СОВЕТ

ДОРОГИЕ ВЫПУСКНИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА!

ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС С ОКОНЧАНИЕМ УНИВЕРСИТЕТА!
ПОЗАДИ НЕЛЕГКИЕ ГОДЫ УЧЕБЫ, И МЫ ГОРДИМСЯ ВАМИ, РЕЗУЛЬТАТОМ НАШЕЙ РАБОТЫ — СПЕЦИАЛИСТАМИ ВЫСШЕГО УРОВНЯ, КОТОРЫХ С РАДОСТЬЮ ПРИМУТ В СВОИ КОЛЛЕКТИВЫ ВЕДУЩИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИНСТИТУТЫ, ВУЗЫ И ФИРМЫ СТРАНЫ И ЗАРУБЕЖЬЯ.
С ЧЕСТЬЮ И ДОСТОИНСТВОМ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЗНАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ В УНИВЕРСИТЕТЕ, ВЕДЬ ЗВАНИЕ ВЫПУСКНИКА МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА КО МНОГОМУ ОБЯЗЫВАЕТ.
ВЫ — ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭЛИТА РОССИИ, ВЫ — МОЛОДЫЕ, ТАЛАНТЛИВЫЕ, ЭНЕРГИЧНЫЕ — ДОЛЖНЫ ВНЕСТИ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ВКЛАД В БУДУЩЕЕ НАШЕЙ СТРАНЫ.
ЖЕЛАЮ ВАМ БЫТЬ ДОСТОЙНЫМИ СЛАВЫ НАШЕГО УНИВЕРСИТЕТА.
УВЕРЕН, ЧТО ГОДЫ УЧЕБЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ВЫ БУДИТЕ ВСПОМИНАТЬ С ТЕПЛОТОЙ И НОСТАЛЬГИЕЙ — ВЕДЬ СТУДЕНЧЕСКАЯ ПОРА ДЛЯ ПОДАВЛЯЮЩЕГО БОЛЬШИНСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ ЗАПОМИНАЕТСЯ КАК ЛУЧШАЯ ПОРА В ЖИЗНИ.
ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС, ВАШИХ РОДИТЕЛЕЙ, ВАШИХ РОДНЫХ И БЛИЗКИХ С ЭТИМ ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫМ ДНЕМ — ОКОНЧАНИЕМ ЛУЧШЕГО ВУЗОВ РОССИИ.
ЗДОРОВЬЯ, СЧАСТЬЯ, РАДОСТИ И ЛЮБВИ, УСПЕХОВ В НАУКЕ И ТРУДЕ, РЕАЛИЗАЦИИ ВАШИХ ТАЛАНТОВ И ВОПЛОЩЕНИЯ САМЫХ СМЕЛЫХ ПЛАНОВ.
СЧАСТЛИВОГО ВАМ ПУТИ, ДОРОГИЕ НАШИ ВЫПУСКНИКИ!

ДЕКАН ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПРОФЕССОР Н.Н. СЫСОЕВ

Современные астрономические наблюдения

В основе современной астрономии лежит эксперимент, но эксперимент особенный. В отличие от физики, химии и ряда других экспериментальных наук, где исследователи имеют возможность ставить опыты и многократно повторять их, астрономы могут только наблюдать со стороны то, что происходит на небе, и регистрировать эти явления тем или иным способом. Поэтому каждый результат астрономических наблюдений по-своему уникален, неповторим, и современные представления о физике звезд, их рождении и эволюции, о строении и динамике звездных скоплений и галактик, о космологических свойствах Вселенной являются плодом многолетнего накопления и комплексного анализа всевозможных наблюдательных данных — астрометрических, фотометрических, спектральных — полученных с помощью наземных и космических телескопов. Как известно, диапазон спектра электромагнитного излучения различных космических объектов чрезвычайно широк: от декаметровых радиоволн до жесткого гамма–излучения с длиной волны порядка 10^{-13} м, это примерно 48 октав, если перевести на язык музыки. «Окна пропускания» космических излучений земной атмосферой не в пример уже. Это оптический и частично ближний ИК-диапазон (длины волн примерно от 350 нм до 15 мкм) и радиодиапазон от 10 см до 30 м — всего не более 4–5 октав. Значит, «музыка» Вселенной на самом деле гораздо богаче оттенками и разнообразнее «инструментами», чем это представляется нам, земным наблюдателям. Выход астрономии в космос — а за всю космическую эру было успешно реализовано более 120 крупных научных астрономических проектов — радикально изменил существо астрономии: она стала всеволновой наукой. Благодаря продолжающейся успешной работе космических гамма– и рентгеновских обсерваторий, таких как XMM-Newton, INTEGRAL, SWIFT, AGILE, GLAST, бурное развитие получила новая отрасль астрономии — астрофизика высоких энергий, изучающая космические процессы, энергетика которых достигает 100 ГЕв. В частности, современные гамма–и рентгеновские телескопы не только регистрируют высокоэнергичные кванты и определяют направление на источник излучения, но и способны проводить его спектральный анализ.

Что касается наземной астрономии, проводящей наблюдения в традиционных оптических и ИК-диапазонах, она в последние десятилетия тоже не стояла на месте. Советский 6-метровый телескоп, установленный в 1975 г. в горах Кавказа, в течение долгого времени был крупнейшим наземным оптическим инструментом. Настоящий «бум» строительства крупных телескопов начался в конце 1980-х. В настоящее время в мире работают 14 телескопов с зеркалами диаметром более 8 м и еще 7 телескопов с диаметром зеркала от 5 до 7 м.

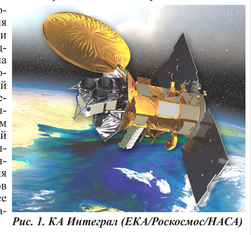


Рис. 1. КА Интеграл (ЕКА/Роскосмос/НАСА)

На рис. 2 в едином масштабе показаны существующие и будущие зеркала наземных и космических телескопов. Крупные телескопы (в том числе строящиеся 39-м E-ELT — European Extremely Large Telescope, см. рис. 3, и 30-м TMT — Thirty-Meter Telescope) устанавливаются в местах с наилучшим «астроклиматом», в основном в Чилийских Андах, на Гавайских и Канарских островах и Чили, где не только много ясных ночей, но и относительно невелики влажность и турбулентность атмосферы.

Особенностью современных крупных телескопов является широкое использование активной и адаптивной оптики, позволяющей обеспечить высокую концентрацию света в небольшом кружке в фокальной плоскости, компенсируя тем самым влияние атмосферной турбулентности, аберраций оптической системы, повышая эффективное угловое разрешение и возможности наблюдения очень слабых объектов. В крупных телескопах с «монолитными» зеркалами, таких как 4 телескопа-близнеца VLT (Very Large Telescope, см. рис. 4), 2 телескопа Magellan, LBT (Large Binocular Telescope), Gemini North и Gemini South, Subaru, а также в строящихся телескопах LSST (Large Synoptic Survey Telescope) и 7-зеркальный GMT (Giant Magellan Telescope) — все с диаметрами зеркал более 8 м — поверхность тонких зеркал в режиме реального времени деформируется с помощью пьезоэлементов, управляемых компьютером.

Зеркала самых крупных телескопов невозможно сделать сплошными, и поэтому их собирают из сравнительно небольших сегментов правильной шестиугольной формы. Так, зеркало E-ELT будет состоять из 798, а зеркало TMT — из 492 сегментов. Благодаря использованию сегментов, взаимное положение которых также может изменяться с помощью пьезоэлементов, формирующих оптимальный профиль всего зеркала, удается достичь высокой концентрации света.

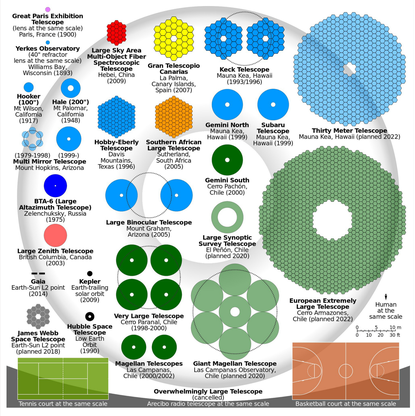


Рис. 2. Сравнение главных зеркал наземных и космических телескопов. Указаны сроки ввода в строй

Благодаря огромной собирающей площади зеркал уже сейчас удается наблюдать объекты в 10 млрд. раз более слабые, чем Вега, ярчайшая звезда Северного неба. Основные задачи фотометрических и спектральных наблюдений на крупнейших инструментах — это комплексное изучение слабых и далеких объектов, таких как галактики и их скопления, исследование структур во Вселенной, поиск далеких Сверхновых звезд, исследование звездного населения галактик и ранней Вселенной. В общем, крупные наземные и космические телескопы настроены на решение предельных задач по угловому разрешению и наблюдению самых слабых объектов. Легко понять, что наблюдая слабейшие далекие объекты Вселенной и тем самым проникая в ее глубины, мы фактически заглядываем в ее прошлое. Например, КТ Хаббл в течение 10 лет проводил наблюдение небольшой площадки размером в 1 угл. мин., расположенной в созвездии Печи методом последовательного накопления фотометрического потока. За суммарную экспозицию порядка 550 часов удалось обнаружить далекую галактику с фотометрическим красным смещением около $\lambda/\Delta\lambda \simeq 11.9$ (как известно, оно характеризует скорость удаления объекта и расстояние до него). Мы видим ее в тот момент, когда возраст Вселенной составлял всего лишь 350–400 млн. лет (при современном возрасте около 13.8 млрд. лет). Оказывается, что уже в то время во Вселенной начали формироваться первые звезды и галактики! Этот уникальный объект по блеску в 10 млрд. раз слабее самых слабых звезд, доступных невооруженному глазу.

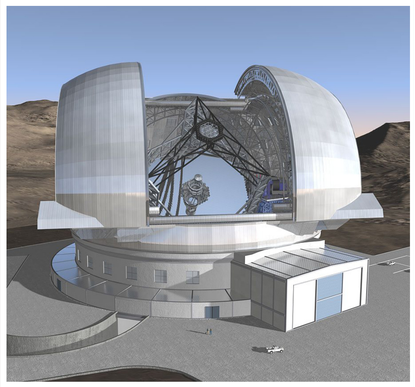


Рис. 3. Проект башни и телескопа E-ELT с зеркалом диаметром 39.3 м, строящегося на г. Сьерро Армазонес (Чили)

Одна из важнейших задач, решаемых на крупных существующих и создаваемых обзорных телескопах — поиск и изучение термоядерных Сверхновых типа Ia, самых ярких оптических объектов. По современным представлениям, это взрывы кислородно-углеродных белых карликов, достигших критической Чандрасекаровой массы (около 1.4 солнечных) благодаря аккреции вещества от нормальной звезды-спутника или слиянию двух белых карликов. Термоядерные Сверхновые благодаря наличию тесной связи светимости (полного энерговыделения) со скоростью падения блеска после максимума являются ярчайшими «стандартными свечами» Вселенной, объектами, позволяющими довольно надежно вычислять их фотометрическое расстояние по видимому блеску. В частности, на рубеже XX–XXI веков по соотношению их скорости удаления и видимого расстояния была открыта «темная энергия», вносящая подавляющий вклад в полную плотность массы-энергии во Вселенной и ускоряющая ее расширение (Нобелевская премия 2011 г. за это открытие присуждена С. Перлмуттеру, А. Риессу, Б. Шмидту). Сверхновые этого типа стали одним из трех ключевых средств диагностики космологических моделей.

Рис. 4. Обсерватория на г. Паранал (Чили). 4 телескопа VLT с диаметром зеркал 8.2 м. Перед ними 4 1.8-м телескопа поддержки, способные перемещаться по площадке на рельсах и обеспечивать оптические интерференционные наблюдения с базой до 200 м

Несмотря на неоспоримые возможности крупных телескопов, настоящими «рабочими лошадками» остаются сравнительно скромные астрономические инструменты с диаметром зеркал менее 3–4 м. Именно на них ведутся массовые «всенебесные» обзоры, включающие определение астрометрических, фотометрических и спектральных характеристик сотен млн. и даже млрд. звезд. Так, на двух 1.3-м телескопах, установленных в северном и южном полушариях (в США и Чили), проведено фотометрическое исследование 471 млн. звезд в трех полосах ближнего ИК ЛНК (1.25–2.2 мкм). Этот проект стал первым действительно прорывным в современной наблюдательной астрономии. Дело не столько в массовости охвата всего неба, сколько в том, что межзвездное поглощение света в полосе 2.2 мкм значительно меньше, чем в оптике. Приведем характерный пример: блеск объектов, наблюдаемых вблизи галактического центра, в оптике ослаблен поглощением почти в 100 млн. раз, в то время как в ИК — всего в 10 раз. В этом диапазоне, доступном для наблюдений и с земной поверхности, наша Галактика значительно «прозрачнее», чем в оптике. Расширил этот проект на ИК-диапазон от 3.3 до 22 мкм КТ WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer), скромный 40-см телескоп, измеривший в 4-х полосах блеск 747 млн. объектов. В этом диапазоне поглощение света вообще пренебрежимо мало. На 3.8-м британском телескопе UKIRT, установленном на Гавайских островах (США), выполняется более глубокий по сравнению с 2MASS ИК обзор UKIDSS (UKIRT Deep Infrared Sky Survey) избранных областей неба, уже охватывающий около 700 млн. звезд на 16% небесной сферы. В частности, ведутся поиски «коричневых карликов» — самых слабых и холодных известных звездных объектов.

Подлинно революционные результаты, касающиеся строения Галактики и ее окрестностей, получены в рамках SDSS (Sloan Digital Sky Survey), фотометрического и спектрального обзора неба на 2.5-м телескопе, установленном в США (второй подобный телескоп скоро начнет наблюдения на южном небе). Он охватывает 35% северного неба, и фотометрические наблюдения в диапазоне 0.35—1 мкм проведены более чем для 260 млн. звезд и 208 млн. галактик. Проекты IPHAS/VPHAS+, выполняемые на 2.5- и 2.6-м телескопах в северном и южном полушариях, нацелены на детальное фотометрическое изучение диска Галактики в визуальном и красном диапазонах 0.55–0.85 мкм и охватывают в общей сложности 540 млн. звезд. В ходе австралийского проекта SkyMapper, охватывающего почти 50% небесной сферы, в диапазоне 0.35–1 мкм измерен блеск 285 млн. звезд. На Гавайских островах (США) на 1.8-м телескопах успешно выполняется проект PanSTARRS (Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System) по измерению блеска 1.9 млрд. звезд на 75% небесной сферы в диапазоне 0.4–1 мкм.

Говоря о массовых обзорах неба, нельзя не упомянуть выдающийся российский проект Глобальной роботизированной сети МАСТЕР, созданный под руководством проф. В.М. Липунова астрофизиками астрономического отделения и ГАИШ МГУ. В 8 пунктах России, Южной Африки, Испании и Аргентины, распределенных по географической долготе, что позволяет вести практически круглосуточные наблюдения, в автоматическом режиме ведется мониторинг всего неба с целью поиска оптических транзиентов, т.е. вспышечных явлений, в первую очередь — оптического послесвечения гамма-всплесков, вспышек Сверхновых и Новых звезд, переменных звезд, а также экзопланет и малых тел Солнечной системы. В настоящее время проекту МАСТЕР принадлежит самая большая в мире доля наблюдений транзиентов. Среди важнейших открытий — обнаружение поляризации оптического послесвечения гамма-всплесков и локализация одного из источников гравитационно-волновых сигналов, связанного со слиянием нейтронных звезд. Отметим, что столь важные результаты были получены со сравнительно скромными широкоугольными 40-см телескопами оригинальной конструкции.

Рис. 5. Созданный 40-см телескоп Глобальной роботизированной сети МАСТЕР, установленный на полигоне Иркутского ГУ в Тункинской долине под г. Иркутск

Заведующий кафедрой экспериментальной астрономии, профессор, д.ф.-м.н. А.С.Расторгуев

Заведующий астрономическим отделением, директор ГАИШ МГУ, академик РАН А.М.Черепащук

К 75-летию кафедры акустики

К 85-летию физического факультета

Исполняется 75 лет, как профессор С.Н. Ржевкин организовал нашу кафедру. Лишь через 10 лет академик Н.Н. Андреев создал Акустический институт АН СССР. По сей день мы — единственная в мире кафедра при физическом факультете классического университета, готовящая физиков-акустиков. Наш ближайший «родственник» — кафедра акустики радиофака ННГУ. После С.Н. Ржевкина в течение 1975–1987 гг. кафедрой руководил профессор В.А. Красильников (ученик академика М.А. Леонтовича), один из основоположников физической и нелинейной акустики и физики волн в турбулентных средах. Он лауреат Государственной премии СССР (1985 г.), двух премий им. М.В. Ломоносова (1951 г. и 1976 г.), а также премии РАН им. Л.И. Мандельштама (2000 г.). С 1987г. по настоящее время кафедрой руководит академик О.В. Руденко, дипломник и аспирант Ректора МГУ академика Р.В. Хохлова.

Л.К. Зарембо, В.А. Красильников, С.Н. Ржевкин

Акустика — своеобразная наука. На нашем факультете принято считать ее одним из разделов физики. ОРФ также считает акустику своей, поскольку колебания, волны, прием, излучение, обработка сигналов — это радиофизика. Фононы в твердых телах — это тоже акустика. ОГФ развивает акустическую тематику, используя звук для зондирования океана, атмосферы, горных пород. Структура ядра Земли установлена акустическими методами. Акустика есть даже в космологии и астрофизике. Распределение вещества во Вселенной после большого взрыва объясняют действием акустических волн. Формирование сгустков материи при формировании галактик также описывают акустическими уравнениями. Колебания и деление атомных ядер в капельной модели — это тоже акустика.

Математики изучают наши модели, строители «просвечивают» звуком сооружения, медики — тело человека. Раздел архитектуры — акустическое проектирование хороших залов. Идет борьба с шумом в помещениях, на скоростных трассах, в кабинах транспортных средств и даже на МКС. Филологи решают задачи распознавания и синтеза речевых сигналов, криминалисты — идентифицируют субъекта. Стратегическая оборона государств требует развития гидроакустических средств, поскольку звук — единственный вид излучения, далеко идущего под водой.

Вот список некоторых академиков (с указанием специальности, по которой они избраны), фактически работавших в области акустики:

- Андреев Н.Н. — Академик (акустика)
- Бреховских Л.М. — Академик (океанология)
- Акуличев В.А. — Чл-корр (механика) Академик (океанология)
- Бабешко В.А. — Академик (механика)
- Гуляев Ю.В. — Чл-корр (радиофизика, электроника) Академик (материалы вычислительной техники и диагностика)
- Накоряков В.Е. — Чл-корр (механика) Академик (теплофизика)
- Нигматулин Р.И. — Чл-корр (механика) Академик (механика-океанология)
- Пустовойт В.И. — Чл-корр (автоматизация) Академик (приборостроение)
- Алешин Н.П. — Академик (металлургия и диагностика материалов)
- Клюев В.В. — Академик (машиностроение)
- Долгих Г.И. — Академик (океанология)

Акустические исследования ведутся, часто дублируя друг друга, в 7 Отделениях РАН, прежде всего, специалистами по механике, математике, наукам о Земле, машиностроению, материаловедению и биологии. Кроме того, во многих отраслях — в прикладных институтах и КБ.

Суммируя фразы, видим, что акустика выходит далеко за рамки физики, и число людей, работающих здесь, очень велико. Это «фундаментальные» ученые, «прикладные» специалисты, инженеры, разработчики и пользователи.

Большие системы при высокой активности обычно неустойчивы, и акустика «рассыпалась» на множество подразделов, примыкающих к другим разделам физики и иным направлениям науки и техники. Слово «акустика» некоторые специалисты предпочитают не употреблять, подчеркивая тем самым «уникальную» специфику именно своего направления. Например, за рубежом часто говорят «подземный звук», у нас — «сейсмические волны». Гранты РФФИ по гидроакустике присуждают как в Отделе физики, так и в Отделе наук о Земле. В.А. Красильников рассказывал о своем шуточном споре со старшим другом, академиком А.М. Обуховым. Когда Обухов говорил, что акустика — это раздел механики, изучающий колебательные движения, Красильников возражал: «Нет, напротив, механика — это раздел акустики, изучающий движения среды при частоте «омега», стремящейся к нулю».

«Центробежные» тенденции отчасти полезны, отчасти вредны. Изолируя небольшой поток работ от основного русла, «основатели нового направления» рекламируют себя и повышают шансы на грантовое финансирование. Тем самым появляется возможность глубже изучить избранный круг проблем. С другой стороны, теряется связь с массивом методов и результатов, полученных ранее. Иногда связь разрывается сознательно, иногда — из-за плохого информационного обеспечения. Кстати, оторванность многих разделов акустики друг от друга — одна из причин слабого цитирования акустических работ. Другая причина — это их прикладная направленность. В предельном случае наиболее ценные прикладные результаты составляют коммерческую тайну, они не публикуются и не цитируются вовсе.

Известный акустик Ю.М. Сухаревский (отец нашего доцента О.Ю. Сердобольской) более 50 лет курировал научную часть разработки военных гидроакустических систем и по этой причине не мог публиковать свои результаты. На празднованиях своего 90-летнего юбилея он рассказывал, как веселился все эти 50 лет, читая гу чепуху, которые публиковали научные журналы по его тематике.

Выдающийся архитектор и инженер А.К. Буров (отец нашего профессора В.А. Бурова, изобретатель фибергласса, оптического волокна и основоположник индустриального панельного домостроительства), создал «Лабораторию анизотропных структур» АН СССР, где вместе с академиком Н.Н. Блохиным успешно использовал ультразвук рекордной интенсивности для лечения онкологических заболеваний. Деятельность лаборатории была засекречена, и уникальные результаты 1952–57 гг. стали достоянием общественности лишь спустя 50 лет. Наличие множества узких прикладных разделов полезно до тех пор, пока не появится необходимость развивать принципиально новое направление, лишенное за рамками имеющихся оргструктур, технологий и кадрового потенциала. Тогда нужно обратиться к основам и здесь без физиков не обойтись. Последние примеры — создание приборов для дальней гидролокации, параметрических приборов на новых принципах и многих других устройств, разработанных физиками РАН и МГУ.

Итак, акустика, понимаемая в широком смысле — это необъятное поле деятельности. Заниматься всеми разделами акустики невозможно в рамках одной кафедры, института или даже целой отрасли. Поэтому в настоящее время сотрудники кафедры концентрируют усилия на решении только некоторых задач гидро— и аэроакустики, медицинского ультразвука, нелинейной диагностики, акустики органных и концертных залов, решении обратных задач рассеяния, акустики метаматериалов, создании нелинейных математических моделей и нелинейной динамики. Проводятся измерения в заглушенной и реверберационной камерах, на акустическом полигоне. Многие эксперименты проводятся в ведущих зарубежных лабораториях. Кафедра активно сотрудничает с рядом Институтов и Корпораций.

Тематика исследований непрерывно меняется, в зависимости от логики развития предыдущих работ, научной «моды», источников финансирования, государственных приоритетов и программ. Многие работы ведутся в инициативном порядке, вместе с сотрудниками других кафедр и институтов.

Сейчас нас стимулируют активно заниматься добыванием грантовых денег. Перефразируя Резерфорда, можно риторически спросить: «Если вы все время пишете гранты и отчеты по ним, то когда же вы работаете?». Тем не менее, ряд сотрудников кафедры научился убедительно демонстрировать свои достижения и получил немалые (по университетским меркам) деньги. По данным, предоставленным Е.О. Ермолаевой, за 5 лет (2013–2017 гг.) сотрудники получили более 280 миллионов рублей. Это данные только по известным источникам, из которых 5 — гранты РНФ, 5 — хоздоговора, 31 грант РФФИ и один мегагрант.

Об истории, традициях, сотрудниках кафедры и их достижениях подробно рассказано в двух хорошо составленных и хорошо иллюстрированных книжках, выпущенных к 60-летию и 70-летию кафедры акустики Физического факультета МГУ.

1. *Кафедре акустики физического факультета 60 лет. Юбилейный сборник. — М.: Изд-во физического факультета МГУ. 2003. — 132 с. (ред. В.А. Гордиенко).*
2. *Кафедра акустики сегодня. К 70-летию кафедры акустики Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. — Юбилейный сборник. — М.: МГУ, 2013. — 100 с. (ред. О.А. Сапожников)*

О.В. Руденко
Заведующий кафедрой

Терагерцовое зондирование топологически нетривиальных материалов

Физика топологических изоляторов является, пожалуй, одной из наиболее «горячих» тем в физике конденсированного состояния за последнее десятилетие. В топологических изоляторах в силу сильного спин-орбитального взаимодействия расположение валентной зоны и зоны проводимости оказывается инвертированным по отношению к случаю, когда такое взаимодействие мало или отсутствует. В такой ситуации на границе раздела двух полупроводников, один из которых обладает инверсным энергетическим спектром, а другой — тривиальным, либо на границе топологический изолятор — вакуум образуются особые двумерные электронные состояния, которые характеризуются некоторыми яркими особенностями.

Прежде всего, закон дисперсии этих поверхностных состояний, т.е. зависимость энергии от квазиимпульса, является не квадратичной, как это обычно бывает в полупроводниках, а линейной, удовлетворяющей уравнению Дирака с нулевой щелью. В случае линейного закона дисперсии эффективная масса электронов и дырок, осуществляющих проводимость по этой зоне, в теории равна нулю. Вторая важная особенность обусловлена нетривиальной спиновой структурой топологических электронных состояний, поскольку ориентация спина электрона оказывается жестко привязанной к направлению квазиимпульса по нормали к нему. Это свойство обеспечивает отсутствие, по крайней мере, в теории, рассеяния электронов назад.

Обозначенные выше особенности поверхностных топологических электронных состояний должны обеспечивать очень высокую подвижность носителей заряда по поверхностной зоне, что является крайне привлекательным для создания быстродействующих электронных устройств. Если бы полупроводник, в котором формируются топологические поверхностные состояния, был идеальным, то при низких температурах его объем был бы изолирующим, и проводимость по поверхностным топологическим состояниям определяла бы проводимость всего образца. Тогда можно было бы говорить о «топологическом изоляторе».

К сожалению, в реальной ситуации топологические изоляторы в подавляющем большинстве случаев изоляторами не являются. Дело в том, что соответствующие материалы оказываются достаточно дефектными, что приводит к появлению значительной концентрации свободных носителей заряда в объеме образца. Толщина слоя, в котором существуют топологические состояния, составляет всего 2–3 нм. Поэтому если проводимость по объему полупроводника является значительной, то она шунтирует проводимость по топологическому слою.

В связи с вышеописанными сложностями возникла проблема, связанная с изучением электронного транспорта по топологическим поверхностным состояниям. Один из подходов к решению этой проблемы связан с терагерцовым зондированием фотоэлектрических характеристик полупроводника. Оказалось, что данный подход является весьма эффективным, поскольку он в некоторых случаях является неувствительным к концентрации носителей заряда в объеме материала, и наблюдаемые эффекты определяются, в основном, именно свойствами топологических поверхностных состояний.

Исследования в этом направлении проводились совместными усилиями нашей группы с кафедры общей физики и физики конденсированного состояния физического факультета МГУ и терагерцового центра на физическом факультете университета Регенсбурга (Германия), руководитель — профессор С.Д. Ганичев. В результате было получено несколько интересных новых результатов, как уже опубликованных в ведущих международных журналах, так и готовящихся к публикации.

Одним из главных подходов в наших исследованиях является следующий. Во многих случаях величина спин-орбитального взаимодействия, как и взаимное расположение зон, может изменяться, если создавать полупроводниковые твердые растворы. В этой ситуации возможен переход топологический изолятор — тривиальный полупроводник при изменении состава. Тогда если предположить, что какой-либо наблюдаемый эффект определяется топологическими поверхностными состояниями, то он должен исчезать при переходе в тривиальную фазу.

Мы проводили исследования фотоэлектромагнитного (ФЭМ) эффекта, индуцируемого мощным импульсным лазерным терагерцовым возбуждением, в ряду полупроводниковых твердых растворов $(Bi_{1-x}In_x)_2Se_3$, для которых при x = 0.05 наблюдается переход из топологической в тривиальную фазу. Фотоэлектромагнитным эффектом называется появление разности потенциалов между контактами образца при падении излучения нормально к его поверхности при приложении перпендикулярного магнитного поля (рис. 1). Возникновение этой разности потенциалов связано с действием силы Лоренца при диффузии электронов, возбужденных на поверхности образца.

Было установлено, что если для тривиальной фазы амплитуда эффекта U_{PEM} определяется мощностью падающего лазерного терагерцового излучения, то для топологической фазы величина U_{PEM} изменяется пропорционально количеству квантов излучения, падающих на образец в единицу времени, независимо от длины волны (рис. 2). Эффект связывается с резким замедлением термализации горячих электронов в топологической фазе материала по сравнению с тривиальной.

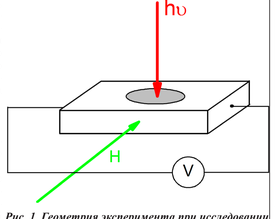


Рис. 1. Геометрия эксперимента при исследовании ФЭМ эффекта

Это может быть обусловлено значительным уменьшением количества эффективно взаимодействующих электронов в топологической фазе, поскольку при таком взаимодействии должно сохраняться направление спина, в свою очередь, привязанное к направлению квазиимпульса (A.V. Galeeva et al., *Semiconductor Science and Technology,* **31**, 095010 (2016)).

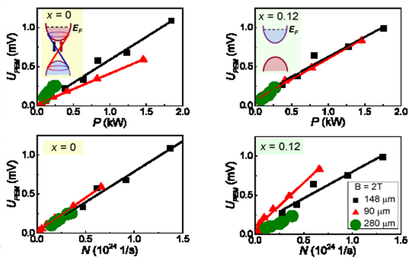


Рис. 2. Верхние панели: зависимость амплитуды ФЭМ эффекта от мощности лазерного излучения при T = 4.2 K для длин волн лазерного излучения 90, 148 и 280 мкм для образцов $(Bi_{1-x}In_x)_2Se_3$ с инверсным спектром (x = 0) и с прямым спектром (x = 0.12). Нижние панели: зависимость амплитуды ФЭМ эффекта от потока падающих квантов для длин волн лазерного излучения 90, 149 и 280 мкм для образцов$(Bi_{1-x}In_x)_2Se_3$ с инверсным спектром (x = 0) и с прямым спектром (x = 0.12).

Аналогичный эффект наблюдался в твердых растворах $(Cd_{1-x}Zn_x)_3As_2$ на основе дираковских полуметаллов Cd_3As_2, для которых состояния с дираковским спектром формируются не на поверхности, а в объеме материала (A.V. Galeeva et al., *Beilstein Journal of Nanotechnology*, **8**, 167 (2017)).

Другие интересные результаты получены при исследовании твердых растворов $Hg_{1-x}Cd_xTe$. По сравнению с известными топологическими изоляторами (соединениями на основе Bi_2Se_3, Bi_2Te_3) твердые растворы $Hg_{1-x}Cd_xTe$ имеют ряд отличительных особенностей. При T = 0 бесщелевое состояние с инверсным спектром в объеме в этой системе реализуется в достаточно протяженной области составов x < 0.17. При x > 0.17 спектр становится прямым, положительная ширина запрещенной зоны увеличивается с ростом содержания CdTe x. Весьма существенно, что, в отличие от большинства топологических изоляторов, в твердых растворах $Hg_{1-x}Cd_xTe$ удается реализовать низкие значения концентрации свободных носителей в объеме. В связи с этим оказалось возможным исследовать не только ФЭМ эффект, но и фотопроводимость.

Удалось обнаружить, что при переходе из топологической фазы в тривиальную изменяется знак терагерцовой фотопроводимости — с положительного на отрицательный. Более того, было показано, что оба эффекта являются беспороговыми, т.е. они наблюдаются даже при минимальной энергии кванта терагерцового излучения около 2 мэВ. И если достаточно естественным объяснением отрицательной фотопроводимости является разогрев электронов, сопровождающийся уменьшением их подвижности, то для интерпретации появления беспороговый положительной фотопроводимости приходится предположить, что она обусловлена процессами на границе раздела «топологическая» пленка — «тривиальный» буферный слой (А.В. Галеева и др., *Письма в ЖЭТФ*, **106**, 156 (2017)); A.V. Galeeva et al., *Beilstein Journal of Nanotechnology*, **9**, 1035 (2018)).

Однако самый интересный результат пока еще не опубликован и связан с исследованием фотопроводимости в твердых растворах $Hg_{1-x}Cd_xTe$ в магнитном поле. Наши предварительные эксперименты показали, что в пленках на основе $Hg_{1-x}Cd_xTe$ с инверсной структурой зон сигнал фотопроводимости оказывается асимметричным по магнитному полю (рис. 3). Данную ситуацию можно рассматривать как нарушение T-симметрии. Эффект является совершенно необычным для материалов, в которых отсутствует встроенный магнитный момент. Кроме того, фотопроводимость оказывается несимметричной для двух зеркально расположенных пар потенциальных контактов, что можно трактовать как нарушение P-симметрии. В то же время фототок не изменяется при одновременной инверсии магнитного поля и замене пары потенциальных контактов на зеркально расположенную, демонстрируя PT-инвариантность. Важно подчеркнуть, что вышеуказанные эффекты нарушения симметрии наблюдаются только в неравновесной ситуации. Равновесные характеристики, такие как магнитосопротивление, симметричны по магнитному полю и не отличаются для зеркальных пар потенциальных контактов.

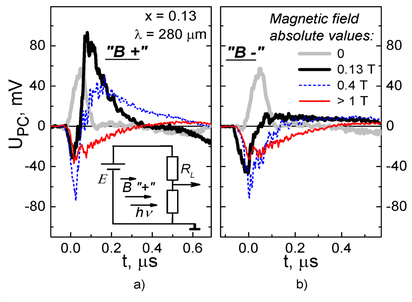


Рис. 3. Кинетика фотопроводимости в пленке $Hg_{1-x}Cd_xTe$ с инверсным спектром под действием лазерного импульса с длиной волны 280 мкм в магнитном поле положительной (a) и отрицательной (b) полярности. Схема измерений фотопроводимости показана на вставке.

Исследование систем, проявляющих, PT-симметрию, стало одним из быстро развивающихся направлений современной физики в последние два-три года. В основном, это оптические свойства фотонных систем, основанных на метаматериалах. Похоже, в данном случае мы видим первую реализацию PT-симметрии в фотоэлектрических характеристиках.

Наша научная группа

Д.Р. Хохлов, заведующий кафедрой общей физики и физики конденсированного состояния, член-корр. РАН

СКИЙ ФИ

Исследования по физике нейтрино — новые фундаментальные результаты магистрантов кафедры теоретической физики

Физический факультет МГУ — признанный мировой центр по физике нейтрино, в котором в гармоничном единстве с участием молодёжи ведутся прорывные научные исследования и осуществляется образовательный процесс. Более 20 лет по данному направлению работает возглавляемая профессором Александром Студеникиным научная группа. За это время членами коллектива были выполнен комплекс исследований фундаментальных свойств нейтрино, подготовлено и защищено множество дипломных работ, 10 кандидатских и 3 докторские диссертации. В настоящее время в состав научной группы входят 3 студента магистратуры, 5 студентов бакалавриата, 5 сотрудников физического факультета, НИИЯФ МГУ, ФИЗТЕХа и ИЯИ РАН.

Важный этап в работе нейтринной группы ознаменовался созданием и началом реализации с 2013 года межкафедральной магистерской программы «Физика нейтрино» (руководитель программы — Александр Студеникин), которая обеспечивается усилиями кафедр теоретической физики, квантовой статистики и теории поля, квантовой теории и физики высоких энергий, физики частиц и космологии, а также Института ядерных исследований РАН и Объединенного института ядерных исследований (Дубна).

Среди главных направлений проводимых исследований выделяется развитие теории осцилляций нейтрино — явления, предсказанного в 1957 году Бруно Максимовичем Понтекорво, который почти 20 лет в 60–80-х годах прошлого века являлся сотрудником физического факультета. В последние два года по данному направлению научной группой выполнен комплекс исследований, одним из главных вопросов которого является учет влияния магнитных полей на протекания осцилляций нейтрино. Активное участие в исследованиях принимают студенты Артем Попов и Павел Пустошный, которые в настоящее время проходят обучение на первом курсе магистратуры по программе «Физика нейтрино» под руководством профессора А. Студеникина.

Студенты магистратуры кафедры теоретической физики Артем Попов (справа) и Павел Пустошный с профессором А.И. Студеникиным

Полученные А. Поповым и П. Пустошным результаты были представлены в докладах на двух крупнейших международных конференциях 2017 года:

1) European Physical Society Conference on High Energy Physics (Venice, Italy), которая является важнейшей конференцией по физике высоких энергий прошедшего года,

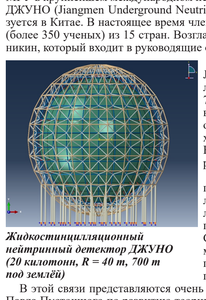
2) 15th International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (Sudbury, Canada), которая, соответственно, была центральной конференцией по физике нейтрино в 2017 году.

В настоящее время Артём Попов развивает новый подход (предложенный А. Студеникиным в опубликованных пару лет назад работах) к теории осцилляций нейтрино в присутствие магнитного поля. Идея подхода заключается в использовании точных волновых функций нейтрино, учитывающих действие магнитного поля, для описания спиновых состояний нейтрино в поле. В проведенных Артёмом Поповым исследованиях, результаты которых составят основу его магистерской диссертации, получены новые оригинальные выражения для вероятностей осцилляций нейтрино, точно учитывающие эффекты магнитного поля. Полученные результаты выявили новые, ранее не исследованные, особенности зависимости вероятностей осцилляций нейтрино от величины и направления магнитного поля.

Павел Пустошный построил теорию особого типа осцилляций нейтрино, при которых осуществляются переходы между нейтрино в двух различных спиновых состояниях (так называемые, «спиновые осцилляции нейтрино») под действием поперечного относительно распространения нейтрино потока вещества. Возможность возникновения спиновых осцилляций нейтрино в поперечном потоке вещества была предсказана в работах А. Студеникина несколько лет тому назад. До этого считалось, что спиновые осцилляции нейтрино могут возникать только за счет взаимодействия нейтрино с поперечным магнитным полем. Проведенные исследования раскрывают новые фундаментальные свойства нейтрино. Результаты по теории осцилляций нейтрино, полученные Артёмом Поповым и Павлом Пустошным, проливают свет на новые ранее неизученные свойства нейтрино. Данные результаты носят фундаментальный характер, а также важны для дальнейшего развития теории распространения и осцилляций нейтрино в присутствие вещества и магнитных полей. Последний из указанных аспектов представляет большой интерес для описания нейтринных процессов в экстремальных внешних условиях, которые реализуются в астрофизических условиях. Например, при взрыве сверхновых звезд.

О важности полученных результатов наглядно свидетельствует тот факт, что доклады А. Попова и П. Пустошного, содержащие полученные ими результаты, включены в программы двух крупнейших международных конференций: 1) XXVIII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Heidelberg, Germany, 4–9 June, 2018) и 2) XXXIX International Conference on High Energy Physics (Seoul, Korea, 4–11 July 2018).

Артемом Поповым и Павлом Пустошным являются участниками группы МГУ в крупнейшем международном нейтринном проекте класса «мегасайенс» ДЖУНО (Jiangmen Underground Neutrino Observatory, JUNO), который реализуется в Китае. В настоящее время членами проекта являются 71 организация (более 350 ученых) из 15 стран. Возглавляет группу МГУ в проекте А. Студеникин, который входит в руководящие органы проекта.



Жидкостинцилляционный нейтринный детектор ДЖУНО (20 килотонн, R = 40 m, 700 m под землёй)

Нейтринный детектор эксперимента JUNO — 20 килотонный жидкий сцинциллятор, находящийся на глубине почти 700 метров под землей — самый большой в мире, обеспечит рекордную точность определения важнейших параметров, характеризующих свойства нейтрино. Начало сбора данных — 2021 год, период работы детектора не менее 25 лет.

Главной целью исследовательской программы мегапроекта ДЖУНО является определение параметров осцилляций нейтрино при детектировании потоков нейтрино от реакторов и от Солнца. В число приоритетных задач мегапроекта также входит исследования потоков нейтрино, которые могут достигать детектор при взрыве сверхновых.

В этой связи представляются очень важными результаты Артема Попова и Павла Пустошного по развитию теории осцилляций нейтрино в плотных ред и магнитных полях, что может быть использовано для моделирования распространения нейтрино в реальных условиях сверхновых и для предсказания потока астрофизических нейтрино в детекторе ДЖУНО.

Другим важным вкладом Артема Попова и Павла Пустошного в подготовку мегапроекта ДЖУНО является их работа по подготовке МГУ к участию в обработке экспериментальных данных, которые будут поступать после начала детектирования потоков нейтрино в данном эксперименте. На летние месяцы запланирована также командировка Артема Попова и Павла Пустошного в Китай для проведения технических работ непосредственно на месте подготовки эксперимента.

Александр Студеникин, профессор кафедры теоретической физики, директор Научно-образовательного центра «Лаборатория физики нейтрино и астрофизики имени Б.М. Понтекорво» физического факультета МГУ, член Научного совета РАН «Физика нейтрино и нейтринная астрофизика», член Совета международного нейтринного проекта ДЖУНО (Китай) — руководитель группы МГУ в проекте

Жизнь во мгле: Оксфорд глазами выпускника МГУ

В этой заметке я хотел бы поделиться опытом преподавания физики (теоретической и *иной*) в странах, где мне довелось жить и работать подолгу (США, Канада, Великобритания), а также предложить вниманию читателей мои, неизбежно крайне субъективные, наблюдения и обобщения, включая сравнение системы естественнонаучного образования развитых западных стран с соответствующей системой в СССР. Вначале, как учил нас на первом курсе профессор В.И. Николаев, зададим систему отчета.

Я закончил общеобразовательную среднюю школу в г. Днепропетровске, был студентом и аспирантом кафедры теоретической физики физфака МГУ в 1985–91 и 1991–94 годах, соответственно. Защитив кандидатскую диссертацию в 1994 г. (научные руководители — В.Ч. Жуковский и А.С. Винницев), я уехал в США, где снова был аспирантом (в Нью-Йоркском университете), затем постдоком в Колумбийском университете, в Институте ядерной теории в Сиэтле, в Институте теоретической физики «Периметр» в Канаде, в Институте высших исследований в Принстоне, затем постоянным научным сотрудником Саутгемптонского университета в Великобритании и, наконец, сотрудником Центра теоретической физики им. Р. Пайерлса Оксфордского университета в той же стране. Боюсь, что там, в Оксфорде, меня и похоронят. Я читаю два курса лекций на физическом факультете (один из них — спецкурс для старшекурсников и аспирантов), веду семинарские занятия, принимаю вступительные экзамены разного уровня, руковожу аспирантами и постдоками. Кроме того, моя жена преподает физику и другие предметы в местной школе, что дает мне некоторое представление о том, что творится (слово «происходит» здесь, пожалуй, неуместно…) в современных английских школах.

Организация учебного процесса в Оксфордском и Кембриджском университетах в силу исторических причин обладает особенностями, не характерными для других университетов Великобритании и других стран. Это связано с особой роли колледжей, из которых, собственно, в значительной степени и состоит университет, и которые сформировались в средние века, часто в период ликвидации монастырей и конфискации церковных земель государством. В Оксфорде около 40 колледжей, старых и новых, богатых и бедных, знаменитых и малоизвестных. Помимо колледжей, имеются обычные факультеты (физический, химический и так далее), а также множество других структур (например, какой-нибудь «центр по изучению древних молекул»). Профессорско-преподавательский состав факультетов и студенты обязательно привязаны к какому-либо колледжу, поэтому у меня, строго говоря, два работодателя: физический факультет и колледж Иоанна Крестителя. Кадровый состав физфака Оксфорда на сегодняшний день таков: профессоров — 122, постдоков — 242, администраторов, лаборантов, инженерно-технического персонала — 166, аспирантов — 338, студентов — 667.

Оксфорд: поступление на физфак, приемные экзамены

Оксфорд проводит собственные вступительные экзамены, причем не летом, как у нас, а в ноябре-декабре, т.е. примерно за год до появления успешных абитуриентов на 1 курсе. Результаты английского аналога ЕГЭ при этом никого не волнуют, тем более, что вступительные экзамены проводятся задолго до ЕГЭ. Правда, если уже принятый абитуриент умудрится потом провалить ЕГЭ (т.е. набрать меньше некоторого критического числа баллов), ему могут отказать в месте в Оксфорде. Но это случается крайне редко, и в любом случае решение остается за университетом. Вступительные экзамены на физфак делятся на письменные (тест по физике и математике, всего примерно 30 вопросов на 2 часа) и устные (три экзамена с независимыми комиссиями по полчаса каждый). Конкурс приличный — около 10 человек на место, при этом на устные экзамены (они ласково называются «собеседованием») приглашаются только те, кто хорошо сдал письменный экзамен. Иногда «собеседования» проводятся по скайпу. Среди поступающих на физфак довольно много иностранцев, что позволяет мне поделиться кое-какими наблюдениями (это по-прежнему субъективные впечатления, а не научный анализ, но, тем не менее, за 10 лет этих впечатлений накопилось немало). Абитуриенты из стран бывшего социалистического содружества (республик СССР, КНР, Югославии, Польши и т.д.), а также Италии, Греции и Южной Кореи, как правило, подготовлены значительно лучше британских школьников и других «жертв болонской системы». Речь идет не о специальных знаниях участников олимпиад, а о когерентном владении основами физики и математики в рамках школьной программы советской общеобразовательной школы. Такой уровень, вполне обыденный для моих сверстников начала 80-х годов, интересующихся физикой, сейчас вызывает восхищение экзаменаторов. Абитуриентов этой категории мало по очень простой причине: плата за обучение для иностранцев в 3 раза выше, чем для британцев (примерно 30 тыс. фунтов в год и 9 тыс., соответственно, не считая расходов на проживание; средний годовой доход английской семьи — около 25 тыс фунтов; для англичан существуют государственные кредиты на обучение; между прочим, в середине XX века, когда Англии пришлось перенять многие черты советского социализма, обучение было бесплатным), а те семьи, которые в состоянии платить эти деньги, видимо, отправляют своих чад изучать политику, экономику и право, а не физику, или (это особенно касается китайцев) едут в США, где значительно легче потом «натурализоваться». Раз уж зашла речь о плате за обучение, сообщу, что в Оксфорд невозможно поступить «за деньги»: вступительные экзамены и критерии приема одинаковы для всех. Конечно, это не уравнивает шансы, так как богатые семьи могут нанять своим чадам армию репетиторов, но тем не менее. Заметим, справедливости ради, что в Англии все-таки существуют школы, где естественным наукам учат на вполне себе советском уровне, но это исключения (это отдельные частные школы с астрономически высокой платой за обучение и другими особенностями; один из моих бывших студентов, ныне преподающий физику в такой школе, с некоторым удивлением сообщил мне, что в основе их педагогических подходов лежит система советского психолога Л.С. Выготского). В основном же ситуация со школьным образованием достаточно страшная. Британское правительство в целом понимает это и даже предпринимает некоторые усилия: выделяются средства на дополнительную подготовку учителей и привлечение к преподаванию в школах бывших аспирантов и постдоков, меняются в сторону классической строгости школьные программы, несколько лет назад были созданы две школы по образцу ФМШ им. А.Н. Колмогорова и т.д. Физфак Оксфордского университета серьезно озабочен тем, что общий уровень первокурсников продолжает снижаться, и некоторые из них испытывают трудности с освоением программы обучения. Несколько лет назад были введены курсы «инкбеса», где сжато излагается материал школьной программы, в основном владеющим которым обучение на первом курсе невозможно. Десять лет назад я сам читал такой курс первокурсникам математического факультета Саутгемптонского университета. Первая глава курса называлась «Дроби»…

Оксфорд: обучение на физфаке

Учебный год в Оксфорде делится на 3 семестра, каждый из которых продолжается 8 недель. При этом новый материал изучается в первые два семестра, а третий посвящен «повторению». В конце года, в июне, студенты сдают письменные экзамены. Срок обучения — 4 года, но четвертый год посвящен нескольким спецкурсам и написанию аналога курсовой работы, так что речь, скорее, идет о 48 неделях «чистого» обучения за все время студенчества. Насколько я понимаю, это примерно в 3 раза меньше, чем на физфаке МГУ. Как такое возможно? Здесь мы сталкиваемся с принципиальным отличием «атлантического» (англо-саксонского) подхода к высшему образованию от «континентального» (он же классический немецкий XIX века и, в значительной степени, советский). Обучение на физфаке МГУ построено по классической спирали — сначала идут курсы общей физики (и соответствующие практикумы), параллельно с ними — курсы математики (от аналитической геометрии до ММФ), затем, опираясь на новый уровень математических знаний — снова физика, уже на уровне Ландау-Лифшица, потом — спецкурсы. Все курсы главной спирали — обязательные, спецкурсы можно иногда выбирать. Налицо внутренняя логика, взаимосвязанность, когерентность. В Оксфорде же в число обязательных курсов входят только курсы общей физики (приблизительно на уровне «Фейнмановских лекций по физике»), подкрепленные одним годом (т.е. 16 неделями, см. выше) «математических методов», куда эклектически и, само собой, без доказательств, собраны разнообразные сведения о матрицах, преобразовании Фурье и дифференциальных уравнениях. На третьем курсе излагается гидродинамика, а также специальная и общая теории относительности. Таким образом, такие дисциплины, как ТФКП или лагранжева и гамильтонова механика, в число обязательных не входят (а лет десять назад было время, когда они вообще были исключены из программы обучения как «слишком сложные»; только в результате героической борьбы сотрудников оксфордского теоротдела эти курсы все-таки удалось восстановить в программе в качестве необязательных). Поэтому нет ничего удивительного в том, что выпускник оксфордского физфака может вообще не знать о существовании, скажем, уравнения Больцмана или теореме Коши. «Быть такого не может! — возмутитесь вы, — разве кто-то сомневается в высокой компетентности британских ученых? Мы даже знаем их имена — Максвелл, Дирак, тот же Хокинг… Откуда же они берутся? Что-то тут не так». Загвоздка здесь в том, что британская система образования не ставит своей целью качественно обучить всех, да и не может, при имеющихся в академическом секторе ресурсах, этого сделать. Талантливый, амбициозный и энергичный студент должен сам сообразить, что теорема Коши, уравнения Колмогорова и многое другое ему (или ей, добавим мы из-за вьевшегося в кожу за 20 лет западной жизни страха быть обвиненным в мужском шовинизме) обязательно понадобятся, и записаться на соответствующие курсы или изучить предмет самостоятельно, а если не сообразил, то, стало быть, такова воля божья, квалифицированным потребителем он (она) станет и без всякого уравнения Больцмана. Иными словами, спасутся не все, а избранные. Здесь мы сталкиваемся с проявлением глубокого мировоззренческого излома, выходом на поверхность конфликта фундаментальных собственных частот внутри самой западной цивилизации (очень интересно наблюдать за спорами английских, немецких и итальянских профессоров на ученых советах), не говоря уже о России, где подобный подход практически всегда вызовет осознанное или стихийное отторжение. Но вернемся к образовательному процессу. Во время учебы в МГУ самым полезными видами обучения для меня были семинарские занятия и самостоятельная работа, так или иначе к этим занятиям привязанная. Колоссальное значение имело то, что вели их замечательные преподаватели, имеющие большой опыт в этом деле, а также опыт серьезной научной работы. Всех их, как и своих школьных учителей, я помню поименно, и, пользуясь случаем, кланяюсь им в пояс. Только сейчас я понимаю, каких громадных усилий стоило все то, что они делали. Еще одним важным преимуществом советской системы было обилие методических пособий и других материалов (на Западе ничего этого нет, все материалы к данному курсу умирают вместе с профессором, читающим курс, если он, конечно, не напишет учебник, что случается нечасто). В университетах США эти занятия и лабораторные практикумы ведут, как правило, аспиранты, что, естественно, отражается на их качестве, даже если аспирант в состоянии изъясняться по-английски (так бывает далеко не всегда, потому что в американских аспирантурах сидит множество иностранцев, в основном, китайцев). В Оксфорде наблюдается перекос в другую сторону (подчеркну, что это исторически обусловленная специфика Оксфорда и Кембриджа, к другим университетам сказанное ниже не относится): семинарские занятия здесь ведут, как правило, профессора, более того, эти занятия проходят с небольшими группами студентов (1–2–3 человека), т.е., фактически, являются индивидуальными. Эти же профессора вынуждены разбирать чудовищные каракули студенческих домашних заданий (разборчиво здесь в состоянии писать только те, кто закончил «правильные» школы, т.е. абсолютное меньшинство). Студентам, разумеется, такая система индивидуальных семинарских занятий очень нравится, но, на мой взгляд, это исторический рудимент, приводящий к разбазариванию ресурсов.

Оксфорд: старшие курсы, аспирантура

На четвертом курсе у студентов начинается специализация. Распределения по кафедрам в нашем смысле здесь нет, но есть тематические спецкурсы, работа в лабораториях и так называемые «проекты» (т.е. курсовые работы на тему, заданную руководителем). Осенью четвертого года желающие подают заявки в аспирантуру. Конкурс сильно зависит от специализации, на теоретические дисциплины он, как правило, высокий: 25–30 человек на место и выше. Любопытно, что английские студенты категорически не желают поступать в аспирантуру в другие страны и даже другие города: оксфордские студенты упорно поступают в Оксфорд. Аспирантура длится 3 года, аспиранты практически немедленно включаются в научную работу, параллельно изучая все то (в узких рамках), что у нас они бы изучили на 1–5 курсах. Практически 100% аспирантов защищают диссертации, есть система внутренних грантов, как у аспиранта в деле, бездельники отчисляются. Научный руководитель несет ответственность за благополучие аспиранта, в том смысле, что он/она должны вовремя заметить, что что-то идет не так, и доложить, так сказать, куда следует. В целом возятся с аспирантами здесь куда меньше, чем в России. Бюрократия минимальна. Дается общая тема исследования, оказывается кое-какая помощь на начальном этапе, как правило (но не всегда) пишутся совместные статьи. Все остальное аспирант делает сам: предполагается, что к концу аспирантуры он в состоянии самостоятельно выполнить новую, имеющую серьезное значение работу и опубликовать её в одном из главных в данной области журналов (на самом деле, лучше 2–3 работы). В целом аспирантура выглядит достаточно живой, гибкой и настоящей, она приближена к переднему краю науки максимально близко. Никому и в голову не придет квалифицировать её как какой-то там «третий этап обучения», это практический трехлетний тест на то, может ли человек заниматься самостоятельной научной работой на высоком уровне. Лучшие аспиранты находят постдокторские позиции и могут продолжить академическую карьеру (конечно, здесь бывают разного рода случайности), остальные находят другую работу.

Некоторые обобщения

Созданная в СССР система среднего и высшего естественнонаучного образования является, на мой взгляд, высшим достижением человечества в этой области. Образовательные структуры инерционны, поэтому уничтожить эту систему, несмотря на настойчивые попытки последних 25–30 лет, до конца все-таки не удалось. Иными словами, шанс сохранить беспомощно наследовавшуюся нашему поколению есть, хотя, на мой взгляд, он мал. Применительно к физическому факультету, речь идет о необходимости безусловного сохранения всех элементов классического образования (структура курсов и семинарских занятий, количество учебных часов, взаимосвязанность и когерентность, широкий спектр дисциплин), каковы они были, например, в 70–80 годы. Это безусловно касается всех видов обучения на младших и средних курсах. Современная западная система образования на этих уровнях (и в школах) крайне слабая, и ситуация продолжает ухудшаться. Поэтому любые попытки протащить в Россию западные образовательные модели этого звена являются государственным преступлением (эти попытки напоминают мне вредоносную деятельность идейников, заражённых оспой), и должны караться беспощадно. На старших курсах, мне кажется, было бы полезным увеличить число спецкурсов, читаемых учеными из академических институтов (вообще, связь университета с Академией Наук на уровне взаимодействия со студентами-старшекурсниками и аспирантами оставляла желать лучшего и в мои годы, что, по-моему, прискорбно, при том, что разделение научно-образовательной сферы на университеты и исследовательские институты я считаю идеальной моделью). Здесь вполне можно копировать какие-то западные практики, они вполне конкурентоспособны, хотя у нас и своих хватает (МФТИ, НГУ). С аспирантурой все сложнее, поскольку жизнеспособность аспирантуры напрямую связана с уровнем научных исследований в стране и созданной для этих целей инфраструктурой. С этим в современной России, как мне кажется, все обстоит крайне печально. Но это тема отдельного разговора.

А.О. Старинец, сотрудник Центра теоретической физики им. Р. Пайерлса Оксфордского университета

Заметки об обучении в магистратуре Кембриджа

Часть 2

В январе я уже делился первыми впечатлениями от обучения в магистратуре Кембриджа («Советский физик» №1 (129) 2018. С тех пор набрались новые наблюдения и замечания.

Сейчас закончился второй триместр моей учебы и скоро начнется заключительный третий, посвященный подготовке и сдаче экзаменов. Учебный процесс в течение года в Кембридже распланирован неравномерно: интенсивные лекционные периоды перемежаются одним-двумя месяцами свободными от занятий (реальная самостоятельная работа студента). Учебный год разбит на три триместра, каждый длится по восемь недель. Рождественские каникулы между первым (Michaelmas term) и вторым (Lent term) триместрами очень длинные — почти два месяца, а между вторым и третьим триместром (Easter term) перерыв составляет порядка месяца. В лекционные периоды учебная нагрузка также распределена неоднородно — практически все курсы читаются в первых двух триместрах, а в третий триместр включена экзаменационная сессия (с 30 мая по 15 июня).

Пока сложно оценить эффективность такой структуры образовательного процесса. С одной стороны, подобный подход делает процесс обучения более динамичным по сравнению с российским. С другой — для студента, переоценившего свои силы, велик риск отстать от курса, а наверстывать материал при подобном графике достаточно трудно. Возможно, именно для этого предусмотрены такие длинные каникулы.

Вполне вероятно, что такое распределение времени является оптимальным с точки зрения задач, поставленных перед университетами системой образования в целом. Четырехлетний (3 года бакалавриата + год магистратуры) курс обучения в Кембридже не позволяет подготовить полноценного ученого из вчерашнего школьника, пусть и окончившего 12, а не как у нас 11 классов. Однако такая задача университетом и не ставится. Подготовка ученого происходит в аспирантуре, которая фактически воспринимается как дополнительный учебный период. Можно допустить, что это одна из причин того, что стоимость года обучения в аспирантуре примерно равна году обучения в магистратуре.

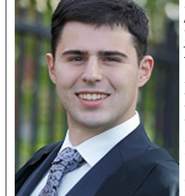
Исходя из такой постановки задачи обучения, в первую очередь от студента-магистранта требуется владение концептуальной базой в выбранной им области. В значительной степени образование смещено в эту сторону: в курсах по теоретической физике преподавание состоит из объяснения понятий, в практическим навыкам уделяется второстепенное внимание. Например, значительная доля второй часть курса квантовой теории поля (Advanced QFT) была посвящена описанию потоков ренормализационной группы, критических поверхностей и возникающих критических точек, в то время как техникам вычисления диаграмм Фейнмана внимания почти не уделялось.

Вместе с тем еще раз подчеркну, математический уровень курсов Кембриджа очень высок: математика используется как общая структура для концепций, дающая более глубокое описание происходящего. Так, например, при исследовании систем из классической механики, которые встречались в курсах, описание переводилось на язык симплектической геометрии. Еще одним примером будет курс Общей Теории Относительности. Значительная доля времени была уделена описанию свойств многообразий и различным геометрическим объектам на них. Всего из 133 страниц конспекта лекций — 75 приходились на геометрию.

Еще одним важным моментом, которым местные студенты зачастую пренебрегают, является активная и открытая научная среда: каждую неделю в исследовательских группах проводится ряд научных семинаров, на которых докладчик представляет свое поле исследований и последние наработки. 50/50 тости и местные. Приглашаются все желающие.

Объективно, на физфаке МГУ большая нехватка такого научного общения. Имеется вакуум с осведомленностью о том, что происходит в науке вокруг студента. Это большая проблема для всего физфака: возникает ситуация, когда студенты последних курсов, хорошо разбираясь в своей конкретной теме, плохо представляют, что происходит в их научной области. Сказывается отсутствие открытой и доступной информации о научных семинарах, отдельных лекциях и конференциях, как на самом ФФ, так и институтах РАН (не налажено информационно-научное взаимодействие!), а выступления немногочисленных гостей на ФФ проблему осведомленности о современных достижениях и задачах физики не решают. Единственные надежные способы узнать о проходящих конференциях и событиях является интернет. Но, к сожалению, часто информация о конференциях теряется на третьей-четвертой страницах поисковика. Поэтому важно сделать современное научное сообщество физиков более открытым и наладить информационное взаимодействие факультета с институтами РАН/отраслевыми НИИ, ИЦ.

К вопросу об открытости. Среди моих иностранных знакомых, теоретиков и астрофизиков, есть студенты, которые проявили серьезную заинтересованность в получении PhD в России. (Студентов притягивает качество подготовки и кругозор наших бывших соотечественников. Им кажется, что в Российской они смогут найти еще больше таких же светлых умов. Большинства этих студентов — из Франции, страны, научная система которой также в значительной степени изолирована от англоязычного мира.). Проблема, которая их останавливает — видимое отсутствие программ, и абсолютная невразумительность сайтов университетов, включая МГУ. Информации нет совсем, все пусто.



С. Овчинников, магистрант физического факультета МГУ (научный руководитель бакалаврской работы — проф. кафедры теоретической физики Д. В. Галцов), магистрант по углубленного изучения в области прикладной математики Кембриджского университета (магистерская программа Applied Mathematics Part III Кембриджского университета очень высокого уровня, нацеленная на самых сильных студентов, специализирующихся по теоретической и математической физике).

Обучение С.Г. Овчинникова финансируется Фондом развития теоретической физики «БАЗИС» (учрежден в 2016 году российским предпринимателем О.В. Дерипаска, выпускником физфака МГУ, для поддержки теоретической физики в России): *https://basis-foundation.ru/* ; программа Фонда на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова: *https://basis-foundation.ru/special-program/physics-faculty/*

Юлиан Швингер — неустранимая особенность

В этом году исполнилось 100 лет со дня рождения Юлиана Швингера — одного из наиболее выдающихся физиков 20 века, удостоенного Нобелевской премии 1965 года «За фундаментальный вклад в квантовую электродинамику, имеющий важное значение для физики элементарных частиц». Эту премию Швингер разделил с Р. Фейнманом и С. Томонагой. Однако если диаграммы Фейнмана широко известно, то Швингера, как это ни странно, знают гораздо меньше (с Томонагой все понятно — он японец). Конечно, барабан, на котором играл Фейнман, издает более громкие звуки, чем рояль, на котором играл Швингер, но это, по-видимому, не самое главное. Почему-то бытует точка зрения, что Швингер был типичным ученым-одиночкой со странностями, например, любил работать по ночам. В связи с этим его иногда сравнивают с Полем Дираком, что неверно. Хотя в судьбе обоих ученых есть одна общая деталь: во время войны они типичные теоретики работали по оборонной тематике. Чтобы найти ответ на вопрос: «Кто Вы, доктор Швингер?», лучше всего обратиться к самым свежим воспоминаниям его учеников и коллег, поскольку с течением времени остается меньше причин умалчивать некоторые факты.

Бывшие ученики Швингера собрались в Джефферсоновской лаборатории Гарварда, чтобы вспомнить своего наставника, в понедельник, 12 февраля (100 лет спустя после его рождения). Краткий отчет о мероприятии был опубликован в многотиражке Harvard Magazine https://harvardmagazine.com/2018/02/julian-schwinger. На заседании присутствовали три Нобелевских лауреата: Рой Глаубер, Шелдон Ли Гэшшу и Уолтер Гилберт. Глаубер и Гэшшу были аспирантами Швингера, а Гилберт — его ассистентом. Двое из аспирантов Швингера, получивших Нобелевские премии, Бен Рой Моттельсон и Уолтер Кон, отсутствовали. Кон по уважительной причине: он скончался в 2016 году.

Таким образом, Юлиан Швингер подготовил как научный руководитель четырех Нобелевских лауреатов. Столько же, сколько и Энрико Фермии. Среди теоретиков больше учеников (пять), удостоившихся этой премии, было только у Арнольда Зоммерфельда.

Председательствующий, проф. Говард Джорджи (модель Джорджи — Гэшшу), в своем вступительном слове вспоминал великолепные лекции своего учителя, при чтении которых он полностью контролировал как материал, так и аудиторию. Из состоявшейся дискуссии стало ясно: ее участники думают, что Швингер был сингулярностью (it was clear that they thought Schwinger was a singularity).

Действительно, он был явным вундеркиндом, поступил в университет в 16 лет. И тут Швингеру очень повезло: на талантливого молодого человека обратил внимание Исидор Раби (Нобелевский лауреат 1944 года), который и стал его научным руководителем. Раби тогда занимался ядерной физикой, поэтому первые работы Швингера были посвящены именно этой проблематике. В частности, он первым определил спин нейтрона: «On the Spin of the Neutron», Julian Schwinger, Phys. Rev. **52**, 1250 (1937), Published 15 December 1937. Материал для диссертации он набрал к 19 годам, однако степень Ph.D. смог получить только через два года по достижении совершеннолетия.

Из выступления проф. Глаубера: для Швингера, студента застенчивого, И. Раби стал своего рода крестным отцом, и после защиты диссертации отправил Швингера к Дж. Роберту Оппенгеймеру (впоследствии научный руководитель Манхэттенского проекта) для работы в Беркли. Это кажется неожиданным, потому что в то время Оппенгеймер не был широко известен. Однако Раби все сделал правильно.

Именно в Беркли Швингер написал совместно с В. Раритой свою первую знаменитую (renowned) работу (в современной наукометрии знаменитой считается статья, на которую имеется более 500 ссылок; у Швингера таких всего шесть): «On a Theory of Particles with Half-Integral Spin», William Rarita and Julian Schwinger, Phys. Rev. **60**, 61 (1941), Published 1 July 1941, посвященную выводу уравнения для частиц с со спином 3/2 (Omega— гиперон был экспериментально обнаружен в 1964 году). Эта работа привлекла, как принято говорить, внимание широкой научной общественности. Впоследствии Швингер жалел, что он не проанализировал все аспекты использованного в этой работе подхода до конца и не обнаружил суперсимметрию.

С 1942 года по 1945 Швингер не публиковался в открытой печати. В связи с началом войны он, по приглашению своего учителя И. Раби, перешел на работу в лабораторию излучений (Radiation laboratory) Массачусетского технологического института (MIT). К сожалению, по понятным причинам, об этом периоде жизни Ю. Швингера на встрече в Гарварде рассказать было некому.

Лаборатория излучений, развернутая в 1940 году, представляла собой центр, осуществлявший полный цикл работ по созданию радаров: от теоретических исследований до опытного производства. Несколько сомнительное название этого учреждения имеет очень любопытное объяснение. Так как Раби был хорошо известным ядерщиком, то из соображений секретности лаборатория позиционировалась как структура, занимающаяся фундаментальными исследованиями в области ядерной физики, в частности, изучением радиоактивности.

В этой лаборатории Швингер начал проводить исследования по классической электродинамике — области, к которой он периодически возвращался на протяжении всей жизни. Важнейшая задача, стоявшая перед сотрудниками лаборатории, — переход к метровым диапазонам локаторов к сантиметровому. Швингер сначала занимался магетронами, а затем работал в группе Ханса Бете (лауреат Нобелевской премии 1967 года), которая занималась теорией волноводов. Необходимо напомнить, что в то время не было компьютеров. Поэтому кроме постановки физической задачи и построения математической модели, необходимым компонентом исследований был рутинный счет. И здесь весьма пригодились феноменальные математические способности Швингера. Когда Бете переехал в Лос-Аламос, Швингер возглавил его группу. Надо отметить, что Оппенгеймер настоятельно предлагал и самому Швингеру работать в Нью-Мексико, но тот отказался. Однако допуск по Манхэттенскому проекту Швингер все-таки получил, и отомкадировывался в Металлургическую лабораторию университета Чикаго в распоряжение Энрико Ферми (лауреат Нобелевской премии 1938 года) и Юджина Вигнера (лауреат Нобелевской премии 1963 года). Как известно, в указанной лаборатории шли работы по ядерным реакторам, и помощь Швингера понадобилась при создании прототипа промышленной машины для Хэнфорда. Отзывом этой командировки стала опубликованная после войны совместная с Мортоном Хаммермешем работа по рассеянию медленных нейтронов дейтерием.

Теперь о причине отказа Швингера перебраться в Лос-Аламос. *Пересказ выступления проф. Глаубера: Осенью 1945 года в Лос-Аламосе, штат Нью-Мексико, ученые, работавшие над Манхэттенским проектом, услышали блестящую лекцию Юлиана Швингера о новом ускорителе, который он рассчитал. Глаубер, который прервал свое обучение в Гарварде и работал в Лос-Аламосе лаборантом (ему было 20 лет), на этой лекции присутствовал. По словам Глаубера, это выступление было экстраординарным: Швингер сделал все, вплоть до полной теории радиационных потерь.*

К сожалению, вторая знаменитая статья Швингера «On the Classical Radiation of Accelerated Electrons» Julian Schwinger, Phys. Rev. **75**, 1912 (1949), Published 15 June 1949, посвященная теории синхротронного излучения, была опубликована с большим запозданием только в 1949 году. Но-видимому, это связано с тем, что Швингер, вернувшись в Гарвард, начал работать над новой проблемой — квантовой электродинамикой, работы по которой и принесли ему Нобелевскую премию.

Необходимость развития теории именно в этом направлении стала очевидной как раз в связи с развитием микроволновой техники, позволившей существенно повысить точность измерений в атомной физике. Это привело, в частности, к открытию лэмбовского сдвига.

Когда говорят о квантовой электродинамике, то сразу же вспоминают диаграммы Фейнмана — исключительно наглядный способ описания процессов с участием частиц. Швингер же основывал минимум удобный математическим аспектам теории. Один его коллега как-то сказал: «Некоторые печатают свои произведения для того, чтобы показать всем, как это делается, а Юлиан Швингер публикует свои работы, чтобы показать, что только он один и может это сделать». Тем не менее, именно Швингер первым получил конкретную формулу, которую нельзя было вывести, используя методы «старой» квантовой теории — он рассчитал аномальный магнитный момент электрона. Этот результат был опубликован в статье «On Quantum-Electrodynamics and the Magnetic Moment of the Electron», Julian Schwinger, Phys. Rev. 73, 416 (1948), Published 15 February 1948. Дальнейшие его работы по квантовой электродинамике содержали более детальное обоснование метода перенормировок при вычислении радиационных поправок.

Основатели квантовой механики заложили основы квантовой электродинамики еще в конце 1920-х гг. Их подход очень хорошо работал в так называемом древесном приближении. Однако он не позволял корректно учесть взаимодействие частиц с вакуумом — так называемые радиационные поправки. Поправки выражались через расходящиеся интегралы, что делало теорию бессмысленной. Столкнувшись с подобной ситуацией, физики в 1930-х гг. надеялись выйти из создавшегося положения путем радикальных изменений в теории. Томонага, Швингер и Фейнман обошлись без фундаментальных нововведений. Они полностью сохранили физические основы теории, заложенные Дираком, изменив только математическую надстройку. В рамках развитой ими схемы перенормировок, для всех регистрируемых величин теория предсказывает конечные результаты. По словам Фримена Дайсона, их победа была победой консерватизма. Данная оценка крайне важна, поскольку именно Дайсон придал квантовой электродинамике современный вид, объединив интуитивный подход Фейнмана с доведенным до совершенства Швингером математическим аппаратом таким образом, что все смогли этим аппаратом пользоваться, не прибегая к «физическим соображениям», в которых был так силен Фейнман.

История создания квантовой электродинамики весьма поучительна для развития науки и в настоящее время, когда излишне много говорят о «новой физике».

О кончательная версия теории Швингера была опубликована между 1951 и 1954 годами в серии из пяти статей, озаглавленных «Теория квантованных полей». Эти шедевры были фактически проигнорированы. По едкому замечанию одного из учеников Швингера, некоторые теоретики не смогли одолеть даже первые страницы. Именно по этой причине все работы, за которые Швингер был удостоен Нобелевской премии, не относятся к категории «знаменитых». Кроме одной: «On Gauge Invariance and Vacuum Polarization», Julian Schwinger, Phys. Rev. **82**, 664 (1951), Published 1

ЗИК

3(131)/2018

ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

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

Швингера). Также Швингер публиковал и статьи по традиционной для него тематике — электродинамике. С аспирантами он практически не работал. В последние годы он заинтересовался так называемым «холодным термоядом». Эта проблема считается маргинальной, и о ней в приличном обществе говорить не принято. Хотя четких указаний на отсутствие эффекта до сих пор нет.

Во время работы в UCLA Швингер перестал публиковаться в Physical Review. И только после разделения журнала на секции он напечатал несколько статей в Phys. Rev. A. По этому поводу Швингер писал: «Конформизм страшен. Я испытал это на себе, когда представленные работы отклонялись редакторами на основании огульной критики анонимных рецензентов. Замена беспристрастного рецензирования цензурой будет смертью науки».

Архив Швингера находится в библиотеке UCLA. В каталоге http://www.oac.cdlib.org/findaid/ark:/13030/tf5870062x/entire_text/, кроме огромного количества конспектов лекций и черновиков его известных работ, попадаются весьма любопытные единицы хранения. Например:

Box 1, Folder 3 The ORION Project (lecture manuscript?), n.d. [Проект конца 50-х — начала 60-х годов. Ракета, разгоняемая энергией ядерных взрывов. Закрыт после подписания в 1963 году договора о запрещении ядерных испытаний в трех средах. Руководитель теоретических разработок — Фримен Дайсон].

Box 1, Folder 4 Scattered signal from a perfectly conducting surface (manuscript), n.d.

Box 1, Folder 5 Strategic Aperture Radar (SAR) manuscript computations notebook and photocopied reader, ca. 1982(?).

Box 1, Folder 7 How to (maybe) detect stealth aircraft over the ocean.

Небольшой отрывок из официальной биографии Швингера: J. Mehra and K.A. Milton. Climbing the Mountain — The Scientific Biography of Julian Schwinger (OUP, 2000). Перевод вольный, но, на мой взгляд, такой вариант лучше объясняет то, что хотели сказать (или скрыть?) авторы книги.

Юлиан Швингер был одним из самых талантливых ученых двадцатого века… но даже среди физиков признание его фундаментального вклада остается ограниченным, отчасти потому, что его плотный формальный стиль в конечном итоге оказался менее доступным, чем более интуитивный подход Фейнмана. Однако структура современной теоретической физики была бы немыслима без многочисленных идей Швингера. Зачастую источник этих идей неизвестен даже профессионалам.

К сожалению, Швингер, когда-то названный Робертом Оппенгеймером «наследником магнии Эйнштейна», никогда не имел того влияния на мир физики и общество в целом, которое он должен был бы оказывать. Элитарность Швингера была гибельной для него. Тем не менее, его наследие живет. Причем не только в его трудах, но и в работах его многочисленных учеников, среди которых лидеры как в области физики, так и в других областях.

В некрологе, опубликованном в Нью-Йорк Таймс (Июль 19, 1994) https://www.nytimes.com/1994/07/20/obituaries/julian-schwinger-76-physicist-who-shared-nobel-prize-in-1965.html, говорится:

«Юлиан Швингер, физик-теоретик, чьи работы в области квантовой электродинамики принесли ему Нобелевскую премию в 1965 году, умер в субботу в своем доме в Лос-Анджелесе. Ему было 76. Как сообщили официальные представители Калифорнийского университета (Лос-Анжелес), где он работал последние 22 года, смерть наступила от рака поджелудочной железы.

Доктор Швингер разделил Нобелевскую премию с доктором Ричардом Фейнманом, давним коллегой и соперником, и Синьитиро Томонагой из Японии…

Юлиан Сеймур Швингер родился в 1918 году в Манхэттене в семье состоятельного производителя одежды…

Он написал свою первую научную работу в возрасте 17 лет…

Закончил аспирантуру в 19…

Получил докторскую степень в возрасте 21 года в 1939 году…

Во время Второй мировой войны …

Стал полным профессором Гарварда в 29 лет, одним из самых молодых за 300-летнюю историю университета…

В 1951 году перешел с Кубрика Гоулаем первую премию имени Альберта Эйнштейна, учрежденную Институтом перспективных исследований в Принстоне …

Президент Линдон Б. Джонсон наградил доктора Швингера вновь созданной Национальной медалью науки США в 1964 году…

Перешел в Калифорнийский университет на должность профессора физики в 1972 году…

Доктор Швингер интенсивно работал до последних дней, стремясь во всем к абсолютному совершенству.

У него осталась жена Кларисса Крол Швингер, с которой он прожил 47 лет».

Швингер похоронен на кладбище Маунт Оберн. На надгробии над его именем выгравировано полученное им значение аномального магнитного момента электрона.

Лобанов А.Е., ведущий научный сотрудник кафедра теоретической физики

Развитие физики в Московском университете: физический факультет

К 85-летию физического факультета МГУ

Развитие физики в Московском университета начинается со времени его основания. А еще раньше, 16 и 20 марта 1755 года, по просьбе директора университета А.М. Аргамакова на заседании конференции Академии наук рассмотрен вопрос о помощи университету в оснащении библиотеки и приобретении оборудования для физического кабинета.

Более ста семидесяти пяти лет развития физики в университете привело к созданию целого ряда условий, позволивших образовать физический факультет. Это и формирование отечественной школы преподавания физики, берущее свое начало от «Краткого начертания физики» П.И. Страхова, имеющего генетическую связь с «Вольфинианской экспериментальной физикой» М.В. Ломоносова, создание условий для проведения научных исследований и внедрению их в учебный процесс — от постановки отдельных экспериментов, таких как опыт Фую повторяет М.В. Спасским в 1851 году сразу после появления сообщения об этом опыте), к созданию физической лаборатории А.Г. Столетовым при активной поддержке Н.А. Любимова.

Именно Н.А. Любимову принадлежат слова об оценке деятельности М.В. Ломоносова: «Истинное значение Ломоносова, как ученого, в том что он был первым русским ученым в европейском смысле, живым оправданием замысла Петра ввести Россию, как равного члена, в семью европейских народов».

Физическая лаборатория послужила той отправной точкой, которая позволила в дальнейшем Н.А. Умову, А.П. Соколову и П.Н. Лебедеву организовать работу по созданию Физического института.

Такие условия сложились к началу 30-х годов XX века, когда произошли с большие изменениями в Московском университете. К этому времени в университете также сформировалось значительное сообщество физиков, которые во многом определили развитие физической науки в университете в последующие годы. В первую очередь здесь следует назвать С.И. Вавилова и Л.И. Мандельштама. Учеников Л.И. Мандельштама был И.Е. Тамм, подготовивший много известных физиков, в том числе А.А. Власова и В.С. Фурсова.

В 1930 году физико-математический факультет Московского университета получил наименование физико-механико-математического с отделениями физико-механическим, математическим и астрономо-геодезическим. В 1931 году упраздняется факультетская система и образуется ряд самостоятельных отделений, в том числе и физическое. 16 апреля 1933 года на базе физического отделения и научно-исследовательского института физики (НИИФ) был создан физический факультет, что отражало реальные тенденции в развитии университета, связанные в первую очередь с потребностями производства в стране. Именно практические потребности привели к значительному увеличению числа подготовливаемых в области физики специалистов.

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

В 1935 году деканом факультета становится профессор С.Э.Хайкин.

Окончательное организационное оформление физического факультета относится к 1937-38 годам, когда в университете была введена штатно-окладная система. В 1937 году деканом факультета стал профессор А.С. Предводителев (член-корреспондент АН СССР с 1939 года). В 1938–1940 годах прием на факультет составил 170 человек, а общее число студентов достигло 770.

В начале Великой Отечественной войны число обучающихся на факультете сократилось до 200 человек, но уже в 1943 году стало возрастать. В 1950 году оно достигло 850 человек.

Во время войны после возвращения факультета из эвакуации (1943 год) происходит обновление преподавательского состава за счет сотрудников, появившихся в университете в результате эвакуации и реэвакуации (Н.Н. Боголюбов, А.А. Соколов, Д.И. Иваненко и др.). На этот процесс оказывают влияние и общие государственные программы, в первую очередь — ядерная программа. 1 ноября 1944 года академик И.В. Курчатов утвержден в должности профессора (по совместительству) на кафедре физики атомного ядра физического факультета. Эта кафедра была образована на физическом факультете в 1940 году, и ее руководителем был член-корреспондент АН СССР Д.В. Скобельцын (академик АН СССР с 1946 года).

В сложное послевоенное время деканом физического факультета был член-корреспондент АН СССР С.Т. Конобеевский.

Строительство комплекса новых зданий на Ленинских горах потребовало больших усилий и работы всего коллектива. С 1948 по 1954 годы деканом факультета был профессор А.А. Соколов, возглавивший эту сложную работу. В 1953 году факультет переезжает в новое здание, которому в этом году исполнилось 60 лет.

Начавшийся еще в 30-х годах прошлого столетия процесс подготовки специалистов в масштабах, на порядок превышающих существовавшие ранее, привел к болезненному делению науки на «академическую» и «вузовскую». Частично это противоречие было снято в результате проведенных на факультете реформ в середине 50-х годов. В августе 1954 года деканом факультета был утвержден профессор В.С. Фурсов, трижды лауреат Государственной премии. Реформы середины 50-х годов стали необходимы в связи с возникновением новых научных направлений и с выходом числа ежегодно подготавливаемых специалистов на такой уровень, который требовал упорядочения структуры специальностей. В середине 50-х годов число выпускников факультета впервые превысило 500.

В 1955 году было завершено строительство астрономической обсерватории на Ленинских горах, а в октябре 1956 года в состав физического факультета вошло астрономическое отделение механико-математического факультета.

Начиная с 1960 года осуществляется тесное сотрудничество Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) и г. Дубне и физического факультета, инициатором которого стал Д.И. Блохинцев, профессор физического факультета, член-корреспондент АН СССР, являвшийся в то время директором ОИЯИ. На базе института было подготовлено большое число специалистов-физиков.

В этом году исполняется семьдесят пять лет существующей ныне на факультете отделенческой структуре. Недавно она пополнилась еще одним отделением — отделением прикладной математики.

В 1973 году ректором Московского университета становится член-корреспондент АН СССР Р.В. Хохлов (академик с 1974 года) — крупный ученый, внесший серьезный вклад в развитие нелинейной оптики, радиофизики, акустики и квантовой электроники, теории колебаний. Его жизнь трагически оборвалась в 1977 году. Будучи убежденным сторонником активных занятий спортом, он принимает самое активное участие в подготовке и проведении Универсиады в Москве летом 1973 года, которая проходила на базе Московского университета.

С 1977 по 1992 годы ректором Московского университета был академик А.А. Логунов, внесший фундаментальный вклад в развитие квантовой теории поля, установивший строгие теоремы для поведения характеристик сильного взаимодействия при высоких энергиях, создал оригинальную релятивистскую теорию гравитации.

Проведенные в 60-х годах прошлого столетия науковедческие исследования показали, что исключительно высокие темпы развития науки, которые были характерны для нее в 50–60-е годы не могут сохраняться достаточно долго. При таких темпах к концу XX века все население планеты должно было бы заняться наукой, а вся бумага использовалась бы для научных публикаций.

В дальнейшем темпы роста научных исследований в мире в целом стали снижаться. Интенсивно ищутся новые носители информации больших объемов. В целом стало уменьшаться и финансирование образовательных программ (если учитывать инфляцию). Все эти процессы стали характерными с начала 70-х годов.

Что касается развития физики в Московском университете с середины 50-х до середины 80-х годов прошлого столетия, то они характеризуются устойчивыми темпами научных исследований и устойчивым уровнем подготовки специалистов — примерно 450 выпускников ежегодно.

В июне 1989 года на физическом факультете были проведены выборы декана. Им стал профессор А.П. Сухоруков. В 1992 году был принят Устав физического факультета. В результате проведенных после этого выборов деканом факультета стал профессор В.И. Трухин. В 2011 году деканом физического факультета избран профессор Н.Н. Сысоев.

Возникшие в середине 80-х годов XX века новые компьютерные технологии смогли решить проблемы хранения, обработки и передачи больших информационных потоков. Вместе с тем в мире в целом возникли проблемы, связанные с недостатком специалистов в области естественных наук.

Юбилеи физического факультета вначале отмечались в рамках других событий. Обычно это были юбилеи университета. Наиболее широко отмечались юбилеи Московского университета: 185-летие в 1940 г. и 225-летие в 1980 г.. Отдельно юбилеи физического факультета официально начали отмечаться начиная с 1993 года (газета «Московский университет», 1993, №4 (3760)). В этом году исполняется 25 лет этой традиции.

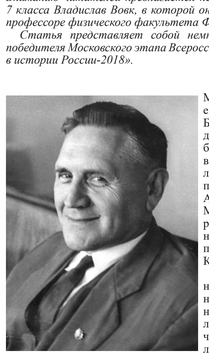
Профессор П.Н.Николаев

Цель жизни — служение науке и Отчизне

Вниманию читателей предлагается необычная статья. Ее автор — ученик 7 класса Владислав Вовк, в которой он рассказывает о своем прадедушке — профессоре физического факультета Федоре Андреевиче Королеве.

Статья представляет собой немного сокращенный вариант проекта победителя Московского этапа Всероссийского конкурса «История моей семьи в истории России-2018».

Редакция



Мой прадедушка Королев Федор Андреевич родился 10 июня 1909 года, в селе Болошнево Рязанской губернии в многодетной крестьянской семье, в которой было 6 детей. С детства он трудился в крестьянском хозяйстве своих родителей, в середине двадцатых годов семья переехала в Москву. В 1926 году Федор Андреевич экстерном закончил 1-ю Московскую школу Замоскворецкого района и начал работать чернорабочим на железной дороге, в 1928 г. он поступил рабочим на прядильную фабрику Комбината Трехгорной мануфактуры.

Несколько слов хочу сказать о влиянии революции на Россию и конкретно на мою семью. В прошлом году исполнилось сто лет со дня Октябрьской революции 1917 года. Система эксплуатации человека человеком, классовое разделение возникло задолго до событий Октября, проявляясь в различных общественно— исторических формациях. Неизменным оставалось классовое разделение людей по имущественному и сословному принципу, менялись формы, но суть системы неравенства оставалась неизменной. Только Октябрьская революция изменила такое положение в жизни людей. Пример Советского Союза показал возможность принципиально справедливого социального переустройства, доказал реальность и указал путь построения государства нового типа.

Уже на заре советского государства развивающаяся социалистическая промышленность нашей Родины остро нуждалась в инженерных и научных кадрах. По призыву партии и правительства в ВУЗы страны шла молодежь из рабочих и крестьян. Возможно ли было поступить рядовому рабочему, а тем более работать в лучшем учебном заведении до революции. Ответ, скорее всего, будет отрицательным.

В 1930 году прадедушка поступил в Московский институт инженеров связи, в 1931 перешел на физическое отделение Московского университета, которое закончил в 1935 году. В апреле 1933 года на базе отделений произошло восстановление факультетской системы. В составе университета появились: механико-математический, физический, химический, биологический, почвенно-географический и рабочий факультеты.

В 1935–1938 гг. Фёдор Андреевич учился в аспирантуре физфака МГУ. Его первая научная работа вышла в 1937 г. (Ф.А.Королёв «О применении метода Теплера для измерения поглощения ультразвука в жидкостях». ДАН СССР, т.15, №1, 35–36). Большую роль в становлении Фёдора Андреевича как учёного сыграло внимательное и доброжелательное отношение к его научной работе со стороны академиков: С.И. Вавилова, Г.С. Ландсберга, М.А. Леонтовича. Михаил Александрович Леонтович был научным руководителем по кандидатской диссертации Фёдора Андреевича «Исследование ультразвукового поля по методу Теплера (оптический метод) и применение его к измерению поглощения в жидкостях и газах» (1939 г.). В 1939–1941 гг. Фёдор Андреевич заведовал редакцией физико-математического журнала АН СССР, работал в качестве старшего редактора отдела физики Большой советской энциклопедии (БСЭ) (1938–1944 гг.)

В марте 1942 года он Федор Андреевич вернулся на физический факультет МГУ, воссоздал кафедру оптики, осуществил в кратчайший срок восстановление подготовки специалистов по специальности «оптика» и научные исследования по данному направлению. В дальнейшем с 1946 года он возглавил кафедру оптики, которой руководил вплоть до своей кончины.

Сразу после начала войны планы научно-исследовательской работы факультета, были пересмотрены и получили оборонную направленность. С первых дней войны коллектив физфака наладил выпуск деталей для мин, снарядов и ручных гранат, освоил производство новых приборов для авиации, артиллерии, боевых кораблей Военно-морского флота.

Федор Андреевич организовал разработку и выпуск аппаратуры для экспрессного спектрального анализа металлов и сплавов, необходимых при производства танков и самолетов.

В годы войны на кафедре были разработаны эффективные оптические методы исследования и приборы для изучения самых разнообразных явлений быстропротекающих процессов: распространение ультразвука, полета снарядов, распространение ударных и детонационных волн, движение различных продуктов взрыва, проводилось сверхскоростное фотографирование кумулятивных струй, изучение динамики их развития, определение скорости распространения. Эти исследования имели особое значение, поскольку Федору Андреевичу впервые удалось раскрыть физическую природу кумуляции как явления, связанного с переходом кинетической энергии частиц продуктов взрыва в энергию направленного движения струи. Им были также развиты методы, позволяющие изучать взрывы непосредственно в полевых условиях.

С академиком Михаилом Александровичем Леонтовичем и коллегами в оптической лаборатории физического факультета 1943 год

В 1946 году Федор Андреевичу была присуждена Сталинская премия «За разработку методов и приборов для исследования направленного взрыва».

Деньги на премии брались из гонораров И.В. Сталина за издания его трудов, в том числе за рубежом. Возможно, на премии также шла часть зарплаты вождя. Премия давалась не по совокупности заслуг, а за конкретные работы и достижения. Поскольку она задумывалась именно как материальный стимул, то присуждалась в основном людям в среднем возрасте или даже молодым. А в качестве награды к премии обычно прилагался орден.

Размер премий — 100 тысяч рублей (первая премия), 50 тысяч (вторая) и 25 тысяч (третья) — существенно превышал средний уровень зарплат в стране (средний годовой доход библиотекаря в 1939 году — 1800 рублей. Мой прадедушка все свое вознаграждение вложил в науку и раздал родственникам.

Громадную работу Фёдор Андреевич провел в качестве заместителя декана физического факультета по научной работе, когда осуществлялся перевод физического факультета в новое здание на Ленинских горах. Значительная часть созданной в то время материальной базы и сейчас надежно служит коллективу факультета.

С 1942 года он — доцент, с 1959 года — профессор, в 1970 году получил почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Фёдор Андреевич был выдающимся учёным и прекрасным педагогом, его учебники : Ф.А. Королёв «Курс физики. Оптика. Атомная и ядерная физика» (учебное пособие для педвузов), «Учпедгиз», 1962 г., «Теоретическая оптика» (учебное пособие для университетов). «Высшая школа», 1966 г. «Курс физики. Оптика. Атомная и ядерная физика» (учебное пособие для педвузов) изд. 2-е, переработанное. «Просвещение», 1974 г., написаны доступным, понятным языком, и сейчас используются, как учебная литература. Это касается и монографий, в первую очередь «Спектроскопия высокой разрешающей силы» 1953 г. «Гостехиздат» 1953. На кафедре оптики Фёдор Андреевич читал курсы лекций «Теоретическая оптика» и «Атомная спектроскопия». Как ученый-исследователь Фёдор Андреевич был как сильным теоретиком, так и прекрасным экспериментатором, претворявшим все задумки в действующие устройства.

Фёдор Андреевич Королев — заместитель декана, заведующий кафедрой оптики и спектроскопии физического факультета 1953 год

При этом большая часть разработок не имела аналогов, были оригинальными, получили широкое признание не только в нашей стране, но и за рубежом. За эту работу в 1971 году он был награжден Ломоносовской премией.

В напылительной лаборатории кафедры — создание уникальных светофильтров для советской космической программы 1968 год

Фёдор Андреевич был глубоко образованным, широко эрудированным человеком, любил и прекрасно знал русскую историю и литературу, любил цитировать классиков. Его любимым отдыхом была работа на подмосковном садовом участке.

10 июня 2019 года исполняется 110 лет со дня рождения Королева Фёдора Андреевича. Он был выдающимся советским физиком. Время, прошедшее после его смерти, показало, насколько дальновидным он был ученым и руководителем. Многие научные направления, которые при нем сформировались на кафедре, прошли испытание временем и продолжают успешно развиваться.

Прадедушка не дожил нескольких дней до своего 70-летия. Служение Отчизне, своему народу, наше было воплощением его жизненной мечты и целью жизни.

Я хочу продолжить путь моего прадедушки. Сейчас я учусь в инженерном классе, увлекаюсь математикой, изучаю китайский язык и понимаю, что именно мой прадедушка дал нам путь в научный мир.

И я горжусь своими корнями, храню уважение и любовь к своему прадедушке, написав эту работу о нем.

Передача эстафеты

Я выражаю глубокую признательность за помощью в подготовке моей работы моему руководителю — Ирине Павловне. Она помогала мне с подготовкой выступления, советами, замечаниями.

ученик 7 «Д» класса В.Ю. Вовк

правнук Ф.А. Королева

«Проводники теории резонанса» в советской науке

К 85-летию физического факультета

В будущем году исполняется 125 лет со дня рождения Якова Кивовича Сыркина (1894–1974). Человек, на первый взгляд, не имеющий никакого отношения ни к физике, ни к физфаку МГУ. Химик (хотя, часто всё же добавляют: *физико*-химик), всю жизнь проработавший в химических институтах: преподававший в МИТХТ и на химфаке МГУ, занимавшийся наукой в знаменитой «Карповке» и в ИОНХ'е (соответственно: Московский институт тонкой химической технологии имени М.В. Ломоносова; Научно-исследовательский физико-химический институт (НИФХИ) имени Л.Я. Карпова; Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова АН СССР).

В действительности же — глубоко понимавший и ценивший физику, сделавший очень много для успешного «проникновения» физики в химию, и много давший физическому факультету МГУ.

Среди учеников Сыркина — Лев Александрович Блюменфельд, создатель и многолетний заведующий кафедры биофизики физфака МГУ — первой кафедры биофизики на физических факультетах университетов нашей страны. Одним из своих учителей с благодарностью считает Сыркина профессор физфака Симон Эльевич Шноль.

Вот такой прекрасный подарок сделал Сыркин нашему факультету.

Жизненный путь Сыркина был достаточно зигзагообразен, как в переносном, так и в самом прямом смысле. Родился в Минске, учился во Франции (на химическом факультете университета Нанси), затем — в Берлине, затем (с начало Первой мировой войны) — в Риге (химический факультет Рижского политехнического института), затем — ещё восточнее, в Иваново (куда был эвакуирован Рижский политех), где проработал до 1931 года, и, наконец, — снова «на запад», в Москву. В Москве он на долгие годы становится заведующим кафедрой физической химии в МИТХТ, и одновременно организует в НИФХИ (впервые в СССР!) работы по экспериментальному исследованию строения химических веществ с помощью метода дипольных моментов. Все эти годы, 1920–30-ее, он внимательнейшим образом следит за развитием физических методов, замечая появление новых, применяя или анализируя их в своих работах и пропагандируя среди коллег: рентгеноструктурный анализ, инфракрасная спектроскопия колебательных спектров молекул, оптические и электрические методы (эффект Керра, деполяризация, анизотропная поляризуемость). По-видимому, одним из первых в СССР, он обращает внимание на комбинационное рассеяния света, а позже — на только что открытое явление электронного парамагнитного резонанса, как на важные инструменты исследования. И, разумеется, в центре его внимания всегда находятся теоретические методы физики в химии.

«Уже не раз в истории химии физические теории и методы оплодотворяли химическую науку. Достаточно вспомнить определение молекулярных весов физическими способами, применение термодинамики к химическим реакциям, вычисление свободных энергий, выяснение ряда аддитивных и конститутивных свойств и т.д.

В настоящее время связь физики с химией стала более крепкой. Это по существу уже неразрывная связь, поскольку исследование молекул составляет в равной степени как предмет химии, так и физики. <…>

На современном этапе физика приобретает для химии громадное значение в двух направлениях. Квантовая механика позволяет объяснить структуру валентности. Чёрточка валентности приобретает физический смысл и содержание. Природа химических сил, смысл химической связи вскрываются квантовой механикой, которая имеет теперь для химиков принципиально такое же значение, как законы классической механики Ньютона для астрономии. Возникает новая область химии — квантовая химия, перед которой открываются новые возможности»[1].

Сегодня эти слова звучат как прописная истина, но 80 и более лет назад они отнюдь не были столь очевидны для всех. Напомним, что первый квантово-химический расчёт — молекулы водорода — был выполнен В. Гайтлером и Ф. Лондоном всего лишь в 1927 году.

С конца 1930-х гг. Сыркин рука об руку работает вместе со своей ученицей М.Е. Дяткиной. Множество совместных статей, переводы ряда книг по современной химии[2], издание первого в СССР собственного учебника подобного рода «Химическая связь и строение молекул»[3], а также печально знаменитый «суд» над теорией резонанса (о котором речь ниже) соединили их имена прочной связью. Мирра Ефимовна Дяткина (1915–1972), обладая исключительным математическим талантом, не имела возможности реализовать его полностью в силу социальных особенностей нашей страны (из-за непролетарского происхождения она не имела права получать высшее образование, и лишь через несколько лет после окончания школы, благодаря счастливому стечению обстоятельств, смогла поступить в вуз — став, правда, химиком, а не математиком, но выбирать не приходилось). И все свои математические способности она устремила в новую, ещё только нарождающуюся и так требующую хороших математиков область — теоретическую химию.

В годы войны они, как и многие учёные, занимались разными оборонными задачами, в 1946 г. были награждены медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», а Сыркин в 1943 г. также получил высшую награду в СССР тех времён — Сталинскую премию СССР II степени по науке за ряд работ, в том числе за работу по теме «Химическая связь и строение молекул», и в том же году был избран в члены-корреспонденты Академии наук СССР. Однако спустя несколько лет жизнь сделала новый зигзаг, и за ту же работу по развитию представлений о природе химической связи и строении молекул Сыркина и Дяткину осудили как проводников буржуазного влияния, стремящихся «подорвать материалистические основы теории химического строения» с помощью теории резонанса Л. Полинга — «порождения растленной идеологии англо-американской империалистической буржуазии, враждебной от начала до конца передовой материалистической науке», «такой же мертвой ветви буржуазной науки, отравляющей научную атмосферу, как вейсманизм-морганизм»[4,5].

Напомним, что «теория резонанса» применительно к вопросам строения молекул и природы химической связи возникла в связи с несоответствием свойств молекул, предписываемых им описанием через «классические» структурные формулы («значки» атомов и одинарные-двойные-тройные «чёрточки» между ними), и экспериментально наблюдаемых. Разрешить это противоречие она предлагала, рассматривая волновую функцию электронной составляющей «реальной» молекулы как суперпозицию («резонанс») «классических» валентных структур. Идею такого описания впервые предложил Вернер Гейзенберг в 1926 для описания атома гелия и двухэлектронных ионов, а в последующие годы (1928—1933) её развили для описания электронной структуры молекул Джон Слэтер и Лайнус Полинг: Примерно в то же время (1926—1934) сходные представления разрабатывались Кристофером Ингольдом. Однако в этой прозрачной физической схеме при желании легко было усмотреть «идеализм» (свойства молекулы рассматривался на основании не существующих в реальности, т.е. «идеальных» структур!), а в идеализме — политическое преступление и предательство интересов Родины.

Беда, по счастливому стечению обстоятельств обошедшая советскую физику, спасшуюся от разгрома благодаря отмене в последний момент Всесоюзного совещания физиков 1949 года, не миновала химию. С 1949 по 1951 гг. в ряде наиболее важных советских журналов («Большевик», «Вопросы философии» и др.), в научных институтах и, наконец, в Академии наук, прошла кампания по осуждению идеализма в химии, основным «оружием» которого была названа теория резонанса. Был в этой кампании брошен клевета и в сторону физиков, не искоренивших «физический и философский идеализм в своей науке»[6] и тем самым давших почву для существования теории резонанса.

В итоге Сыркин был уволен из МГУ и НИФХИ, но благодаря невероятно смелому заступничеству тогдашнего ректора МИТХТ Павла Игнатьевича Зубова остался работать в МИТХТ. Дяткиной повезло меньше: она была уволена со всех мест работы, и только помощь друзей помогла ей пережить несколько трудных лет.

А в 1957 году судьба снова сделала зигзаг: Сыркин и Дяткина были приглашены работать в ИОНХ АН СССР, где они смогли вернуться к работам по химической структуре веществ и природе химической связи, которые во многом с упущенным приоритетом. Более того, в 1964 г. Сыркин был избран действительным членом АН СССР. По легенде, место в Академии, выделенное специально для одного известного впоследствии (а тогда ещё относительно молодого) учёного, было «отбито» генералом-академиком И.Л. Кнунянцем, который устыдил собравшихся на выборы коллег-академиков в том, что классик, по статьям и книгам которого они учились, до сих пор не избран в АН.

Ещё зигзаг: в конце 1950-х бывший главный враг советских химиков Л. Полинг оказался другом (благодаря своим антимилитаристической позиции; впрочем, он её высказывал и раньше, в конце 1940-х, поэтому изменения в отношении СССР к Полингу вызваны изменениями, происходившими в самом СССР, а не изменениями позиции Полинга). В 1958 г. он был избран Иностранным членом АН СССР и в 1961 г. приехал с визитом в СССР, посетив, в том числе, и ряд академических химических институтов в Москве. Однако Сыркину с ним встретиться не удалось — академическое начальство, узнав о визите Полинга, срочно (и, по воспоминаниям сотрудников Я.К., в приказном порядке) отправило Сыркина на лечение в санаторий.

Жизнь советских академиков часто завершалась перепиской их родных институтов, академий и государственных органов об увековечении памяти почившего. Есть такая переписка и в деле академика Сыркина, однако ни в монументальном искусстве, ни в топонимике современной России имя Якова Кивовича Сыркина, равно как и Мирры Ефимовны Дяткиной, пока нигде не увековечено.

Но есть один удивительный памятник, который вполне можно считать данью памяти этим людям, пусть и обезличенной. На станции Московского метро «Менделеевская» под сводом центрального нефа на торцевой стене выбита таблица Менделеева. По бокам её украшают два скромных шестиугольника с разными наборами диагоналей. В них угадываются резонансные формулы бензола — хотя и не «канонические» структуры Кекуле и Дьюара, к которым мы привыкли, но всё же, вполне способные претендовать на роль скромного памятника теории резонанса и её «проводникам» в отечественной науке.

1. *Сыркин. Применение физических методов в органической химии. Промышленность органической химии. 1937, No 6, с. 322–331.*
2. *Л. Паулинг. Природа химической связи. Москва, Ленинград: Госхимиздат, 1947. — 440 с.; Уэланд Дж.У. Теория резонанса и ее применение в органической химии. Москва: Госиздат ИЛ, 1948. — 463 с.; Уотерс У. Химия свободных радикалов. Москва: Издательство иностранной литературы, 1948. — 320 с.*
3. *Сыркин Я.К., Дяткина М.Е. Химическая связь и строение молекул. Учебное пособие. — М.: Госхимиздат, 1946. — 588 с.*
4. *Жданов Ю.А. Избранные труды А.М.Бутлерова // Большевик. 1951. №3. С.65–71.*
5. *Состояние теории строения в органической химии. Всесоюзное совещание 11–14 июня 1951 г.: Стенографический отчет. М.: Изд. АН СССР, 1952.*
6. *Реутов О.А. К итогам Всесоюзного совещания по теории химического строения в органической химии // Вопросы философии. 1951. № 4.С.167–181.*

Выпускник кафедры биофизики 2000 г., научный сотрудник НИИФХБ МГУ. В.В. Птушенко

Песни войны

9 мая 2018 года

У ветеранов строительных отрядов физфака МГУ есть замечательная традиция: каждый год в День Победы 9 мая мы собираемся на Воробьевых горах, чтобы общаться друг с другом и петь военные песни. Заводилой и запевалой бессменно служит Света Сорокина (выпуск 1962 года), которая каждый год обзванивает всех и напоминает о встрече. И хотя каждый из нас прекрасно знает, где, когда и с кем предстоит встреча, ее звонок все встречают с радостью и душевным волнением.

Так было и в этом году. В 6 часов вечера (хотел написать после войны) мы собрались на платформе метро «Воробьевы горы» в центре зала. Несмотря на почтенный средний возраст нашей компании, который давно перевалил за 70 лет, эмоции зашкаливают. Потихоньку одолеваем подъем на Воробьевы горы и останавливаемся на своем традиционном месте, на травке, недалеко от пешеходной асфальтированной дорожки парка. Это место мы облюбовали ровно 10 лет назад, а раньше собирались на трудно доступных площадках, в глубине Воробьевых гор. Появляется импровизированный стол с бутербродами и выпивкой. Наряд полиции, как обычно бывало во все годы ранее, подходит с замечаниями, но продемонстрировав свое уважение к ветеранам, больше не появляется.

В. Кандидов делится воспоминаниями

После минуты молчания начинаются песни и воспоминания. Каждый имеет право высказаться. У каждого война оставила в семье свой кровавый след. Запомнился рассказ В. Кандидова (выпуск 1959 года), который видел и помнит, как в июле 1944 года вели пленных немцев в Москве по Садовому кольцу. Может показаться удивительным, что злобы жители Москвы по отношению к немцам совершенно не демонстрировали. Ведь у каждого москвича было что высказать этой арийской нации. Хотя среди пленных были представители практически всей Европы. Охрану большой колонны осуществляли всего несколько красноармейцев с винтовками наперевес. Но пленные были настолько подавлены своим поражением, что шли, не поднимая головы от серой асфальтовой мостовой. После прохода пленных поливальные машины тщательно промыли улицу.

Рассказы о годах войны, о своих родителях и семьях всегда, с одной стороны уникальны, но с другой — как будто обобщены в один цельный образ. Многие принесли с собой свои архивные фотографии. Многие пришли сюда с демонстрации в составе бессмертного полка. Людмила Колодяжная (мехмат 1973) читала свои стихи, навеянные мыслями о войне, рассказывала о своих родителях, познакомившихся в военном госпитале.

Бессменный гитарист Евгений Кудрявцев. В центре — Светлана Сорокина. Слева — молодое поколение (Алена Силаева).

На общей фотографии среди участников встречи — Ира Сокольская (выпуск 1971 года), Азим Рустамов (1966), Михаил Гонгард (1966), Марина Андреева (1969), Слава Крекотень (1964), Геннадий Смехов (1961), Сергей Чекалин (1964), Люба Кондрашова (1966), Феликс Саевский (1963), Светлана Щеголькова (1961), Анатолий Беляев (1962), Евгений Полищук (1964), Валерий Шарапов (1964), Алла Похил (1961), Полина Недорезова (химфак, 1969), Лена Ганьшина (1966), Валерий Рагульский (1967), Владимир Ефимков (1964) и другие.

Общая фотография участников встречи. 9 мая 2018 года. Москва, Воробьевы горы

Рассказать обо всех участниках встречи в короткой заметке невозможно. В ближайшее время выходят в свет две книги, которые имеют непосредственное отношение к участникам встречи. Это книга «Сергей Литвиненко и ССО» об истории студенческих строительных отрядов и «Нам весна наворожила» — сборник воспоминаний об известном физике и барде, выпускнике физического факультета Валерии Миляеве. И та и другая книга воспроизводит легендарную эпоху «физиков и лириков» 60-х годов прошлого века.

Огромное количество набравшихся за прошедшие 10 лет архивных материалов, включая фотографии, видеоролики, записи отдельных выступлений с воспоминаниями о войне, заставляет задуматься об издании отдельной книги на эту тему.

*В.Г. Недорезов, выпускник физф