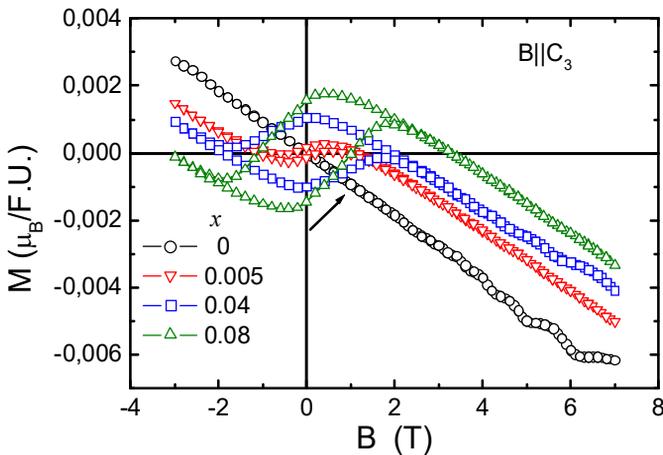


Рис. 1 Зависимость намагниченности  $M$  вдоль оси  $C_3$  (перпендикулярно слоям кристалла) от магнитного поля при  $T=2$  К для образцов  $\text{Bi}_{2-x}\text{Fe}_x\text{Te}_3$

**Топологические изоляторы.** Интерес к изучению свойств соединений на основе теллуридов и селенидов висмута и сурьмы с магнитной примесью вызывается целым рядом причин. **Во-первых**, эти полупроводники обладают высокой термоэлектрической эффективностью и широко используются в термоэлектрических преобразователях, холодильниках и иных термоэлектрических устройствах при комнатных температурах, ко-



гда они обладают наилучшими термоэлектрическими свойствами. **В-вторых**, хотя эти полупроводники слоистые и обладают анизотропией физических свойств, они все же являются объемными и при легировании магнитной примесью являются равновесными разбавленными магнитными полупроводниками. Это обстоятельство расширяет возможности их экспериментального исследования по сравнению с пленками. **В-третьих**, при введении в теллуриды висмута и сурьмы таких примесей, как Cr, V, Mn, Ti, достигается высокая однородность образцов и на данных рентгеновской дифракции порошка не наблюдается присутствие интерметаллической второй фазы, причем микроанализ показывает, что атомы примеси равномерно распределены по объему образца. Отметим, что в случае, например, Mn объем элементарной ячейки уменьшается с увеличением содержания марганца, что свидетельствует о том, что большая часть атомов примеси замещает висмут или сурьму в узлах решетки, а не внедряется в междоузлия. То же самое наблюдается и при легировании железом. **В-четвертых**, оказалось, что легирование магнитной примесью сильно влияет на свойства теллуридов и селенидов, как топологических изоляторов. Причем в данном случае важно объемное это или поверхностное легирование.

Первыми экспериментально открытыми топологическими изоляторами стали сплавы  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  в полупроводниковой области. Такие же поверхностные состояния были открыты в теллуридах и селенидах висмута и сурьмы:  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ .

Топологический изолятор – это диэлектрик, на поверхности которого возникает металлическое состояние. Проводящие свойства поверхности являются следствием сильного спин-орбитального взаимодействия, которое приводит к возникновению спин-расщепленных топологических поверхностных состояний с дисперсией так называемого дираковского типа, то есть линейной зависимостью энергии от импульса. Обычно зависимость энергии  $E$  от импульса  $p$  характеризуется квадратичным законом  $E=p^2/2m$ . Поверхностные состояния защищены симметрией обращения времени от рассеяния на дефектах, то есть электроны в этих состояниях могут двигаться вдоль поверхности объемного материала почти без потери энергии. В обычных материалах даже малые возмущения (неровности рельефа поверхности или примеси) приводят к образованию запрещенной зоны для поверхностных состояний, и поверхность перестает быть проводящей, поскольку уровень Ферми оказывается в запрещенной зоне. В топологических изоляторах поверхностные состояния гораздо более устойчивы, поскольку описывающий их гамильтониан инвариантен по отношению к малым возмущениям. Электроны ведут себя как безмассо-



вые частицы и характеризуются линейной зависимостью энергии от импульса:  $E = \hbar k v_F$ , где  $v_F$  – фермиевская скорость электронов.

Таким образом, в объеме материал имеет запрещенную зону и не проводит при низких температурах, если нет легирования, а на поверхности имеются состояния, обеспечивающие поверхностную проводимость. Поверхностные состояния внутри объемной запрещенной зоны с линейным законом дисперсии как в графене легко наблюдаются с помощью фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES) (рис. 2 а для  $Bi_2Se_3$ ).

а

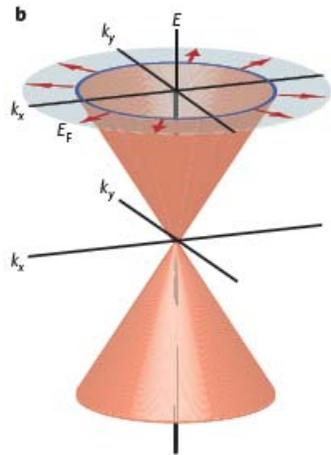
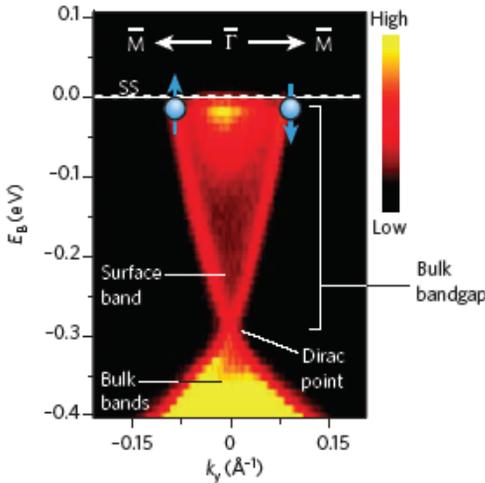


Рис. 2. а — Электронная структура  $Bi_2Se_3$ , полученная ARPES. б — теоретически идеализированная электронная структура  $Bi_2Se_3$ , показывающая спины электронов с энергией  $E$  при его движении по поверхности Ферми с энергией  $E_F$ .

Энергия электрона  $E_B$  отложена от волнового вектора  $k_y$ . Светлые области (красные и желтые) показывают ненулевую плотность состояний в энергетической щели объемного полупроводника. В центре зоны Бриллюэна (точка  $\Gamma$ ) поверхностные зоны дают одну точку Дирака, что и доказывает, что этот материал является топологическим изолятором. Точки  $M$  показывают центры краев зоны Бриллюэна. Путь из центра к краю показан белыми стрелками. Направления спинов электрона показаны синими стрелками. Спины электронов на дираковском конусе связаны с их импульсом, как показано на рис. 2б. Если удастся открыть щель для поверхностных электронов, то возможно получить необычные магнитные свойства материала, например, магнитный монополю.

Основная проблема в теллуридах и селенидах висмута и сурьмы – большая объемная концентрация электронов или дырок, что полностью маскирует поверхностную проводимость. Легирование этих материалов – один из путей решения проблемы, а легирование магнитной примесью позволяет не только изменять концентрацию носителей тока в объеме, но и изменять магнитные свойства. В работах В.А. Кульбачинского с соавторами была выращена и исследована серия образцов монокристаллов теллурида висмута с последовательным увеличением концентрации железа. Наблюдалось изменение магнитного взаимодействия от ферромагнитного к антиферромагнитному с парамагнитным поведением для топологического изолятора. При этом возможно открытие щели в дираковском спектре на рис. 3b как показано на рис. 3 для  $\text{Fe}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$  ( $x=0; 0.025; 0,1$ ).

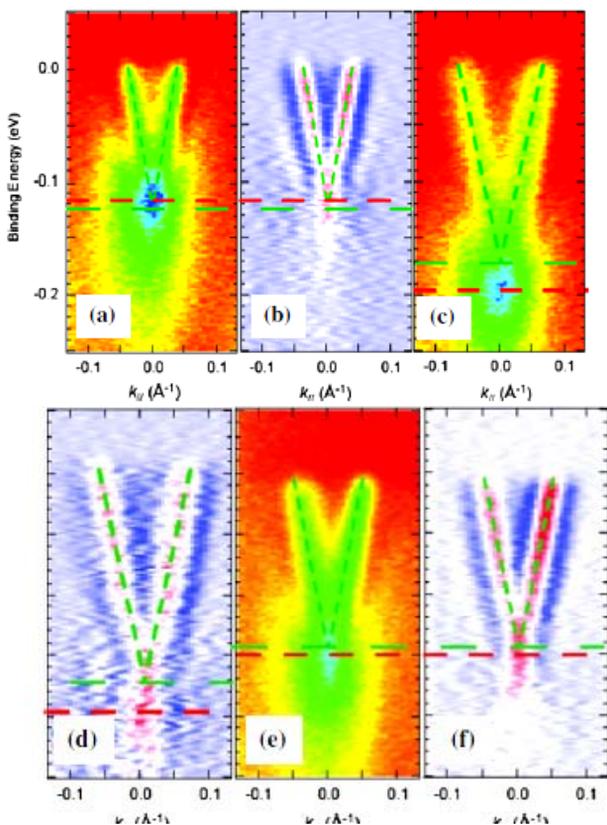


Рис. 3 Энергия связи электронов в (a)  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , (c)  $\text{Fe}_{0.025}\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , and (e)  $\text{Fe}_{0.1}\text{Bi}_2\text{Te}_3$  вдоль линии Г-М. Штриховая линия – подгонка из кривых распределения импульсов электронов. (b), (d), и (f) вторые производные кривых (a), (c), (e)



Была построена магнитная фазовая диаграмма топологического изолятора, которая приведена на рис. 4. Показано, что объемное легирование магнитной примесью очень эффективно для получения топологического изолятора с Ферми энергией внутри запрещенной зоны объемного материала. Для образцов  $\text{Fe}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$  с  $x=0; 0.125, 0.05, \text{ и } 0.1$  зависимости магнитной восприимчивости от температуры в области высоких температур подчиняются закону Кюри-Вейса. Это область парамагнетизма.

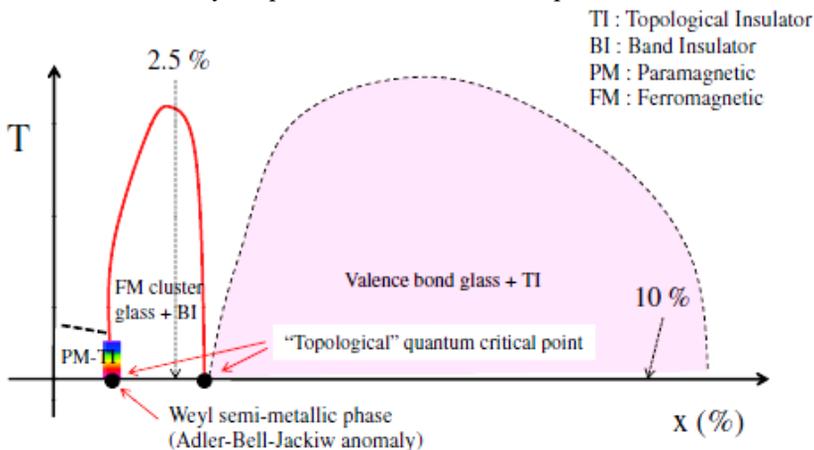


Рис. 4 Фазовая диаграмма и топологические фазовые переходы  $\text{Fe}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$ .

Характерные для топологических изоляторов большое магнетосопротивление и аномальный эффект Холла для образца  $\text{Fe}_{0.025}\text{Bi}_2\text{Te}_3$  уже не наблюдаются, что указывает на открытие щели в дираковском спектре. Это подтверждается прямыми измерениями ARPES (рис. 3). Интересно отметить, что образцы  $\text{Fe}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$  с  $x=0.05$  и  $0.1$  проявляют такие же транспортные свойства, как и нелегированный  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , в котором нет ферромагнетизма. Более того, в образце  $\text{Fe}_{0.1}\text{Bi}_2\text{Te}_3$  не удастся наблюдать щель в спектре, то есть она закрывается. Таким образом, наблюдается возвратное поведение, нетривиальное в топологических изоляторах. Такое загадочное поведение объясняется изменением знака обменного взаимодействия в районе  $x=0.025$ , при превышении которого доминируют антиферромагнитные взаимодействия. Это приводит к похожему на спиновое стекло поведению. Все вышесказанное просуммировано на рис. 4.

Теллуриды висмута и сурьмы как разбавленные магнитные полупроводники, имеют целый ряд особенностей физических свойств. Обменное непрямоe взаимодействие магнитных моментов примеси приво-

дит к изменению оптических, гальваномагнитных и магнитных свойств исходного полупроводника. В этих полупроводниках магнитные ионы находятся в диамагнитной матрице  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  или  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ , соответственно. Для магнитных свойств разбавленных магнитных полупроводников на основе теллуридов висмута и сурьмы характерна магнитная анизотропия, ось легкого намагничивания параллельна кристаллографической оси  $C_3$  кристалла (перпендикулярно слоям).

**Сверхпроводимость.** В топологических изоляторах была предсказана необычная сверхпроводимость. В этом случае даже предполагается создание на их основе топологических квантовых компьютеров с майорановскими фермионами – квазичастицами с неабелевской статистикой. Действительно, В.А. Кульбачинскому с соавторами удалось наблюдать экспериментально в метастабильной фазе  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  слабую сверхпроводимость в области сверхнизких температур, с малыми критическими токами – рис. 5.

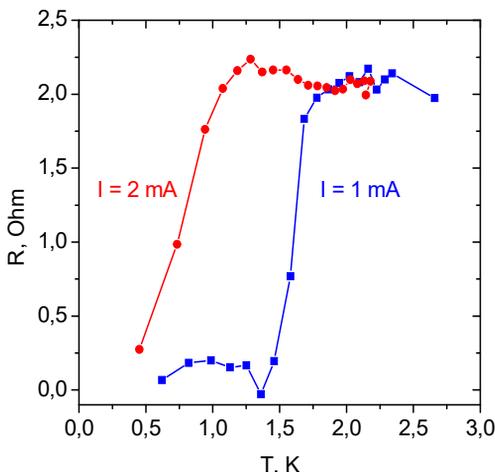


Рис. 5 Сдвиг сверхпроводящего перехода в  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  при увеличении тока от 1 мА до 2 мА.

**Примесная зона.** В.А. Кульбачинским было открыто существование примесной зоны в топологических изоляторах  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ . Увеличение плотности состояний может возникнуть, если валентная зона или зона проводимости пересекаются с резонансным уровнем примесных атомов в полупроводнике. В качестве примера можно привести  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , легированный оловом. В энергетическом спектре кристалла  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  имеются две валентные зоны (легких и тяжелых дырок) и две зоны проводимости (см. рис. 1-2.2). В  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , легированном оловом, на фоне разрешенных состояний зоны тяжелых дырок появляется примесная зона. Наличие резонансной

примесной зоны приводит к существенному увеличению термоЭДС. Образец  $\text{Bi}_{2-x}\text{Sn}_x\text{Te}_3$  с  $x=0,015$  имеет коэффициент Зеебека вдвое больше, чем у образцов с той же концентрацией дырок  $p$ , но не легированных оловом.

**Наноккомпозиты.** В композитах или наноструктурах было продемонстрировано существенное увеличение термоэлектрической эффективности. Основной целью и эффектом наноструктурирования является управление термоэлектрической эффективностью за счет создания условий для эффекта блокирования фононов и пропускания электронов с одной стороны (в композитах), и использование сильной зависимости плотности состояний от энергии с другой стороны (в наноструктурах). Отметим здесь также очень интересную и реализованную практически В.А. Кульбачинским с соавторами идею создания наноккомпозита теллурида с фуллереном  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{C}_{60}$ . В этом наноккомпозите наночастицы термоэлектрика  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$  покрываются монослоем фуллерена  $\text{C}_{60}$ , что эффективно понижает теплопроводность, но практически не влияет на электропроводность, увеличивает коэффициент Зеебека, что приводит, в конечном счете, к повышению термоэлектрической эффективности  $ZT$ . Все величины в зависимости от концентрации фуллерена приводятся на рис. 6.

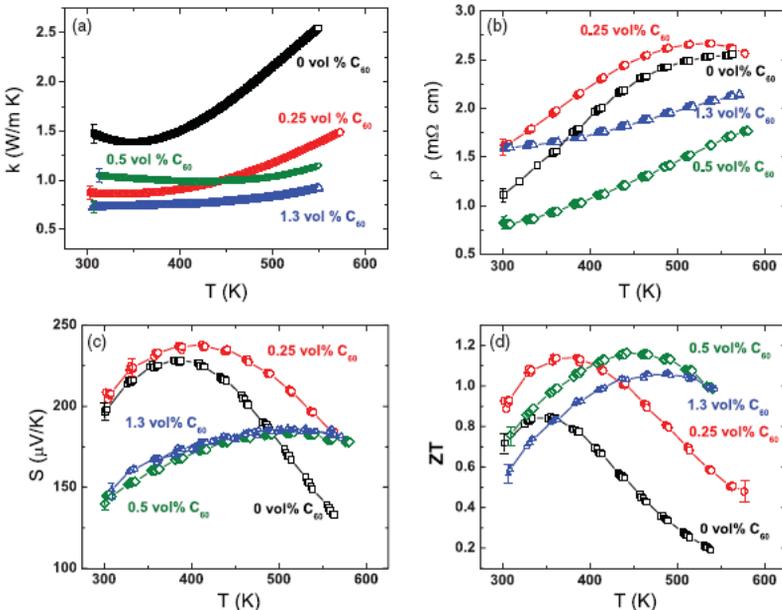


Рис. 6 Температурные зависимости теплопроводности  $k$  (а), сопротивления  $\rho$  (б), коэффициента Зеебека  $S$  (с) и безразмерной термоэлектрической эффективности  $ZT$  (д) наноккомпозитов  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{C}_{60}$  при разном содержании  $\text{C}_{60}$

Высокие значения термоэлектрической эффективности в наноструктурах позволяют создавать на одном каскаде охлаждающее устройство с высоким перепадом температур. Один термоэлемент с объемным твердым раствором  $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Se,Te})_3$  в одной ветви и металлом во второй позволяет получить перепад температур около 40 К. Объемный твердый раствор  $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Se,Te})_3$  р- и п-типов дает перепад температур до 70 К. Сверхрешетка квантовых точек  $\text{PbSeTe/PbTe}$  в обеих ветвях показывает рекордные значения перепада температур более 100 К.

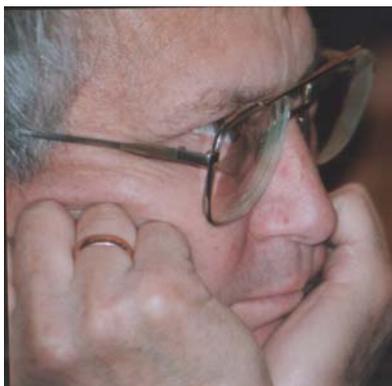
Повышение термоэлектрической эффективности в наноструктурах связано с особенностями плотности состояний в низкоразмерных системах. Так, пленочные наноструктуры с квантовыми точками показывают существенное увеличение термоэлектрической эффективности ZT.

Таким образом, как показано в этой краткой заметке, создание, разработка и исследование свойств новых материалов является одним из направлений деятельности профессора В.А. Кульбачинского и его научной группы.

Кроме научной деятельности В.А. Кульбачинский является рецензентом ведущих международных журналов по физике по своей специальности. За эту деятельность Институтом Физики (IOP, England) ему присужден специальный диплом.

Зав. кафедрой физики низких температур и сверхпроводимости  
профессор *А.Н. Васильев*

## КОВАЛЕВСКОМУ -75!



5 апреля исполнилось 75 лет Владимиру Леонидовичу Ковалевскому.

Вся трудовая жизнь Владимира Леонидовича связана с факультетом. Многим сотрудникам физфака он знаком как заведующий аспирантурой, начальник курса, заведующий учебной частью. Студентам, аспирантам многих выпусков он запомнился как чуткий, внимательный и требовательный начальник.



Научная работа не мешала и не мешает Владимиру Леонидовичу активно участвовать в общественной жизни. Он работал в комсомоле, в стройотрядах.

25 лет он работает в редакции газеты «Советский физик». В каждом выпуске газеты за этот период есть доля его труда.

Владимир Леонидович не чурается мелкой текущей работы. «Кто будет ее делать, если не сделаю я?» — такова его позиция. Но в текучке дел он не теряет ориентиров, не меняет курса.

Владимир Леонидович равнодушный человек, до всего у него есть дело, у него всегда можно найти дельный совет, поддержку и помощь.

Товарищи по работе в редакции «Советского физика», друзья по работе, коллеги от всей души поздравляют Владимира Леонидовича с юбилеем и желают юбилею здоровья, всего самого наилучшего.

Так держать, Владимир Леонидович!

## АНРИ АМВРОСЬЕВИЧ РУХАДЗЕ

(9 июля 1930 года – 7 марта 2018 года)

7 марта 2018 года на 88 году жизни скончался выдающийся ученый в области физики плазмы, дважды лауреат Государственных премий СССР, лауреат премии имени М.В.Ломоносова МГУ, доктор физико-математических наук, профессор Анри Амвросьевич Рухадзе. Он родился в Тбилиси, где в 1948 г. закончил с золотой медалью среднюю школу. В том же году поступил на физико-технический факультет Московского государственного университета. В 1951 г., в связи с реорганизацией физико-технического факультета МГУ, был переведен в Московский инженерно-физический институт, который закончил с отличием в 1954 г. Свою научную деятельность А.А.Рухадзе начал в Физическом институте им. П.Н.Лебедева под руко-





водством академика И.Е.Тамма в области мезодинамики – теории дейтрона с векторным взаимодействием в приближении Тамма-Данкова. Анри Амвросьевичу впервые в мире удалось построить полностью перенормируемую теорию дейтрона. В 1958 г. А.А.Рухадзе защитил кандидатскую диссертацию, а в 1964 г. – докторскую.

С начала 60-х гг. прошлого века имя А.А.Рухадзе неразрывно связано с электродинамикой материальных сред, физикой плазмы и плазменной электроникой.

В работах Анри Амвросьевича (совместно с В.П.Силиным) впервые сформулированы общие основы электродинамики плазмopodobных сред с пространственной дисперсией. По результатам этих работ была написана монография В.П.Силин, А.А.Рухадзе «Электромагнитные свойства плазмы и плазмopodobных сред» (М.: Атомиздат, 1961). В соавторстве с А.Ф.Александровым и Л.С.Богданкевич им написан учебник «Основы электродинамики плазмы» (М.: Высшая школа, 1978, 1988). За второе издание этого учебника коллектив авторов был удостоен Государственной премии СССР 1991 г. Крупный вклад А.А.Рухадзе внес в теорию колебаний и устойчивости неравновесной и неоднородной плазмы. Совместно с В.П.Силиным им была развита асимптотическая теория колебаний неоднородных сред и сформулированы «правила квантования» для определения спектров колебаний и анализа их устойчивости. Результаты этих исследований вошли в монографии: В.Л.Гинзбург, А.А.Рухадзе «Волны в магнитоактивной плазме» (М.: Наука, 1970, 1975) и А.Ф.Александров, Л.С.Богданкевич, А.А.Рухадзе «Колебания и волны в плазменных средах» (М.: Изд-во МГУ, 1990). Эти книги давно стали настольными для всех, кто занимается изучением плазмы и переведены на многие языки мира.

А.А.Рухадзе по праву считается создателем релятивистской плазменной СВЧ-электроники и известной в мире школы (более 65 кандидатов и 30 докторов наук) в этой области науки. Им совместно с учениками-теоретиками и экспериментаторами были развиты не только теоретические основы этой области науки, но и реализованы уникальные плазменные источники когерентного электромагнитного излучения. За цикл работ по релятивистской СВЧ-электронике А.А.Рухадзе, А.Ф.Александрову и В.И.Канавцу в 1989 г. была присуждена Ломоносовская премия 1-й степени МГУ. Работы А.А.Рухадзе в этой области обобщены в монографиях: А.А.Рухадзе, Л.С.Богданкевич, В.Г.Рухлин, С.Е.Росинский «Физика сильноточных релятивистских электронных пучков» (М.: Атом-



издат, 1980), М.В.Кузелев, А.А.Рухадзе «Электродинамика плотных электронных пучков в плазме» (М: Наука, 1990), М.В.Кузелев, А.А.Рухадзе, П.С.Стрелков «Плазменная релятивистская СВЧ электроника». Эти книги также были переведены на многие языки мира.

Анри Амвросьевичем были заложены основы новой области физики газового разряда – физики разряда в излучающей плазме. Им сформулированы условия трансформации большой доли электрической энергии, вкладываемой в газовый разряд, в оптическое излучение в широкой области спектра. На основе развитой теории таких разрядов были созданы эффективные газоразрядные источники света для энергетической накачки мощных газовых лазеров. За эти работы А.А.Рухадзе, в коллективе соавторов, был награжден в 1981 г. Государственной премией СССР. По результатам этих работ выпущена монография А.Ф.Александров, А.А.Рухадзе «Физика сильноточных источников света» (М.: Атомиздат, 1976).

А.А.Рухадзе – автор более 600 научных работ, в том числе более 60 обзоров и 14 монографий. За плодотворную научно-педагогическую и активную общественную работу А.А.Рухадзе награжден орденами «Трудового Красного Знамени» и «Знак Почета», медалью «За трудовую доблесть». В 1999 г. А.А.Рухадзе избран почетным доктором Софийского университета им. святого Климента Охридского, в 2009 г. – почетным доктором Института теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова Национальной академии наук Украины, в 2012 году – иностранным членом Национальной академии наук республики Грузия.

Вся научная жизнь Анри Амвросьевича была связана с Физическим институтом им. П.Н.Лебедева, а впоследствии и с Институтом общей физики. В 1988 г. А.А.Рухадзе основал и в течение ряда лет руководил теоретическим отделом института. На физическом факультете МГУ Анри Амвросьевич начал работать с 1966 года и в течение нескольких десятилетий возглавлял теоретические исследования по физике плазмы на кафедре физической электроники. Многие работы были тесно связаны с экспериментальными исследованиями, проводившимися на кафедре. Кроме упомянутых выше направлений СВЧ электроники и физики газового разряда в излучающей плазме в работах А.А.Рухадзе в соавторстве с сотрудниками, аспирантами и студентами кафедры была развита линейная и нелинейная теория ионно-звуковой неустойчивости разряда в электрическом поле, исследовались нелинейные резонансы при воздействии ВЧ излучения на плазму, построена теория ВЧ разряда, возбуждаемого за



счет индуктивного и емкостного каналов при учете различных механизмов диссипации энергии поля в плазме разряда, рассматривались задачи инжекции релятивистских электронных пучков в плазму и ряд других. Анри Амвросьевич – был изумительный лектор и педагог. Им прочитаны курсы лекций по электродинамике плазмы, теории волн и неустойчивостей в плазме, изданы совместно с А.Ф.Александровым учебники для студентов кафедры физической электроники «Лекции по электродинамике плазмподобных сред» (часть I – равновесные среды и часть II – неравновесные среды), а также «Методы теории волн в средах с дисперсией» совместно с М.В.Кузелевым, читающим этот курс. Последняя книга переведена на английский язык.

Коллектив кафедры, друзья, коллеги и ученики глубоко скорбят о невозможной утрате.



## СОДЕРЖАНИЕ

Поздравление декана физического факультета профессора Н.Н. Сысоева с Днем Победы.....	2
Что помнит мир спасенный?.....	3
МГУ занял 27 место в рейтинге QS World University Rankings by Subject по направлению «Физика и астрономия» .....	16
Сотрудничество со школами – путь к повышению популярности факультета .....	18
Как научить делать науку?.....	25
Изучение взаимодействия Дзялошинского-Мории в изоструктурных соединениях переходных металлов.....	27
Соловецкому реставрационному отряду физфака МГУ — 50 лет!.....	34
Заведующий отделением геофизики академик Отто Юльевич Шмидт ....	44
О производстве первого He-Ne лазера.....	47
К юбилею Владимира Анатольевича Кульбачинского: Термоэлектрики, они же «топологические изоляторы» .....	48
Ковалевскому -75!.....	57
Анри Амвросьевич Рухадзе .....	58



**Главный редактор К.В. Показеев**

**Электронный вариант газеты  
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»  
смотрите на сайте факультета, страница  
<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys>**

**Ваши замечания и пожелания просьба отправлять по адресу  
[sea@phys.msu.ru](mailto:sea@phys.msu.ru)**

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. 25.04. 2018.

Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 60 экз.

**Отпечатано в Отделе оперативной печати  
физического факультета МГУ**