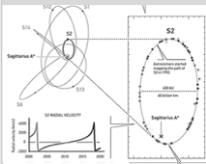


# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№4 (145) 2020

**В номере:**



**Нобелевская премия за открытие черных дыр**

**Стр. 2-8**



**Нейтрино высоких энергий от ядер активных Галактик**

**Стр. 14-17**



**Гран-при на Международной выставке  
Силиконовой долины (США) - у ученых физфака!**

**Стр. 24**



**Выпуск 4 курса бакалавриата в цифрах**

**Стр. 29–30**



**Выпуск магистратуры  
на физическом факультете в 2020 году**

**Стр. 31–32**

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

4(145)/2020  
(октябрь-ноябрь)



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



## НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ОТКРЫТИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР

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



*Роджер Пенроуз. 2020 г.*



*Р. Пенроуз в 60-е годы*



*Райнхард Генцель*



*Андреа Гез*



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

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

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



ческие кривые по аффинному параметру (собственному времени для времениподобных траекторий) до бесконечности.

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

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

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

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



2015 г. Аналогия теоремы Хокинга со вторым началом термодинамики была замечена Бекенштейном, а после открытия Хокингом квантового испарения черных дыр стало ясно, что горизонту событий действительно необходимо приписать энтропию, равную одной четверти его площади в планковских единицах. Таким образом, неубывание площади горизонта событий, по сути, означает выполнение второго начала термодинамики при гравитационном коллапсе. Коллапс материи, обладающей энтропией, которая «исчезает» в черной дыре, на самом деле сопровождается ростом энтропии, так как энтропия Бекенштейна–Хокинга оказывается больше исходной энтропии тела.

Пенроуз также ввел важнейшее понятие космической цензуры: сингулярности при гравитационном коллапсе должны быть скрыты от внешнего наблюдателя горизонтом событий. Этот принцип не имеет строгого математического доказательства, но подтверждается рядом мысленных экспериментов, например невозможностью превратить заряженную или вращающуюся черную дыру в голую сингулярность, увеличивая ее заряд или момент вращения с помощью аккреции. С другой стороны, численное моделирование гравитационного коллапса сильно асимметричных сгустков материи показывает, что могут образовываться и голые сингулярности типа веретена, так что интерпретация сингулярных решений в ОТО по-прежнему является актуальной. В альтернативных теориях гравитации подобные решения могут оказаться несингулярными (D.V. Galtsov and S.M. Zhidkova, Phys.Lett. B790 (2019) 453–457).

В дальнейшем Израэлем, Хокингом, Картером и другими авторами были доказаны теоремы единственности метрик Шварцшильда и Керра в классе статических и стационарных асимптотически плоских решений с регулярным горизонтом событий. Уилеру, который и ввел в 1968 г. термин «черная дыра», принадлежит ставшее популярным высказывание «черная дыра не имеет волос», означающее, что при коллапсе все высшие мультипольные моменты коллапсирующего тела должны исчезать, оставляя в качестве параметров черной дыры лишь массу, момент вращения и, возможно, электрический заряд. Чандрасекар, в своей объемной монографии «Математическая теория черных дыр», назвал черные дыры самыми уникальными объектами в физическом мире. Оказалось, однако, что запрет на волосы все же имеет ограниченный характер. В 1989 г. было показано, что теорема не выполняется, если источником гравитации является поле Янга-Миллса (М.С. Волков и Д.В. Гальцов, Письма в ЖЭТФ 50 (1989) 312–315), в дальнейшем появились и другие контрпримеры (M.S. Volkov and D.V. Gal'tsov, Phys.Rept. 319 (1999) 1–83).

Пенроузу принадлежат также важные результаты математического характера. В 1962 г. им совместно с Ньюменом был предложен спинор-



ный формализм для описания безмассовых полей, включая гравитацию (формализм Ньюмена-Пенроуза), а затем теория твисторов, на которую возлагались большие надежды в плане квантования гравитации. Эта теория составила содержание двухтомной фундаментальной монографии (совместно с В. Риндлером) «Спиноры и пространство-время», вышедшей в свет в 1984 г. и переведенной на русский язык в 1986 г.:

<https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=1917>

Формализм Ньюмена-Пенроуза лежит в основе классификации и отыскании новых точных решений уравнений Эйнштейна и Эйнштейна-Максвелла, а также в исследованиях полевых и квантовых процессов в черных дырах (Д.В. Гальцов, «Частицы и поля в окрестности черных дыр», М., Изд-во МГУ, 1986, 289 с.).

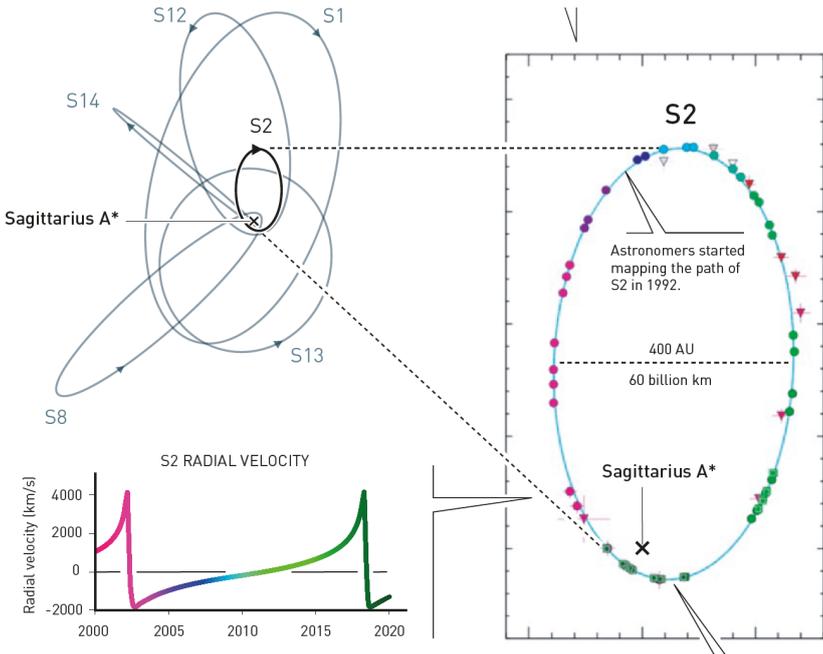
Теоретические открытия 60-х годов были стимулированы новыми результатами астрономических наблюдений и попытками их интерпретации как черных дыр. В 1964 г. был открыт Лебедь X1 — галактический источник рентгеновского излучения в созвездии Лебедя, который, после запуска рентгеновского спутника UHURU в 1971 г., был идентифицирован как черная дыра. Появилась гипотеза, что открытые в конце 50-х годов квазары являются результатом присутствия сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик. В 90-е годы начались систематические наблюдения за центральной областью Млечного пути, где был обнаружен яркий радиоисточник SgrA\*. С 1995 г. астрономы отслеживали движение 90 звезд, вращающихся вокруг невидимого объекта, совпадающего с этим радиоисточником, и в 1998 г. сделали вывод, что объект с массой 2,6 миллиона солнечных масс должен содержаться в объеме с радиусом 0,02 светового года.

Наблюдения стали существенно более точными, когда Европейской Южной Обсерваторией была развернута система из четырех 8-метровых телескопов (Very Large Telescope, VLT) в пустыне Атакама в Чили, где вела наблюдения группа, возглавляемая Райнхардом Генцелем (Reinhard Genzel). К 2012 г. удалось создать скоррелированную систему наблюдений в оптическом инфракрасном диапазоне с эффективной апертурой 130 м, что позволило достичь необходимого углового разрешения. Параллельно группа Андреа Гез (Andrea Ghez) вела наблюдения в обсерватории Кека на Гавайях. С тех пор одна из звезд — S2, с периодом обращения 16 лет — совершила полный оборот (см. рис.).

На основе орбитальных данных астрономы смогли уточнить массу до 4,3 миллиона солнечных масс и радиуса менее 0,002 световых лет для объекта, вызывающего орбитальное движение. Верхний предел размера объекта все еще слишком велик, чтобы проверить, меньше ли он радиуса Шварцшильда; тем не менее, эти наблюдения убедительно свидетель-



ствуют о том, что центральным объектом является сверхмассивная черная дыра, поскольку нет других вероятных сценариев удержания такой большой невидимой массы в таком небольшом объеме. Кроме того, есть некоторые данные наблюдений, свидетельствующие о том, что этот объект может обладать горизонтом событий, полученные коллаборацией «Телескоп Горизонта Событий» (The Event Horizon Telescope, EHT).



ЕНТ — это глобальная сеть радиотелескопов, расположенных в разных точках земного шара и выполняющих синхронизированные наблюдения с использованием метода интерферометрии со сверхдлинной базой (VLBI). Вместе они образуют виртуальную радиотарелку размером с Землю, обеспечивая исключительно высокое разрешение изображения. К сожалению, облака межзвездного газа затрудняют полноценное использование этого инструмента для изучения черной дыры в центре нашей Галактики, но наблюдения за черной дырой в галактике М87 увенчались успешным получением «изображения» этой черной дыры с массой в 6,5 миллиардов солнечных масс, которая находится от нас на расстоянии 55 миллионов световых лет. Математическим моделированием визуализации компактных объектов в последние время занимаются на кафедре



теоретической физики МГУ, где Кириллу Кобялко удалось построить новую математическую теорию обобщенных фотонных сфер (Phys.Rev. D99, 084043; D100, 104005 (2019); Eur. Phys. J. C 80, 527 (2020)).

В подробном обосновании своего решения Нобелевский комитет (<https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/advancedphysicsprize2020.pdf>) дает обзор развития теории черных дыр и истории их наблюдений, в котором не совсем полно отражен вклад советских и российских ученых, а замечательная работа Белинского, Лифшица и Халатникова цитируется лишь как повод для критики. Между тем выдающийся вклад Я. Б. Зельдовича, И. Д. Новикова, А. А. Старобинского, В. П. Фролова и других теоретиков в развитие представлений о черных дырах широко признан мировым сообществом, равно как и вклад астрономов и астрофизиков. Дополнительную информацию можно найти в обзоре А. М. Черепашука в УФН (2003) (<http://www.mathnet.ru/links/c915054958db97bf36855959492d51ac/ufn2126.pdf>)

*Профессор кафедры теоретической физики Д.В.Гальцов*

## ЖЕНЩИНЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ МИР

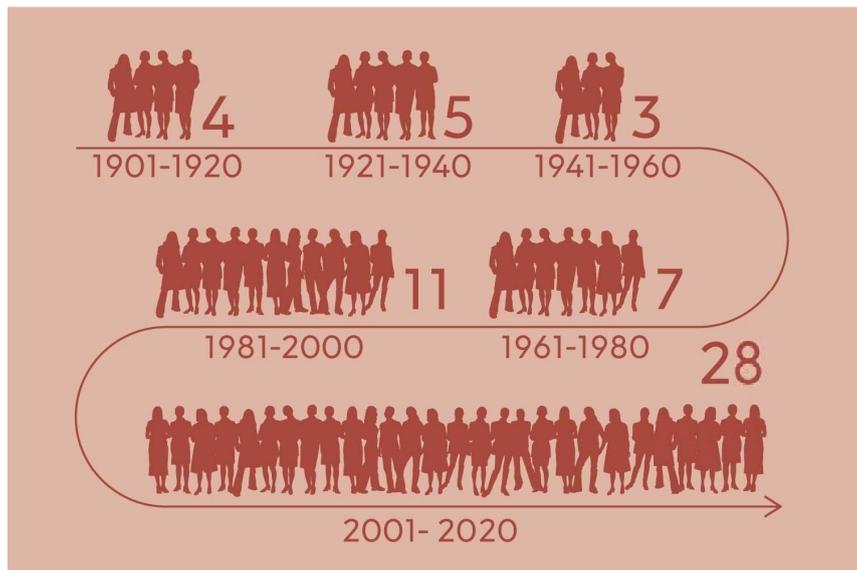
(К 120-ЛЕТИЮ НОБЕЛЕВСКОГО ДВИЖЕНИЯ)

*Альфред Нобель (1833–1896), родившийся в Швеции и треть жизни проживший в России — один из ярких представителей творцов XIX в. Будучи ученым, изобретателем и промышленником он получил 355 патентов, но самым выдающимся стало его незапатентованное изобретение — Нобелевская премия.*

Свое огромное состояние Альфред Нобель завещал на создание премиального фонда для ученых, чьи работы внесут реальный вклад в развитие человечества в области физики, химии, медицины и физиологии, литературы и за деятельность по укреплению мира. Одновременно уже 50 лет вручается премия памяти Нобеля за достижения в экономических науках, учрежденная Шведским национальным банком. Устав независимого Нобелевского Фонда был подписан шведским королем 120 лет назад 29 июня 1900 г. В период 1901–2020 гг. было награждено 934 лауреата и 28 организаций. В области физики в числе 216 лауреатов — 4 женщины, химии — 186/7, медицины — 222/12, литературы — 117/16,



премии мира — 107/17 и премии по экономике — 86/2 (<https://www.nobelprize.org>). Из 20 лауреатов, получивших Нобелевскую премию в период с 1904–2003 гг., родившихся и работавших в России и СССР, 8 были сотрудниками или выпускниками физического факультета МГУ. Женщин среди них не было.



*В период 1903–2020 гг. 58 раз женщины награждались Нобелевской премией и премией памяти Нобеля по экономике <https://www.nobelprize.org>*

Почему наблюдается существенный гендерный разрыв в нобелевском процессе? Некоторые причины очевидны: до середины XX века число женщин в науке было невелико во всем мире, а в XIX их доступ к науке и образованию в большинстве стран был полностью закрыт, что было причиной миграции одаренных девушек в ведущие центры европейской науки. Например, Софья Ковалевская, первая в мире женщина — профессор математики, фиктивно вышла замуж, чтобы уехать учиться из России в Германию. Мария Склодовская, родившаяся в Варшаве, поступила в Сорбонну, хотя после окончания факультета естественных наук долго мечтала вернуться и работать в родной Польше. Она стала первой женщиной — лауреатом Нобелевской премии (премия по физике 1903 г.), которую разделила с мужем П. Кюри и А. Беккерелем. После вручения



М. Склодовской-Кюри в 1911 г. второй, уже личной Нобелевской премии по химии, научная общественность признала равноправие ученых, женщин и мужчин. Ее старшая дочь Ирен Жолио-Кюри, французская учёная-физик, также получила в 1935 г. Нобелевскую премию по химии вместе со своим супругом Ф. Жолио. Талантливая сербка Милева Марич приехала учиться в Цюрих, где в Политехникуме познакомилась с молодым Альбертом Эйнштейном. После их бракосочетания в 1903 г. и рождения троих детей карьера Милевы прервалась, но она постоянно до их расставания оказывала помощь мужу в его научной деятельности. Можно привести много примеров самоотверженности жен наших соотечественников — нобелевских лауреатов. П. Л. Капица, с 1921 г. работая в Кембридже, во время поездки в Париж познакомился с русской эмигранткой Анной Крыловой, которая, для того чтобы стало возможным их бракосочетание, приняла советское гражданство. В 1934 г., во время краткого визита в СССР ученого не выпустили из страны, и Анна через два года навсегда приехала из Англии к мужу с двумя их маленькими сыновьями. Вместе они прожили счастливо более полувека.



*Анна Алексеевна и Петр Леонидович Капица, Париж, 1927 г.*

Австрийский физик и радиохимик Лиза Мейтнер, которую Эйнштейн называл «наша Мария Кюри», была первой женщиной — профессором физики в Германии. В период 1924–1965 гг. ее неоднократно номинировали на Нобелевскую премию: 29 раз в области физики и 19 в области химии. Она так и не дождалась своей Нобелевской премии. Будучи



убежденной пацифисткой, Мейтнер отказалась работать над атомным проектом в Америке. Спустя годы простила всех, но не Германию, покинув ее в 1938 г., она никогда больше не возвращалась в эту страну.

После окончания Второй Мировой войны правительства скандинавских стран в знак благодарности СССР за победу выдвигали на премию мира Александру Коллонтай. В 1946 г. на премию по медицине и физиологии были номинированы советские ученые супруги М. Н. Любимова и В. А. Энгельгардт. Второй женщиной, получившей премию по физике, в 1963 г. стала Мария Гёпперт-Майер «за открытия, касающиеся оболочечной структуры ядра». Она родилась в г. Катовице, в 1930 г. уехала из Германии на родину мужа в США, и долгое время бесплатно преподавала в тех университетах, где он работал. Именно Майер показала, что женщины могут достичь самых высоких вершин даже в теоретической физике. Американское физическое общество учредило в её честь награду, присуждаемую молодым женщинам-физикам в начале научной карьеры. В 1964 г. единолично получила премию по химии мать четырех детей, англичанка Дороти Кроуфут-Ходжкин «за определение с помощью рентгеновских лучей структур биологически активных веществ». Королевское общество присуждает стипендию ее имени «для выдающихся ученых на ранней стадии их исследовательской карьеры, которая требует гибкости из-за личных обстоятельств, таких как воспитание детей или причин, связанных со здоровьем».

Торжественная церемония награждения премией всегда проходит 10 декабря в день памяти Нобеля, к сожалению, в 2020 г. она не состоится. На открытие церемонии Шведский король ведет под руку женщину — лауреата Нобелевской премии, а если таковой нет, то жену лауреата по физике. Одна из страниц официального сайта о Нобелевских премиях называется «Женщины, которые изменили мир». О каждой дана информация о месте ее рождения, месте работы на момент получения премии, личном вкладе и основании для присуждения награды (для получивших премию по литературе дополнительно — место проживания и язык произведений). На персональной странице представлены ответная речь во время вручения премии и интервью, а также нобелевская лекция, которую лауреат обязан прочесть в течение 6 месяцев после награждения. В ответном слове американский биофизик Розалин Яллоу, получившая Нобелевскую премию по медицине в 1977 г. «за развитие радиоиммунологических методов определения пептидных гормонов» особое внимание уделила дискриминации женщин в научной среде. Она отметила, что многие в обществе все еще полагают, что женщина не может претендовать на равное положение с мужчинами ни на работе, ни в семье. Если среди студентов, по крайней мере в западном мире, наблюдается гендер-



ный паритет, то чем выше пост в науке, преподавании и управлении, тем доля женщин явно уменьшается, хотя для такой диспропорции нет никаких объективных причин. По ее убеждениям, женщины должны преуспеть в соединении своего таланта, усердия и смелости, и осознать свою ответственность за тех, кто придёт после них. Мир не вправе пренебречь половиной людского интеллектуального ресурса перед лицом многообразных проблем человечества.

Через сорок лет в своих интервью этой же теме уделяла внимание американка, ученый и инженер Фрэнсис Арнольд, получившая Нобелевскую премии по химии в 2018 г. за работы по направленной эволюции. Она отметила проведение значительной работы по созданию равных социальных условий для женщин и мужчин в современном обществе. При этом, по ее мнению, многие женщины не стремятся занимать ответственные и трудные позиции, а предпочитают оставаться на более скромных и спокойных должностях. И хотя среди всех выпускников университетов девушек и юношей поровну, доля женщин-профессоров по-прежнему невелика и составляет лишь 20%. Обращаясь к молодежи, Ф. Арнольд говорила: «Надо стремиться к широкому образованию. Когда, если не в двадцать лет можно целиком отдать себя науке? Чтобы изменить мир, надо быть бесстрашными и готовыми к новым свершениям!». Примером для молодых может служить карьера Элизабет Блэкбёрн, которая родилась на острове Тасмания, училась в университете Мельбурна, докторскую степень получила в Кембридже. Со своей коллегой и ученицей Кэрол Грейдер они разгадала загадку старения человека и в 2009 г. получили совместную премию по медицине и физиологии «за открытие механизмов защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы». В настоящее время она возглавляет Институт биологических исследований Солка в США.

В XXI веке из 28 женщин — нобелевских лауреатов 12 получили премию в области естественных наук, что составляет лишь 8% от общего числа лауреатов, мужчин и женщин в этих номинациях. Отчасти это связано с тем, что для подтверждения и признания открытий порой нужны десятилетия, а в прошлом веке среди ученых было значительно меньше женщин. В наше время в разных странах существуют различные программы вовлечения и поддержки женщин в STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) образовании и занятости в области естественных наук, технологии, инженерии и математики. С 2002 г. Международный союз теоретической и прикладной физики раз в три года проводит конференции женщин-физиков (IUPAP ICWIP), где команды участвующих стран, включая РФ, выступают с презентациями о своих успехах и проблемах в науке и образовании. В 2017 г. на съезде с пленарным до-



кладом «Searching for — and finding! gravitational waves» выступала аргентинский профессор физики и астрономии Габриэла Гонсалес — официальный представитель международного сообщества LIGO, объединяющего около тысячи человек, в том числе ученых физического факультета МГУ. Открытия все чаще делаются большими научными коллективами, но Нобелевская премия вручается только персонально. Трое мужчин - сооснователей коллаборации LIGO стали лауреатами нобелевской премии по физике в 2017 г. «за экспериментальную регистрацию гравитационных волн». Для мирового научного сообщества знаменательно, что в 2018 г. третья женщина, канадка Донна Стрикленд, получила Нобелевскую премию по физике за “метод генерации высокоинтенсивных ультракоротких оптических импульсов”, а всего через два года в 2020 г. за открытия, связанные с одним из самых необычных явлений — черной дырой — в числе трех лауреатов была американка, астроном Андреа Гез.

Женщины составляют более трети из числа ученых в мировой науке, но при выборе образования их ценностные ориентиры из-за гендерных стереотипов по-прежнему отличаются от мужских, они отстают в выборе специальностей из STEM-областей, которые определяют уровень технического развития, рост экономики и благосостояния любой страны. Они несут значительно большую семейную нагрузку, и порой менее амбициозны, им приходится преодолевать множество препятствий в реализации карьеры.

На физическом факультете среди аспирантов, научных сотрудников и преподавателей, руководителей грантов женщины составляют 25-30 %. За последние 20 лет доля женщин — физиков, защитивших докторские диссертации в МГУ, возросла до 15 %, и защиты происходят в более молодом возрасте. Наши сотрудницы были Лауреатами премии им. И. И. Шувалова за докторские диссертации, выполненные в МГУ учеными не старше 40 лет и Лауреатами национальной премии фонда L'Oreal-UNESCO "Для Женщин в Науке" среди кандидатов и докторов наук в возрасте до 35 лет.

В последние годы Генеральный секретарь Королевской шведской академии наук Горан Ханссон неоднократно отмечал, что Нобелевские комитеты заинтересованы, чтобы больше женщин-учёных номинировались на премию, но их число все еще остается неоправданно малым. Он выражает надежду, что в ближайшие годы мы увидим совсем другое распределение. Мы же надеемся, что среди них будут и наши соотечественницы, а может быть выпускницы или сотрудницы физфака МГУ.

*Е.О. Ермолаева, Кафедра акустики*



## НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОТ ЯДЕР АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК

Нейтрино — одна из наименее изученных и наиболее удивительных элементарных частиц. В связи с уникальностью их свойств научный интерес к астрофизическим нейтрино, без преувеличения, огромен. Жизнь физиков, занимающихся элементарными частицами, была бы скучна после открытия бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере, если бы не результаты нейтринной астрономии. Новая область науки, астрофизика элементарных частиц, родилась с регистрацией нейтрино от первого астрофизического объекта, Солнца. Это явилось прямым подтверждением термоядерных реакций в недрах нашей звезды и были открыты осцилляции нейтрино, то есть изменения типа нейтрино в процессе их распространения, запрещенного в Стандартной модели физики частиц. Второй после Солнца фабрикой нейтрино оказалась, по результатам астрономических наблюдений, сверхновая 1987А. Исследования нейтрино привели уже к двум Нобелевским премиям (2002 и 2015 гг.). По оценке Нобелевского комитета в 2015 году, открытие нейтринных осцилляций “изменило наше понимание самой основополагающей структуры материи, ее истории и будущего Вселенной”. Один из нас много лет назад участвовал в историческом семинаре в ГАИШ МГУ, когда академик Я.Б. Зельдович, обладатель трех Золотых Звезд Героя Труда, в своем докладе восторженно рисовал захватывающие перспективы “новой космологии” в связи с обсуждением сенсационного сообщения советских физиков об открытии ими массы покоя нейтрино (которое, однако, не подтвердилось в дальнейшем — на самом деле масса нейтрино оказалась гораздо меньше, чем тогда думали).

Уже семь лет назад расположенная глубоко подо льдом на Южном полюсе нейтринная обсерватория IceCube объявила об открытии внеземных нейтрино с энергиями выше десятков тераэлектронвольт (ТэВ). Зарегистрированы сотни таких событий, но происхождение их было загадкой — хотя нейтрино распространяются прямолинейно и должны, с точностью до ошибок реконструкции, указывать на их астрофизические источники. Нейтрино столь высоких энергий могут рождаться в реакциях рассеяния ультрарелятивистских протонов на среде (протон-протон) или излучении (протон-фотон). Потому настолько интересно разобраться в их источниках. Источники должны указывать на “космические суперускорители”, которые могли бы разгонять протоны до энергий, на порядки превышающих достигнутые на Большом адронном коллайдере.

В непосредственной близости центральных сверхмассивных черных дыр в квазарах условия для такого ускорения могут выполняться. Тем не



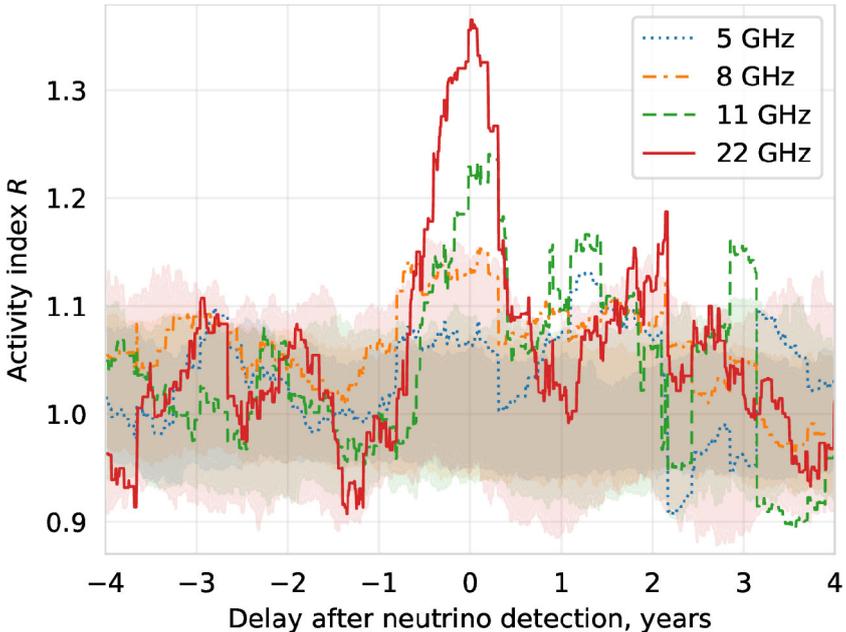
менее, предыдущие попытки поиска популяции источников нейтрино, основанные на каталогах ярких в гамма-диапазоне квазаров, не привели к успеху. Лишь для одного нейтрино (с энергией 290 ТэВ), зарегистрированного 22 сентября 2017 года, был найден, по сопутствующему гамма-излучению, вероятный источник – далекий квазар TXS 0506+056, - в то время как для десятков других подобных событий аналогичный анализ ничего не выявил. А вдруг это случайное, одно на 10 лет, совпадение?

В нашей работе мы предложили новый подход и воспользовались многолетними данными наблюдений сетей радиотелескопов. Именно радиоинтерферометры со сверхдлинными базами (РСДБ) позволяют достичь самого лучшего углового разрешения в астрономии и “разглядеть” наиболее близкие к центральным чёрным дырам области квазаров. Сравнение направлений прихода нейтрино и положений РСДБ-ярких квазаров позволило сделать статистически значимый вывод о происхождении нейтрино с энергиями выше 200 ТэВ в центрах ярких квазаров. Ключевым моментом в этом открытии стало использование радиоастрономических данных. Найденный ранее TXS 0506+056 оказался одним, хотя далеко не самым выдающимся, представителем обнаруженного класса источников нейтрино.

Центральные области активных галактик нестационарны. Падение вещества на чёрную дыру и непрерывный отток струи релятивистской плазмы от ее окрестности происходят неравномерно. В частности, время от времени выбрасываются сгустки плазмы повышенной плотности. Это видно на полученных методом РСДБ изображениях, а полный радиопоток излучения квазара в такие периоды возрастает. Связано ли рождение нейтрино с такими вспышками? Трудоемкость и высокая стоимость РСДБ наблюдений не позволяет ответить на этот вопрос на основе имеющихся данных — каждый отдельный квазар наблюдается редко. Для проверки возможной связи нейтрино с такими вспышками мы использовали данные мониторинга квазаров, ведущегося уже несколько десятков лет на радиотелескопе РАТАН-600 Специальной астрофизической обсерватории РАН на Северном Кавказе. В его рамках по 3–4 раза в год наблюдается около тысячи активных галактик. Для данной задачи РАТАН-600 был и остается уникальным инструментом в мире благодаря массовым практически мгновенным измерениям многочастотных спектров широкодиапазонного радиоизлучения.

Мы отобрали около 1100 компактных активных галактик, наблюдавшихся на РАТАН-600 одновременно на 6 длинах волн от 1.4 до 30 см в 2009-2019 годах (период работы IceCube) по несколько раз в год и проанализировали корреляцию радиовспышек в них с моментами регистрации нейтрино высоких энергий с этих направлений. И действительно,

оказалось, что нейтрино “предпочитают” приходить в те моменты, когда в квазарах наблюдается вспышка радиоизлучения (см. рисунок). Такое поведение независимо подтверждает происхождение нейтрино в центрах квазаров.



*Рис. 1. Превышение нормированного потока радиоизлучения квазаров, совпадающих с нейтрино, над средним в зависимости от времени до/после прихода нейтрино (усреднено по выборке).*

Работа по тематике “нейтрино-квазары” продолжается. Надо проверять и уточнять результаты, а также разбираться в механизме ускорения массивных протонов и рождения нейтрино. Это будет делаться как с помощью новых событий IceCube, так и с нейтрино, зарегистрированными из Северного полушария новым нейтринным телескопом на озере Байкал. Этот телескоп Baikal-GVD уже набирает данные в неполной конфигурации, а в 2021 году должен достигнуть эффективного рабочего объема IceCube. Для изучения ассоциаций нейтрино и радиоквазаров программными комитетами выделено наблюдательное время как на РСДБ-сетях, так и на РАТАН-600.



У студентов физического факультета МГУ есть замечательная возможность разделить с нами удовольствие от занятий этой молодой наукой, нейтринной астрономией. Причем, на выбор как теория, так и эксперимент. Рецепт прост: обращайтесь на кафедру физики частиц и космологии.

*А. В. Плавин, Ю. Ю. Ковалев, Ю. А. Ковалев, С. В. Троицкий*

**5 июня 2020 года было опубликовано решение о присуждении заведующему кафедрой физики частиц и космологии, академику РАН Валерию Анатольевичу Рубакову Гамбургской премии по теоретической физике.**

В преамбуле к награде отмечается, что важнейшие продвижения в раскрытии загадки происхождения Вселенной, совершенные исследовательскими коллаборациями мира в течение последних нескольких лет, зачастую опирались на работы Валерия Анатольевича.



Сердечно поздравляем Валерия Анатольевича!

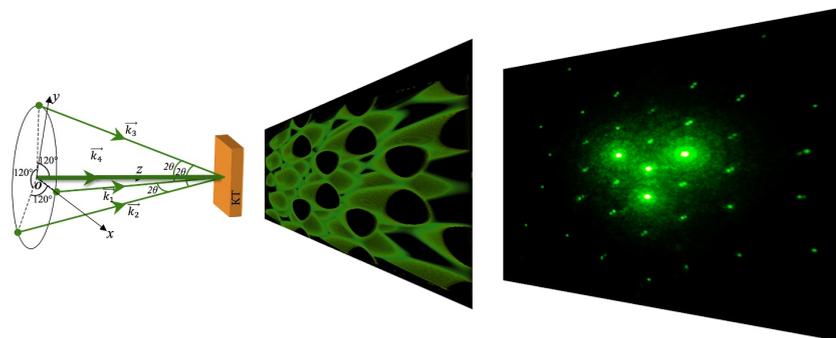


## КОЛЛОИДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ — ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

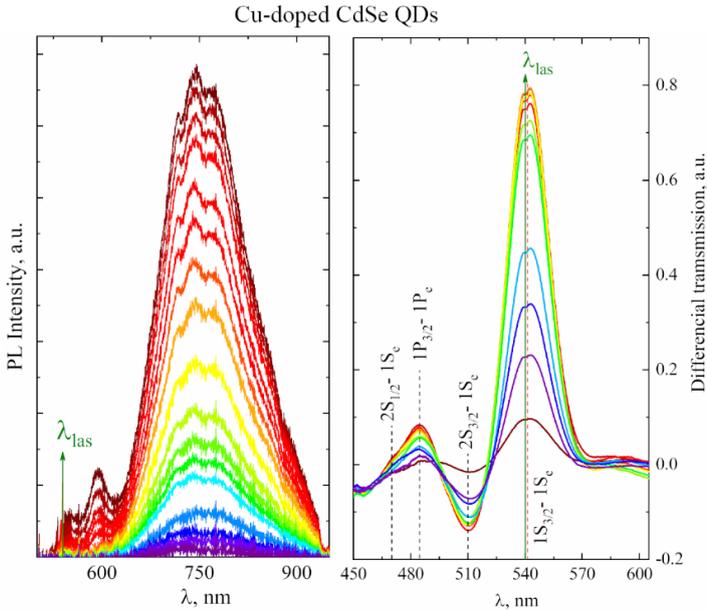
В настоящее время на кафедре физики полупроводников и криоэлектроники ведется активная работа по ряду современных актуальных научных направлений в области экспериментального и теоретического исследования оптических и электронных свойств полупроводниковых наноструктур различной размерности. Одной из ведущих лабораторий кафедры является лаборатория “Полупроводниковой оптоэлектроники”, созданная при кафедре физики полупроводников в 1990 году в соответствии с приказом декана физического факультета А. П. Сухорукова № 12 от 24 января 1990 года. С момента основания лаборатории ее бессменным руководителем является профессор доктор физико-математических наук В.С. Днепровский, известный своими передовыми научными работами в области нелинейной оптики полупроводников и полупроводниковых структур пониженной размерности. С 1990 года в лаборатории был защищен целый ряд докторских и кандидатских диссертаций. В настоящее время в лаборатории ведутся как экспериментальные, так и теоретические научные исследования. Сотрудниками лаборатории были разработаны взаимодополняющие теоретические и экспериментальные подходы к исследованию оптических, нелинейно-оптических и электронных свойств систем полупроводниковых квантовых точек, а также структур, формируемых на их основе в результате взаимодействия с ультракороткими лазерными импульсами. Разработаны новые методики лазерной спектроскопии, позволяющие детально изучать физические механизмы, ответственные за нелинейно-оптические свойства низкоразмерных полупроводниковых структур. Проводятся исследования оптических и нелинейно-оптических свойств экситонов в нульмерных, одномерных и квазидвумерных коллоидных нанокристаллах. Исследуются свойства стационарного и нестационарного электронного транспорта в полупроводниковых наноструктурах. Методом лазерной спектроскопии были выявлены физические основы нелинейно-оптических процессов, ответственных за явления самодифракции и самовоздействия в коллоидных растворах квантовых точек, являющиеся основой для создания динамических элементов современной оптоэлектроники. Также были разработаны методы теоретического описания особенностей оптического отклика ансамблей квантовых точек на внешнее воздействие со стороны лазерного излучения и особенностей динамики квантовых точек под действием сил, обусловленных взаимодействием квантовой точки с полем электромагнитной волны, что позволило выявить целый ряд новых эффектов и явлений, таких как: неконсервативная природа сил, действующих на ре-

зонансную квантовую точку, формирование потоков коллоидных квантовых точек и появление динамических фотонных кристаллов, обусловленных изменением концентрации коллоидных квантовых точек по пространству кюветы в следствии различного отклика точек разного размера на внешнее воздействие. Обнаруженные эффекты могут быть применены для получения полупроводниковых наноструктур с заданными оптическими и электронными свойствами и создания на их основе новых типов приборов нано- и оптоэлектроники: сверхбыстрых зарядовых переключателей, устройств динамической памяти, микросенсоров и излучателей, а также эффективных мембран и биомаркеров. Среди наиболее интересных результатов, полученных в лаборатории за последние годы, можно выделить следующие:

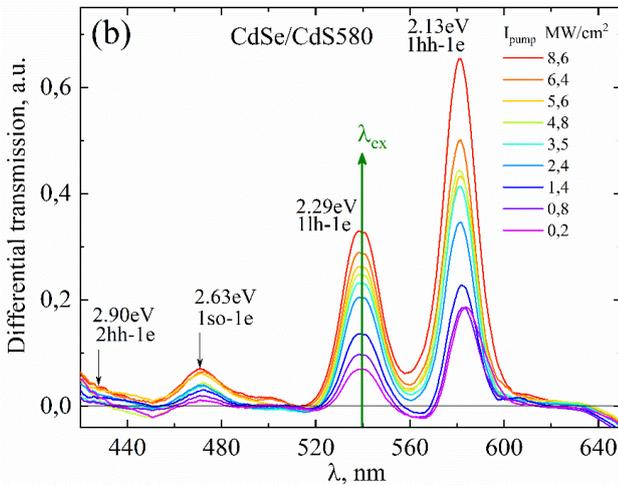
— Экспериментально продемонстрирована возможность формирования динамических фотонных кристаллов различной размерности в коллоидном растворе квантовых точек.



— Исследованы оптические свойства нанокристаллов, легированных примесными атомами меди. Продемонстрировано насыщение поглощения основного экситонного перехода, наведенное поглощение вышележащего перехода. Кроме этого, установлена зависимость излучательных характеристик нанокристаллов от концентрации меди в них, с учетом захвата дырок на акцепторные уровни.



— Исследован нелинейно-оптический отклик коллоидных нанопластинок селенида кадмия в окрестности резонансов экситонных переходов, связанными с тяжелыми, легкими и спин-орбитально отщепленными дырочными подзонами.



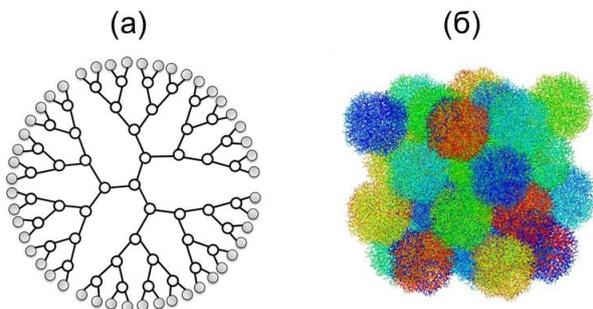
— Разработан теоретический подход для анализа стационарного и нестационарного электронного транспорта в системах коррелированных квантовых точек.

Полученные результаты опубликованы в ведущих международных научных журналах представлены на ведущих российских и международных конференциях по физике полупроводников и наноструктур. В том числе был сделан ряд приглашенных докладов, а также прочитаны лекции для молодых ученых в рамках участия сотрудников лаборатории в научных школах.

Выпускники лаборатории работают в ведущих международных (США, Германия, Китай, Индия, Вьетнам) и российских (ИРЭ РАН, ФГУП ВНИИОФИ, Сколтех) университетах и научных центрах.

*В. Н. Манцевич, А. М. Смирнов*

## ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РАСПЛАВОВ СИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ



*(а) — схематическое изображение молекулы дендримера, (б) — мгновенный снимок модельного расплава дендримеров*

Сотрудники лаборатории физики новых интеллектуальных полимерных материалов кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ совместно с коллегами из Института прикладной математики им. М. В. Келдыша и Института химической физики им. Н. Н. Семенова изучили свойства расплавов двух гомологических рядов силоксановых дендримеров в широком диапазоне генераций и темпе-



ратур. Это исследование — важный шаг на пути к пониманию связи между молекулярной структурой и свойствами этих макромолекул и созданию функциональных материалов на их основе для использования, например, в электронных устройствах. Результаты работы опубликованы в журнале *Soft Matter*.

Строение макромолекул определяет физические свойства растворов и расплавов полимеров. Например, разветвленные полимеры ведут себя иначе, чем их линейные аналоги того же химического состава и молекулярной массы. Выявление взаимосвязи между молекулярной структурой и свойствами является непростой задачей: чем сложнее архитектура макромолекул, тем труднее её решение. Описание системы заметно упрощает регулярность строения. Большое значение при этом имеют регулярные сверхразветвленные макромолекулы с древообразным строением, называемые дендримерами. Их синтез и поведение в разбавленных растворах подробно исследованы с помощью компьютерного моделирования. Однако влияние специфической древовидной структуры на межмолекулярные взаимодействия в концентрированных растворах и расплавах до сих пор полностью не понято. Чтобы отделить чистый эффект от регулярно разветвленной морфологии дендримера, нужно исследовать молекулы без каких-либо специфических взаимодействий.

Силоксановые дендримеры, в составе которых нет каких-либо групп



со специфическим взаимодействием, — пример идеальных модельных систем, перспективных для определения влияния структуры дендримеров на их поведение в расплавах. «Изучение силоксановых дендримеров дает возможность различать явления, характерные для дендримерных систем в силу их древовидной структуры и некоторых особенностей, определяемых химическим составом», — рассказала один из авторов работы, профессор кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ Елена Крамаренко.

Физики МГУ совместно с коллегами выполнили полноатомное молекулярно-динамическое моделирование расплавов двух типов полисилоксановых дендримеров, различающихся длиной спейсеров, в широком интервале температур и генераций, а после сравнили основные равновесные характеристик этих расплавов.



«Было показано, что плотность расплава возрастает с увеличением генерации и уменьшается с ростом температуры. Коэффициент теплового расширения расплавов низких генераций повышается с ростом температуры, что в конечном счете указывает на своего рода “испарение” расплавов. Напротив, термическое расширение расплавов замедляется с ростом температуры в случае дендримеров высоких генераций из-за их более плотной молекулярной структуры и большей молекулярной массы», — пояснила Елена Крамаренко.

Кроме того, сравнив молекулярную структуру и внутримолекулярную динамику дендримеров в расплаве и в изолированном состоянии, учёные выяснили, как взаимодействие и взаимопроникновение молекул влияет на их конформацию. Оказалось, что межмолекулярные взаимодействия в расплавах практически не изменяют внутреннюю структуру молекул дендримеров. В частности, полностью сохранилась четко выраженная слоистая структура их внутренней части. Форма дендримеров, которая с увеличением генерации становится ближе к сферической, также практически не зависит от присутствия соседних молекул.

Особое внимание исследователи уделили явлению взаимопроникновения. Анализ показал, что профили радиальной плотности практически не подвержены влиянию соседних молекул и довольно хорошо совпадают с таковыми для изолированных дендримеров в вакууме, хотя те могут эффективно проникать друг в друга. Судя по всему, соседние молекулы в расплавах располагают свои ветви так, чтобы не нарушать распределение плотности внутри дендримера.

«Это новая форма организации полимерных молекул, которую важно изучать как для более глубокого фундаментального понимания равновесных свойств таких систем и их динамического отклика, так и для использования в качестве новых материалов с уникальными свойствами (тонких пленок с необычной реологией, мембран с селективной проницаемостью, для биомиметических супрамолекулярных устройств для борьбы с болезнетворными бактериями.

Еще один любопытный факт: в то время как дендримеры более низких генераций глубоко проникают друг в друга, дендримеры более высоких генераций вытесняют друг друга, так что с увеличением генерации область взаимопроникновения локализуется на периферии макромолекулы. Сравнение относительных радиальных размеров двух отдельных частей дендримеров, одна из которых была доступна для атомов чужеродных молекул, а другая плотно заполнена собственными атомами и недоступна для соседей, позволило выдвинуть предположение о различных механизмах течения расплава дендримеров для низких и высоких генераций», — добавила Елена Крамаренко.

*Пресс-служба физического факультета МГУ*



## ГРАН-ПРИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ СИЛИКОНОВОЙ ДОЛИНЫ (США) — У УЧЕНЫХ ФИЗФАКА!

В июле 2020 г. в г. Санта-Клара (США) прошла Международная выставка изобретений, организованная Международной Федерацией Изобретательских Ассоциаций (IFIA) совместно с Женевским выставочным и конгресс-центром (PALEXPO) под патронажем Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности (WIPO). Спонсорами выступили Объединенная Ассоциация Изобретателей Америки (UIA) и Университет Санта-Клары. На выставке было представлено более 330 изобретений и ноу-хау из более чем 20 стран мира (США, Германия, Великобритания, Россия, Франция, Италия и др.) из различных областей науки и техники.



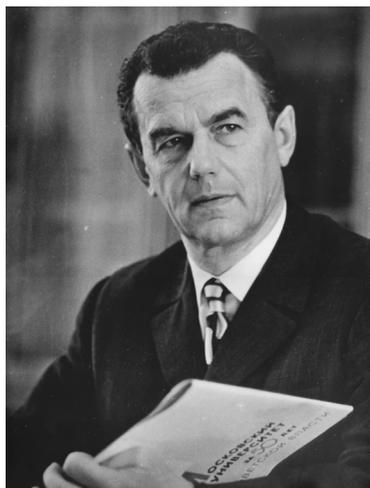
Из-за ситуации с COVID международная часть проходила в заочном формате. Российская объединенная экспозиция продемонстрировала 17 изобретений и технологий, запатентованных в России, и получила высокую оценку международного жюри из 30 экспертов.

В секторе «Безопасность» главным призом — Гран-при за лучшее изобретение — был награжден физический факультет МГУ за разработку «Новый способ защиты от подделки ценных бумаг методом собственно-дефектной акустолюминесценции защитной наноструктурированной спецметки» старшего преподавателя кафедры общей физики и волновых процессов к.ф.-м.н. Базыленко Валерия Андреевича, с чем мы и поздравляем автора!

*Показеев К.В.*



## КОНКУРС ИМЕНИ АКАДЕМИКА Р. В. ХОХЛОВА НА ЛУЧШУЮ СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ 2020 ГОДА



Традиции физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, восходящие, в том числе, и к 60-80 гг. прошлого века — периоду расцвета отечественной науки и активному развитию новых идей в лазерной физике и нелинейной оптике, нелинейной акустике, теоретической физике, гравитационно-волновой астрономии и релятивистской астрофизике, биофизике и др., связаны с поиском новых талантов и поддержкой молодых ученых. В русле сохранения и приумножения традиций одной из ключевых задач в работе Ученого совета и руководства факультета является проведение ежегодного конкурса имени академика Рема Викторовича Хохлова на лучшую студенческую научную работу.

Р. В. Хохлов являл собой личность, сочетающую черты выдающегося ученого, организатора науки и воспитателя с высокими моральными критериями. Эти его качества, естественно, вызывали интерес и привлекали талантливых студентов и аспирантов на кафедру волновых процессов и в его научную группу. Будучи ректором МГУ имени М. В. Ломоносова, известным ученым мирового уровня, труды которого отмечены высокими государственными наградами, он один из первых оценил роль междисциплинарных исследований в развитии современной науки и учебного процесса. Многие его студенты и аспиранты впоследствии сами стали из-



вестными профессорами и лидерами в ряде новых направлений современной науки не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.



*Профессор Р. В. Хохлов и будущий нобелевский лауреат профессор Н. Бломберген (1966 г.) с коллегами и учениками.  
Первый ряд: профессор Л. С. Корниенко, профессор Р. В. Хохлов, профессор Н. Бломберген, профессор С. А. Ахманов)*

Конкурс имени академика Р. В. Хохлова на лучшую студенческую научную работу насчитывает почти 40-летнюю историю и проводится в рамках Положения, в котором заложены принципы определения лучших теоретических и экспериментальных исследований, оформленных в виде дипломов выпускников бакалавриата и диссертаций выпускников магистратуры и специалитета. В рамках Конкурса рассмотрение магистерских и бакалаврских работ проводится раздельно. На Конкурс 2020 года было выдвинуто 70 научных работ. Бакалавры представили 34 дипломные работы на Конкурс, магистры и специалисты — 36 диссертаций и дипломов. В состав жюри, насчитывающий 36 ученых высшей квалификации, включены представители всех отделений физического факультета.

Особенностью проведения нынешнего Конкурса явился дистанционный двухэтапный формат отбора лучших студенческих работ. Обсуж-



дение и принятие квалификационных решений осуществлялось в дистанционном онлайн-режиме. Выявилась определенная специфика в проведении конкурсных процедур. Особенностью такой работы, с одной стороны, явилась необходимость устойчивой интернет-коммуникации между членами жюри. С другой стороны, традиционное обсуждение и анализ значительного числа научных работ по широкому спектру научных задач, представленным кафедрами на Конкурс, потребовало высокой концентрации внимания при ограниченном личном контакте членов жюри в условиях функционирования в виртуальном пространстве. В значительной степени эффективность процесса обсуждения зависела и от «мобилизационного ресурса» эксперта. В целом приобретен положительный опыт работы жюри в новых реалиях нашей факультетской жизни.

Состоялось два заседания жюри. На первом заседании в результате тайного голосования были определены 15 студентов магистратуры — финалистов конкурса и 10 студентов бакалавров, работы которых заняли 1, 2 и 3 места. На втором заседании Конкурса, которое проходило 26 июня, финалисты магистры и специалисты — соискатели высших наград представляли доклады на онлайн-конференции. По итогам выступлений финалистов Конкурса в результате тайного голосования и подсчета баллов были определены победители и лауреаты конкурса среди студентов магистратуры и специалитета.

Почетными дипломами были награждены следующие **студенты бакалавры**:

### Премия 1 степени

1.	Распутный Андрей Владиславович	кафедра квантовой электроники
2.	Котельникова Любовь Михайловна	кафедра акустики
3.	Масляницына Анастасия Игоревна	кафедра общей физики и волновых процессов

### Премия 2 степени

4.	Ганцева Анна Рифатовна	кафедра биофизики
5.	Дюков Владислав Алексеевич	кафедра общей физики и волновых процессов
6.	Неделько Никита Сергеевич	кафедра физики частиц и космологии

**Премия 3 степени**

7.	Петров Игнат Андреевич	кафедра теоретической физики
8.	Неило Алексей Александрович	кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники
9.	Федюнин Федор Дмитриевич	кафедра оптики, спектроскопии и физики наносистем
10.	Качалова Дарья Ильинична	кафедра общей ядерной физики

**Почетными грамотами** были награждены следующие студенты магистры и специалисты:

1.	Пенсионеров Иван Андреевич	кафедра физики космоса
2.	Хлопунов Михаил Юрьевич	кафедра теоретической физики
3.	Ельянов Артём Евгеньевич	кафедра молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества
4.	Слепцова Юлия Васильевна	кафедра физики Земли
5.	Власенко Даниил Михайлович	кафедра астрофизики и звездной астрономии
6.	Богданов Станислав Дмитриевич	кафедра фотоники и физики микроволн

Почетными дипломами были награждены следующие **студенты-магистры**:

**Премия 1 степени**

1.	Петров Павел Константинович	кафедра физики частиц и космологии
----	-----------------------------	------------------------------------

**Премия 2 степени**

2.	Асташенков Михаил Олегович	кафедра квантовой теории и физики высоких энергий
3.	Горлова Диана Алексеевна	кафедра общей физики и волновых процессов
4.	Цветков Дмитрий Максимович	кафедра общей физики

**Премия 3 степени**

5.	Пономарчук Екатерина Максимовна	кафедра акустики
6.	Захаров Роман Викторович	кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники
7.	Леньшина Наталья Дмитриевна	кафедра квантовой статистики и теории поля
8.	Егорова Виктория Михайловна	кафедра физики моря и вод суши
9.	Поспелов Никита Андреевич	кафедра биофизики

*Председатель жюри Конкурса профессор В. М. Гордиенко*

**ВЫПУСК 4 КУРСА БАКАЛАВРИАТА В ЦИФРАХ**

1 сентября 2016 (високосного) года свой путь к знаниям начал первый курс бакалавриата физического факультета. Проходной балл в 2016 году был высоким: 337 в первую волну и 326 во вторую волну (из 400). На 375 бюджетных мест в бакалавриате претендовало 1635 абитуриентов. 307 юношей и 118 девушек стали нашими студентами, среди них жители многих регионов нашей страны от Хабаровского края до Калининградской области, граждане Беларуси, Китая, Молдовы, Казахстана, Таджикистана. Чтобы понять, насколько мотивированными и подготовленными



были ребята-первокурсники, вспомним, как они сдали свой первый экзамен по механике: 46 % получили свои первые пятерки, 32,5 % сдали на оценку «хорошо», 8,6 % — оценку «удовлетворительно» и только 2,2 % получили двойки. 10,6 % не сдавали этот экзамен по разным причинам.

Последним перед выпуском курса был Государственный экзамен, который подводит итоги обучения. 78,7 % студентов получили отличные оценки, 19,5 % заслужили «хорошо» и лишь 1,7 % получили «удовлетворительно». Особенностью этого года стала сдача экзаменов в дистанционном режиме. Конечно, на их пути были экзамены и посложнее, учеба на физическом факультете не похожа ни на спринт, ни на марафон.

Четыре года пролетели незаметно, наступил новый високосный, 2020 год. Квалификацию бакалавра по направлению «физика» получили 340 человек, из них 78 — дипломы с отличием (23 %).

Каков портрет выпускника бакалавриата физического факультета в этом году?

56 % выпускников проживало в общежитии, 31,7 % из выпускников девушки. Большинство планирует продолжить образование. 206 выпускников стали победителями Универсиады «Ломоносов-2020», обеспечив себе льготу при поступлении в магистратуру физического факультета — 100 баллов за вступительный экзамен.

В заключение хочется пожелать выпускникам бакалавриата физического факультета новых успехов в образовании, работе и личной жизни. У кого-то впереди новые вступительные экзамены.

Ни пуха, ни пера, ребята!

Удачи вам во всем!



*Заведующая учебным отделом Мухортова П.А.*



## ВЫПУСК МАГИСТРАТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В 2020 ГОДУ

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

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

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

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

В этом году из магистратуры физического факультета выпускается 247 человек, из них 140 человек будут иметь дипломы с отличием. Среди выпускников магистратуры имеются представители многих регионов нашей страны, от Камчатки до Ленинградской области с востока на запад и от Якутии до Севастополя с севера на юг, граждане Боливии, Казахстана, Китая, Кореи. Большинство студентов — жители Москвы и Московской области — 122 человека. Все же ребят среди выпускников оказалось



больше (179), чем девушек (68). Многие наши выпускники перед поступлением в магистратуру закончили бакалавриат СПбГУ, МИФИ, МАИ, МГТУ имени Баумана, Высшей школы экономики, Иркутского, Саратовского, Тамбовского, Тюменского государственных университетов и других вузов. Наши выпускники-магистры активно участвуют в научных исследованиях, имеют патенты, гранты, публикации в научных журналах. Из 28 факультетских повышенных академических стипендий за выдающиеся результаты в научной деятельности 22 по праву принадлежат выпускникам магистратуры.

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

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



*Заведующий магистратурой А.С. Нифанов*

## ЗАЩИТА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ НА КАФЕДРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКИ

В начале июня 2020 года прошли защиты выпускных работ студентов кафедры математического моделирования и информатики. Темы работ были достаточно разнообразны, в них исследовались как вопросы, касающиеся разработки и исследования новых математических методов извлечения информации из данных, так и задачи компьютерного моделирования конкретных физических явлений.

Одной из интересных работ была магистерская диссертация Егора Фадеева. Егор поступил в магистратуру физического факультета после окончания бакалавриата МГТУ имени Н. Э. Баумана и, несмотря на различие в подготовке бакалавров-инженеров и бакалавров-физиков, успешно вписался в учебный процесс кафедры.

В качестве темы магистерской диссертации им была выбрана проблема анализа сцены по её изображению. Его заинтересовали классические и нейросетевые методы решения указанной проблемы, а также привлекла возможность использования этих методов при управлении беспилотными транспортными средствами, в том числе летательными аппаратами (БЛА). Эти работы велись под руководством доцента кафедры ММИ Андрея Владимировича Зубюка.



Особенностью искусственных нейронных сетей является то, что их параметры, подбираемые при обучении, не могут быть содержательно интерпретированы, что ограничивает их применение в задачах с большим риском. Егором было проведено исследование принципов работы современных свёрточных нейронных сетей с алгебраических позиций, характерных для морфологического анализа изображений проф. Ю. П. Пытьева. Была выдвинута гипотеза, что именно особые свойства алгебраиче-



ских операций, применяемых в сверточных сетях, обеспечивают их высокую эффективность в задачах компьютерного зрения. Проведенные вычислительные эксперименты свидетельствуют в пользу этой гипотезы.

Е. Фадеевым также был разработан нейросетевой метод выделения специальных меток на взлётно-посадочной площадке для позиционирования БЛА и проведено его сравнение с классическим методом, не использующим нейросеть. Лабораторные испытания показали, что система позволяет определять положение и ориентацию в режиме реального времени с погрешностью в пределах 5%, а также вскрыли ряд недостатков классического метода выделения оптических меток на изображениях.

Результаты работы Е. Фадеева доложены на ряде международных конференций и опубликованы в научном сборнике, входящем в Web of Science Core Collection.

Кафедра очень надеется, что Е. Фадеев успешно продолжит обучение в аспирантуре физического факультета.

*Заведующий кафедрой математического моделирования и информатики  
профессор А.И. Чуличков*

## **КАК ПРОХОДИТ САМОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА?**

Пандемия коронавируса и связанный с ней перевод факультета на дистанционное обучение стал действительно непростым периодом как для студентов, так и для сотрудников физфака. Всем нам пришлось быстро переосмыслить привычный образ жизни под влиянием новых ограничений и рисков. Полностью перенести университет в онлайн – задача, наверное, невыполнимая, но каждый преподаватель и каждый студент делали все, что от них зависело, чтобы дистанционное обучение было как можно более полным, эффективным и удобным.

На смену очным занятиям пришел новый формат: преподаватели вели пары через специальные интернет-платформы, а любые проблемы с образовательным процессом оперативно передавались в учебную часть через профком студентов и студенческий совет и быстро решались. Штатная работа учебной части продолжалась, наверное, даже в большем объеме, чем раньше, а студ. организации писали обо всех изменениях, выкладывали приказы администрации и поясняли нюансы нового формата проведения занятий и экзаменов. Кроме того, проходили дистанцион-



ные заседания стипендиальной комиссии и комиссии по студенческим делам, прошел онлайн-сбор заявлений на все виды выплат, в том числе и на материальную помощь иногородним студентам в качестве компенсации средств, потраченных на дорогу домой. Заботились и о пожилых сотрудниках факультета. Для тех, кто в силу сложившихся обстоятельств не мог выйти из дома, работал волонтерский центр МГУ. Функционировала горячая линия, на которую сотрудники могли обратиться, а волонтеры с соблюдением всех мер предосторожности доставляли им наборы первой необходимости прямо до двери. Более 40 студентов, аспирантов и выпускников физического факультета работали волонтерами.

В дистанционный формат перешла и проектная деятельность организаций. Студсовет продолжил проводить онлайн-занятия в школе «Факториал», не прерывались и консультации в рамках наставнической инициативы для абитуриентов. Студенческий центр образования, который помогает в освоении материала уже не школьникам, а другим студентам, тоже перешел на дистанционное обучение и, в дополнение к семинарам, провел марафон усиленной подготовки к сессии, чтобы помочь справиться с учебной и психологической нагрузкой в экзаменационный период. Также прошел цикл лекций от Союза выпускников, призванный помочь молодым физикам на их карьерном пути. Хорошее настроение и продуктивность студентов поддерживали все вместе как могли. За время дистанционного обучения в соцсетях организаций появилось огромное количество материалов с полезными ресурсами. Студенческий совет продолжил снимать «Лица физфака», в рамках которых вышли интервью с Дмитрием Витальевичем Лукьяненко и Ириной Алексеевной Колмычек. Более 15 мероприятий и проектов Профкома, которые не удалось провести оффлайн, запустили свои онлайн-интерактивы, в полном объеме дистанционно прошли дебаты, марафон практики английского языка и квест «Общезысловесная профилактика».

Не менее сильно, чем жизнь на факультете, в ситуации пандемии изменилась обстановка в общежитиях. Обеспечить соблюдение всех эпидемиологических норм и сделать жизнь студентов безопасной помогал студенческий комитет. Члены студкома состояли в волонтерской организации, которая отвечала за дезинфекцию общежитий и доставку питания студентам и сотрудникам, оказавшимся на самоизоляции. Небольшая часть проектов была приостановлена, но основные продолжали функционировать: ребята могли взять напрокат настольные игры, книги, спортивный инвентарь и даже поучаствовать в онлайн-турнире по шахматам.

На протяжении всего периода ограничительных мер студенческий комитет тесно сотрудничал с администрацией студгородков. Организация решила вопрос с продлением проживания на лето без дополнитель-



ной платы для студентов, уехавших из общежитий на время пандемии и договорилась об онлайн-оплате для выпускников. Также составили карту расселения на новый учебный год и разделили по датам потоки возвращающихся в общежития студентов. Был составлен специальный порядок переселений и заселений, исключающий большие скопления людей в паспортном столе. Как и в предыдущие несколько лет, была организована централизованная перевозка на грузовых газелях вещей второкурсников, проезжающих из ДСЛ в ДС, в краткие сроки было осуществлено расселение первокурсников специалитета. В социальных сетях также публиковали все новости, собирали заявления и отвечали на вопросы.

Не забыли и о главных весенних праздниках. Студенческий совет провел серию интерактивов ко дню Космонавтики и перевел акцию «Бессмертный полк» для студентов и преподавателей в дистанционный формат. Профком студентов к 75-ой годовщине победы провел несколько онлайн-обсуждений, посвященных истории Великой Отечественной войны и героям в семьях студентов.

Главный праздник факультета, без которого невозможно представить весну на физфаке, тоже перенесся в онлайн-пространство. Оргкомитет сделал все возможное, чтобы провести День Физика в абсолютно новом формате и превзойти себя, и справился с блеском. Так, идея перенести физфак в виртуальную среду Minecraft изначально зародилась как шутка. На одном из собраний члены организации начали шутить о том, что было бы забавно возвести сцену в виртуальном ЦФА и организовать на ней «Мисс ФизФак», вечерний концерт и другие мероприятия. Но в какой-то момент эта идея из шутки превратилась в цель. После многих недель работы в день праздника люди разных возрастов заходили туда, встречались со своими друзьями и гуляли по физфаку и по территории МГУ как на обычном Дне Физика. Конкурс «Мисс ФизФак» точно разорвал все границы между реальностью и виртуальным миром. Девушки не побоялись показать себя и всячески шли навстречу организаторам. Конкурс действительно получился интересным. Ребята вместе творили, проводили мастер-классы и интервью. В рамках мероприятия получилось провести не только традиционные, всем полубившиеся конкурсы, но и внести нечто новое.

Главным подарком для зрителей были специальные гости, которые любят День Физика и с удовольствием согласились записать видеопоздравления для всех физфаковцев. Это были и артисты, которые приезжали на праздник в прошлые года, и наши любимые преподаватели, и выпускники, которые рассказали много интересного и поделились своим творчеством, и знаменитые ученые. Оргкомитет смог связаться с нобе-



левским лауреатом Кипом Торном, который тоже записал видеопоздравление для нас.

«Но самое важное, что мы получили — это реакцию от зрителей. В комментариях к трансляции было огромное количество теплых слов от тысячи людей, которые были действительно счастливы в этот день. Благодаря им мы поняли, что огромная работа была проделана не впустую. Мы смогли подарить вам всем праздник даже в такое тяжелое время. Это главное, что мы хотели сделать: принести людям счастье, сохраняя и развивая традиции факультета,» — пишет оргкомитет Дня Физика.

Дистанционное обучение стало испытанием для всех. Но оно также заставило нас с новой силой почувствовать, как важна порой бывает поддержка. Как нам самим время от времени нужна помощь, как здорово знать, что за ней всегда можно обратиться к кому-то, кому не все равно, и какое это удовольствие — помогать самому.

*Председатель профкома студентов Виталий Кобзев*

## СИБИРСКИЕ ДИВИЗИИ ПОД МОСКВОЙ

*К 79-й годовщине разгрома немецких захватчиков под Москвой*

В небольшом очерке я, уроженец Енисея, хочу рассказать о боевой репутации сибиряков и проводящихся ежегодно в Сибири вахтах памяти в День Победы.

В 1941 году Москву обороняли около 20 сибирских дивизий, две стрелковые бригады, отдельные полки, батальоны лыжников и около 25 тысяч морских пехотинцев Тихоокеанского флота и Амурской флотилии. В битве за Москву погибло более миллиона солдат Красной Армии и ополченцев. Страшные цифры, но такую цену наши отцы и матери заплатили за Победу. Кончилась война, но еще долго по всей стране раздавались женские стенания.

Память о тех, кто отдал жизни за Отечество, бережно сохраняется во всех уголках огромной страны, в том числе в Красноярске, на Енисее, где прошло мое детство.



*1941. Алтай. Проводы на фронт*

В селе Назимово, где я окончил «семилетку», перед войной проживало около 300 человек.

На фронт были призваны все мужчины от 18 до 50 лет — около 80 человек. В селе остались одни женщины, старики и дети. На красивом гранитном Мемориале Славы в Назимово высечены пятьдесят имен погибших сельчан.



*Вахта памяти в селе Назимово на Енисее*

Замечательно, что в Назимово сохраняются лучшие традиции школьного патриотического воспитания. Каждый год 9 мая у памятника погибшим сельчанам проходит митинг, а ученики средней школы несут



вахту памяти. Кроме того, Дню Победы посвящается 10-километровый пробег школьников.

Почти во всех сохранившихся селениях на Енисее есть памятные мемориалы. Это я видел, проплыв несколько раз по могучей сибирской реке от Красноярска до Дудинки. Конечно, невозможно в кратком очерке написать про многие из них. Но про два, в селах Ярцево и Туруханск, я упомяну.

В Ярцево возле школы находится красивая тополиная роща. Её посадили выпускники школы, которые в 1941 году ушли на войну. Более половины их не вернулось, а память о них живет в этих могучих деревьях. В честь 60-летия Победы парк расширили посадками серебристых тополей. Внутри парка — обелиск, на котором перечислены все погибшие — около 300 человек.

*Село Ярцево.*

*Обелиск с именами погибших*



Очень впечатляет мемориал-памятник погибшим в Великой Отечественной войне «Воинам–туруханцам», открытый в 1989 г. в селе Туруханске. Из Туруханского района было призвано 3620 человек. Не вернулось с войны 870 жителей этого района. На гранитной стене высечены фамилии павших героев. Круглый год на плитах памятника лежат живые цветы...



*Село Туруханск. Мемориал погибшим в Великой Отечественной войне сельчанам*



К сожалению, судьба многих и сегодня еще не известна. Многие семьи до сих пор сохраняют надежду на чудо, что потерянного фронтовика найдут российские поисковые отряды и он не будет забытым в своей безвестной могиле...

Это о безымянном солдате сложен «Плач матери»:

Под какой березкой израненной,  
Под какой сосной искалеченной,  
Ты остался лежать умирающий,  
Смертным боем с землею повенчанный...  
Пусть же та земля, на которой ты  
Пролил кровь свою в свой последний бой,  
На груди своей упокоит тебя,  
Примет, словно мать, ненаглядный мой!

Мало информации о сибирских дивизиях в Центральном архиве Министерства обороны и в мемуарах военачальников.

Упомяну о некоторых сражениях с участием сибиряков. В сражении под Можайском, на Бородинском поле, 13 октября 32-я сибирская дивизия полковника Полосухина, которая прославилась на озере Хасан, остановила танковую дивизию СС «Дас Райх». Наступающих было втрое больше. Шесть дней полосухинцы отражали яростные атаки врага. Дивизия Полосухина потеряла половину состава, но дух сибиряков не был сломлен. Через два месяца, в январе 1942 года, полосухинцы вернут Бородинское поле, а в феврале в боях за Можайск погибнет сам комдив Полосухин. Его похоронят в центре Можайска. Ныне на бородинском поле рядом с памятником Кутузову высится гранитный монумент в честь Сибирской дивизии Полосухина.

Немцы боялись сибиряков, особенно страшились рукопашных боев. У сибиряков в ход шли не только стрелковое оружие и штыки, но и саперные лопатки, ножи... Как только в донесениях немецких командиров сообщалось, что «это не красноармейцы, а сибиряки», то менялась традиционная тактика боев: для уничтожения сибиряков применялась авиация, артиллерия и минометы.

Суровая жизнь приучила сибиряков к поиску неординарных решений. Немецкие офицеры и генералы неплохо знали наши боевые уставы. Потому и могли предсказывать шаблонные действия наших командиров в различных ситуациях. Командир 78-й сибирской стрелковой дивизии А.П.Белобородов действовал по-другому. Действовал, используя сильные стороны своих солдат. Вот один из эпизодов боевой биографии этой дивизии. В селе Медведево (Смоленская область) для немцев началась дру-



гая война. Днем, пользуясь огневым превосходством, немцы заняли половину села, расположенную по одну из сторон шоссе. Утром готовилась атака на другую половину. И исход этой атаки был предсказуем. И комдив решил провести штыковую атаку ночью! Только в этом случае немцы не могли использовать пулеметы, минометы и танки. Ночью, молча, без криков "ура!", без шума, сибиряки перешли шоссе и перекололи немцев штыками. К утру немецкого батальона не существовало. Село было освобождено. Сибиряки воевали зло и бесстрашно, необычайно стойко и мужественно, что хорошо показано в известном фильме «Один день командира дивизии».



*1941 год. Пополнение из Сибири*

Без приказа сибиряки не отступали. Так полностью погибли две сибирские дивизии полковников Холзунова и Велигожского. Они пали на Духовшинском направлении, сдерживая натиск группы отборных войск. Сибиряки с гранатами бросались под танки, подпускали «на вытянутую руку» и били в упор.

5 декабря 1941 года поступил приказ о контрнаступлении под Москвой. Наступление началось у Клина рано утром 6 декабря. В полной тьме бойцы армии Лелюшенко, ядром которой были сибиряки, вышли к позициям противника, застав врасплох спящих фашистов и остывшие танки. На рассвете была прорвана оборона, а далее... были освобождены Калинин, Калуга, Можайск, Бородино, Ельня...



Маршал Малиновский говорил о сибиряках: «У нас, фронтовиков, укоренилось глубокое уважение к питомцам Урала и безбрежной Сибири. Это уважение и глубокая военная любовь к уральцам и сибирякам установилась потому, что лучших воинов, чем сибиряк и уралец, бесспорно, мало в мире. Оба они такие родные и настолько овеяны славой, что их трудно разделить. Оба они представляют одно целое – самого лучшего, самого храброго, упорного, самого ловкого и меткого бойца».

Молодцы красноярцы, воздвигнувшие под Москвой памятник-мемориал «Воинам-сибирякам»!

Памятник воздвигнут на 42-м километре Волоколамского шоссе, где в битвах за Дедовск и Снегири сибирские дивизии одержали первые победы.



Памятник-мемориал «Воинам-сибирякам» под Москвой

Беляев А. И., выпускник физфака 1962 года,  
главный конструктор на оборонных предприятиях

**Примечание Главного редактора.** Известный советский разведчик-диверсант и парашютист И. Старчак в воспоминаниях приводит невероятный пример использования сибиряков-десантников под Москвой в критические дни зимы 1941 г. Воздушная разведка обнаружила танковую



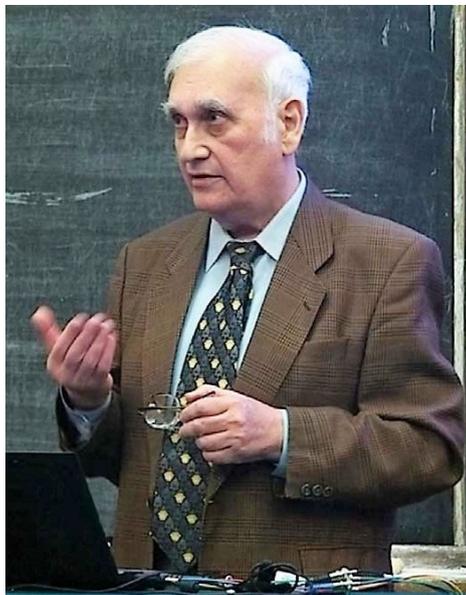
колонну врага, двигавшуюся по неприкрытому направлению. Путь на Москву был открыт. Все решали минуты. Командование приняло решение десантировать сибиряков с самолетов на бреющем полете... без парашютов в снег. Сибиряков-десантников попросили, отказов не было. При десантировании погибло 15% воинов. Большая часть десантников погибла в бою, но колонна врага была разгромлена.

Возможно, это миф. Но воины-сибиряки были способны и на большее.

Такое было время, таковы были сибиряки, таковы были командиры, такова была цена Победы.

## ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА

(22.10.1938 – 9.08.2020)



9-го августа 2020 года на 82-м году жизни скончался выдающийся ученый и педагог, заведующий кафедрой общей ядерной физики Борис Саркисович Ишханов.



Вся его жизнь с момента поступления на физический факультет МГУ (1955 г.) связана с факультетом. В 1961 г. после завершения обучения на отделении ядерной физики он поступил в аспирантуру и под руководством доцента Валериана Григорьевича Шевченко стал заниматься экспериментальным изучением ядерных реакций под действием фотонов (фотоядерных реакций). К этому времени в Научно-исследовательском институте ядерной физики (НИИЯФ) МГУ стал работать ускоритель электронов бетатрон с максимальной энергией электронов 35 МэВ. Этот экземпляр ускорителя, созданный советскими инженерами, оказался исключительно удачным по своим эксплуатационным качествам и в течение четверти века позволял физикам МГУ проводить интенсивные экспериментальные исследования фотоядерных реакций на самом переднем крае мировой науки в этой области ядерной физики. После защиты (1964) кандидатской диссертации исследования Бориса Саркисовича и возглавляемой им группы молодых физиков, выпускников факультета, были посвящены гигантским резонансам и, прежде всего, гигантскому дипольному резонансу, наблюдавшемуся в эффективных сечениях поглощения высокоэнергичных фотонов атомными ядрами. Это уникальное ядерное явление — самое яркое коллективное возбуждение в системе нуклонов, несущее беспрецедентную информацию о внутриядерной динамике. Его изучением во второй половине XX века занимались самые передовые ядерные центры мира. Под руководством Бориса Саркисовича в НИИЯФ МГУ были созданы новые высокоэффективные экспериментальные методики и выполнены измерения характеристик гигантского резонанса. Впервые была обнаружена структура гигантского резонанса у средних и тяжелых ядер, что потребовало пересмотра теоретических концепций этого явления. Был изучен механизм распада гигантского резонанса, установлена важная роль ядерных оболочек и квантового числа изоспина в возбуждении и распаде гигантского резонанса. Был вскрыт механизм формирования ширины гигантского резонанса большой группы ядер. Важным фундаментальным результатом этих интенсивных многолетних исследований явилось открытие конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса.

В 1976 г Борис Саркисович стал доктором физ.-мат. наук. Выполненные в МГУ под руководством Бориса Саркисовича исследования фотоядерных реакций получили международное признание. Международное агенство по атомной энергии (МАГАТЭ) предложило группе Бориса Саркисовича организовать международный центр по сбору, анализу и оценке данных фотоядерных экспериментов. И такой центр (ЦДФЭ) был организован и успешно функционирует в сети международных центров ядерных данных.



В конце 1980-х годов в Отделе электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер (ОЭПВАЯ) НИИЯФ МГУ, который к тому времени уже много лет возглавлял Борис Саркисович, было принято решение кардинально модернизировать ускорительную базу отдела. И эта сложнейшая технологическая задача была практически целиком осуществлена силами сотрудников, аспирантов и студентов – выпускников физического факультета, работавших под руководством Бориса Саркисовича. Были разработаны новейшие методы ускорения электронов и созданы уникальные ускорительные системы с большой яркостью пучка, которые позволили обеспечить ускорение в плазме и получить небывалый темп набора энергии — больше 10 ГэВметр, осуществить генерацию излучения в миллиметровом диапазоне длин волн за счет когерентных эффектов, создать интенсивные источники излучений в рентгеновском диапазоне длин волн. Созданные в ОЭПВАЯ ускорители — разрезные микротроны использовались для фундаментальных исследований — исследования флуоресценции атомных ядер и ядерных реакций, в которых высокоэнергичный фотон выбивает из ядра различные частицы (до 10 нейтронов).

Разработанные и созданные компактные линейные ускорители на энергию до 10 МэВ нашли широкое применение при решении различных прикладных задач, в которых используются радиационные технологии. Это мобильные и стационарные инспекционно-досмотровые комплексы, контроль сварных швов атомных реакторов, обработка продукции пищевой промышленности, медицина.

Исключительна по масштабам и эффективности педагогическая деятельность Бориса Саркисовича. Она целиком связана с кафедрой общей ядерной физики, которую он возглавлял, начиная с 1987 г. Кафедра обеспечивает преподавание всем студентам факультета заключительного раздела общего курса физики — физики атомного ядра и частиц (лекции, семинары, практикум) и играет ведущую роль в разработке методики преподавания этого курса в нашей стране. Борисом Саркисовичем совместно с другими преподавателями написаны основные учебники и учебные пособия по этому курсу, в том числе классический университетский учебник «Частицы и атомные ядра». Кафедрой совместно с НИИЯФ МГУ создан сайт «Ядерная физика в Интернете», на котором в режиме открытого доступа публикуются учебные и справочные материалы по физике ядра и частиц и смежным дисциплинам. Этот сайт является самым полным источником сведений учебного характера об атомных ядрах и элементарных частицах в нашей стране и очень активно посещается большим числом пользователей многих стран. Количество посещений



сайта превышает 15 млн. Борис Саркисович — автор десятков учебников и учебных пособий самой разной методологической направленности.

Борис Саркисович Ишханов был человеком кипучей энергии, долга и исключительных организаторских способностей. Сочетание глубокой научной эрудиции, энциклопедических знаний и особой физической интуиции позволяло ему на протяжении многих лет успешно возглавлять научную и педагогическую деятельность большой группы своих учеников. Борисом Саркисовичем создана полноценная научная школа. Под его руководством защищены 35 кандидатских диссертаций. В возглавляемом им отделе и на кафедре подготовлено 10 докторов наук. Он являлся членом ряда комиссий и советов, определяющих направление развития ядерной физики в нашей стране. Он входил в редколлегии ведущих научных журналов. Исследования, возглавляемые Борисом Саркисовичем, поддерживались многими грантами. Упомянем лишь три направления. Во-первых, это совместные научные исследования с ведущим научным центром США — Национальной ускорительной лабораторией им. Томаса Джеферсона (JLAB, Вашингтон), где работает ускоритель электронов CEBAF с энергией до 12 ГэВ. CEBAF — лучший в мире электронный микроскоп для изучения ядер и нуклонов. Во-вторых, это совместные с Национальным институтом ядерной физики Италии (INFN) исследования космологических нейтрино. В-третьих, это сотрудничество с научными центрами и фирмами США, Германии, Испании, Китая и других стран в создании и модернизации электронных ускорителей нового поколения.

Борис Саркисович Ишханов является автором более 900 статей и 100 книг, соавтором фундаментального научного открытия, Лауреатом премий Совета министров СССР и правительства России, двух Ломоносовских премий, заслуженным работником высшей школы Российской Федерации. Он награжден орденом Трудового Красного Знамени и несколькими медалями. Стиль его жизни, безграничная приверженность делу являются хорошим примером для молодежи.

Борис Саркисович Ишханов ушёл от нас в рассвете своей плодотворной научной и педагогической деятельности. Мы сохраним о нём светлую память.

*Сотрудники кафедры, коллеги, ученики, друзья*



## ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА РОСТОВСКОГО

02 июня 2020 года в результате инсульта на 88-м году жизни скоростно скончался старейший преподаватель нашей кафедры, кандидат физико-математических наук, доцент, Заслуженный преподаватель Московского университета Владимир Сергеевич Ростовский.

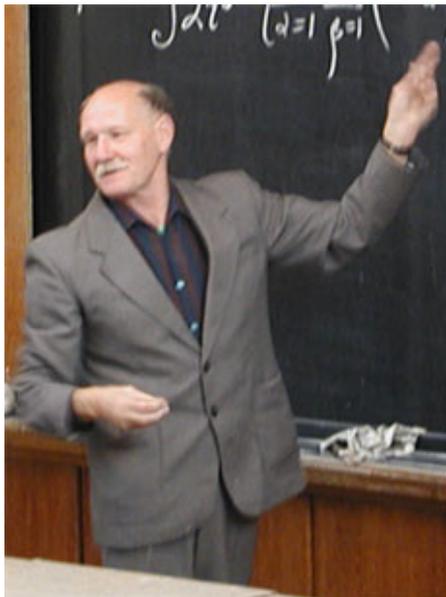
Всю свою жизнь он был неразрывно связан с факультетом, спокойно и старательно выполнял свою педагогическую работу. Его глубокие лекции по электродинамике в студенческие годы слушали и автор этих строк, и многие сотрудники физического факультета МГУ.

После обучения в аспирантуре под руководством академика А. С. Давыдова В. С. Ростовский в 1960 году был оставлен для работы на кафедре и 60 лет своей жизни отдал любимому делу.

Тематика научной работы Владимира Сергеевича была широкой, охватывая вопросы теории неидеальной плазмы, процессов распада неаксиальных ядер. Им разработан асимптотический метод вычисления радиальных матричных элементов для атомных переходов, изучались различные бароэлектрические эффекты внутри планет, рассматривались и другие вопросы. Он опубликовал 58 статей, которые, по данным Web of Science, были процитированы в журналах 496 раз.

В молодости Владимир Сергеевич активно занимался спортом, был непременным участником футбольных игр на спортплощадках МГУ.

В короткой заметке трудно уместить все, что хотелось бы сказать о таком замечательном человеке, каким был В. С. Ростовский. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах!



*Заведующий кафедрой квантовой  
теории и физики высоких энергий  
профессор В. И. Денисов*

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ОТКРЫТИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР</b>	<b>2</b>
<b>ЖЕНЩИНЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ МИР</b>	<b>8</b>
<b>НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОТ ЯДЕР АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК</b>	<b>14</b>
<b>КОЛЛОИДНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ — ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>18</b>
<b>ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РАСПЛАВОВ СИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ</b>	<b>21</b>
<b>ГРАН-ПРИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ СИЛИКОНОВОЙ ДОЛИНЫ (США) — У УЧЕНЫХ ФИЗФАКА!</b>	<b>24</b>
<b>КОНКУРС ИМЕНИ АКАДЕМИКА Р.В. ХОХЛОВА НА ЛУЧШУЮ СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНУЮ РАБОТУ 2020 ГОДА</b>	<b>25</b>
<b>ВЫПУСК 4 КУРСА БАКАЛАВРИАТА В ЦИФРАХ</b>	<b>29</b>
<b>ВЫПУСК МАГИСТРАТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В 2020 ГОДУ</b>	<b>31</b>
<b>ЗАЩИТА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ НА КАФЕДРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАТИКИ</b>	<b>33</b>
<b>КАК ПРОХОДИТ САМОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА?</b>	<b>34</b>
<b>СИБИРСКИЕ ДИВИЗИИ ПОД МОСКВОЙ</b>	<b>37</b>
<b>ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА</b>	<b>43</b>
<b>ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА РОСТОВСКОГО</b>	<b>47</b>

Главный редактор К.В. Показеев

sea@phys.msu.ru

<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/>

Выпуск готовили: И. А. Силантьева, Н. В. Губина, В. Л. Ковалевский,

Н. Н. Никифорова, К. В. Показеев, Е. К. Савина, О. В. Салецкая.

Фото из архива газеты «Советский физик» и С. А. Савкина.

09. 11.2020