

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№5 (164) 2023

**В номере:**



**Открылся кластер «Образовательный»  
научно-технологической Долины МГУ**

**Стр. 2–4**



**Открытие низкочастотных гравитационных волн  
методом пульсарного тайминга**

**Стр. 6–11**



**Праздник осеннего равноденствия в ГАИШ**

**Стр. 16–25**



**К 90-летию физического факультета**

**Стр. 27–32**



**Обращение к читателям главного редактора  
«Советского физика» Показеева К.В.**

**Стр. 63**

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

5(164)/2023  
(сентябрь–ноябрь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ  
2023

## ОТКРЫЛСЯ КЛАСТЕР «ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ» НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЛИНЫ МГУ



20 июля с участием ректора Московского университета академика В.А. Садовниченко состоялось открытие кластера «Образовательный» – нового корпуса Инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьевы горы». В мероприятии приняли участие ученые – координаторы кластеров Долины МГУ, резиденты и представители молодежных студенческих отрядов МГУ, которые были задействованы в строительстве кластера.

Кластер «Образовательный» открылся для резидентов, которые начнут осваивать территорию и вести научно-технологическую деятельность непосредственно на площадках ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы».

Ректор МГУ академик В.А. Садовнический: «Спасибо, дорогие коллеги и уважаемые гости! У нас сегодня важное и торжественное событие. Мы открываем Образовательный кластер. В этом кластере 88 резидентов – он полностью заполнен и работает. Компании даже могут похвастаться первыми результатами. Резиденты, которые здесь находятся, уже получили на внедрении своих разработок 12 миллиардов рублей и 2,5 миллиарда вложили в научные разработки. На данный момент здесь трудятся более 2 тысяч человек. Деканы факультетов и координаторы кластеров подго-



товили около 4500 научно-технологических проектов. Мы получили свыше 1300 заявок от компаний. 120 из них были отобраны и стали участниками проекта.

Таким образом, мы продолжаем вводить в строй объекты Инновационной научно-технологической долины в соответствии с поручением Президента Российской Федерации. Работа идет по графику. Благодаря поддержке федерального правительства и правительства Москвы на новой территории ведущего университета России сегодня формируется уникальное инновационное пространство. Это наш вклад в обеспечение суверенитета идей и технологий, в развитие страны как ведущей промышленной державы мира. Наша стратегическая задача – обеспечить связку между фундаментальной наукой, гигантской базой знаний и реальной экономикой, потребностями рынка, запросами всего общества. На территории долины будут создаваться принципиально новые стандарты технологий будущего, формироваться новое поколение ученых, инженеров, изобретателей. К 270-летию МГУ в 2025 году создается научно-внедренческий центр мирового класса, тесно связанный с научным и образовательным потенциалом Московского университета и интересами ключевых отраслей национальной экономики. Долина МГУ – это наш проект и наша идея, которая нашла поддержку. Особенно хочу поблагодарить наших студентов из стройотрядов, которые принимали активное участие в строительстве нашего кластера, красивого и современного. Вы напомнили мне о собственной юности в стройотряде».

После приветственных слов ректор МГУ В.А. Садовничий и генеральный директор АО «Институт «Оргэнергострой» Э.Л. Кокосадзе перерезали ленточку на входе в новый кластер. Ножницы для этого принесла Робособака, запрограммированная российскими специалистами.

Из резидентов на открытии были представлены: компания «Спутникс», которая создает наземные спутниковые станции приема и управления, системы управления спутниками, а также различное оборудование для аэрокосмического образования студентов и школьников; НТЦ «Геомеханика» – ведущий разработчик высокотехнологичного скважинного оборудования для испытания и освоения скважин, в т.ч. на шельфе; «Митотех» – компания-разработчик базовой субстанции на основе антиоксидантов «Ионов Скулачева» и готовой продукции на ее основе, в том числе глазных капель «Визомитин». Кроме того, гости смогли увидеть и оценить разработку МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, ООО «МФС» и промышленных партнеров – автоматизированный диагностический комплекс – терминал «Здоровье».

В мероприятии приняли участие: первый заместитель Председателя Госдумы России А.Д. Жуков, председатель Московской городской думы

А.В. Шапошников, заместитель министра науки и высшего образования  
Д.С. Секиринский, главный архитектор столицы С.О. Кузнецов, замести-  
тель генерального директора по персоналу ГК «Росатом»  
Т.А. Терентьева.

К 2025 году, когда будет отмечаться 270-летие Московского универ-  
ситета – ведущего университета страны, на его новой территории появит-  
ся полноценная инновационная экосистема мирового уровня для реали-  
зации приоритетов научно-технологического развития России, повыше-  
ния инвестиционной привлекательности сферы исследований и разрабо-  
ток, коммерциализации их результатов, расширения доступа граждан и  
юридических лиц к участию в перспективных научных и научно-  
технологических проектах. В ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы» разместятся  
успешные стартапы, технологические компании и научно-  
исследовательские подразделения корпораций.

Каждая из научно-технологических компаний, приходящих в ИНТЦ,  
имеет сильную научную базу, а также готовый бизнес-проект, который  
направлен на долгосрочную коммерциализацию результатов деятельно-  
сти. Подавляющее большинство компаний связаны с МГУ.

*<https://www.msu.ru/news/otkrylsya-klaster-obrazovatelnyy-nauchno-tekhnologicheskoy-doliny-mgu.html>*

## ВЫПУСК 2023 ГОДА

Летняя пора на физическом факультете радует не только солнечным настроением, но и торжественными мероприятиями, связанными с процессом выпуска и вручением дипломов студентам, окончившим бакалавриат, магистратуру и специалитет и сдавшим государственные экзамены. Процесс выпуска студентов сопряжен не только с вручением самих дипломов. Наши отважные инспектора по выпуску совместно с инспекторами курсов готовят всю необходимую документацию, проверяют личные дела и готовят базу данных для печати дипломов. Так что путь диплома до рук счастливого выпускника значительно труднее, чем может показаться на первый взгляд.

В этом году мы в последний раз выпустили бакалавров, с 2020 года прием абитуриентов на программу бакалавриата не проводится. Бакалавров было рекордное количество – 375 человек. Помимо этого, мы традиционно завершаем процесс обучения для студентов шестого курса астрономического отделения, их в этом году 12 человек. И не стоит забывать про магистров, которых мы выпустили в количестве 218 человек.



*Заведующий кафедрой А.П. Черняев и декан физического факультета В.В. Белокуров вручают дипломы супругам А.П. Стрелковской и Ю.О. Балабе*

Дипломы с отличием получили 216 человек (88 бакалавров, 123 магистра и 5 специалистов астрономического отделения).

Всем выпускникам я желаю найти свой жизненный путь как в профессиональном плане, так и в семейном, и следовать ему.

*Будьте счастливы!*



*Замдекана по учебной работе А.М. Гапочка*

## ОТКРЫТИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН МЕТОДОМ ПУЛЬСАРНОГО ТАЙМИНГА

Краткое сообщение об этом открытии размещено на сайте МГУ:  
[https://www.msu.ru/science/main\\_themes/metodom-pulsarnogo-tayminga-otkryty-nizkochastotnye-gravitatsionnye-volny-.html](https://www.msu.ru/science/main_themes/metodom-pulsarnogo-tayminga-otkryty-nizkochastotnye-gravitatsionnye-volny-.html)

*29 июня 2023 года вошел в историю современной фундаментальной науки как день обнаружения стохастического фона низкочастотных гравитационных волн – чрезвычайно слабого «шума» пространства-времени, приходящего на Землю изотропно со всех направлений. В отличие от гравитационных волн, открытых в 2015 году наземными гравитационно-волновыми интерферометрами LIGO, от сливающихся двойных черных дыр или нейтронных звезд, это стохастический сигнал, создаваемый не одним, а совокупностью большого количества независимых источников или даже случайными флуктуациями пространства-времени в ранней Вселенной. Для регистрации такого сигнала в области наногерцовых частот не требуется создания специальных детекторов – природа сама позаботилась, как можно искать следы такого слабого «шепота Вселенной» в сигнале от «космических часов» -- радиопульсаров, быстро вращающихся нейтронных звезд, которые с 1967 года наблюдаются радиоастрономами.*



45 лет назад, в 1978 году, вышла замечательная работа молодого выпускника физфака, научного сотрудника ГАИШ Михаила Васильевича Сажина, в которой он предложил метод обнаружения низкочастотных



гравитационных волн (ГВ) с помощью прецизионного измерения времен прихода импульсов от радиопульсаров (так называемый метод пульсарного тайминга). Годом позже метод был независимо разработан в статье американского астрофизика С. Детвейлера.



*М.В. Сажин (1951-2023)*



*С.Л. Детвейлер (1948-2016)*

Радиопульсары – быстро замагниченные нейтронные звезды, от которых наблюдаются высокостабильные импульсы радиоизлучения. Их можно рассматривать как высокоточные «космические часы» с частотой  $f=2\pi/P$  ( $P$  – период вращения пульсара). Изменение периода вращения старых миллисекундных пульсаров оказывается порядка  $dP/dt \sim 10^{-20}$  с/с (а их на небе известно несколько десятков), и на временах порядка 10 лет они «держат время» с точностью, сопоставимой и даже превосходящей современные атомные часы.

Идея метода проста. Рассмотрим абсолютно стабильные (для простоты) часы на большом расстоянии от Земли. Монохроматическая плоская гравитационная волна от далекого источника, бегущая по пространству со скоростью света, возмущает пространство-время вблизи источника и приемника, и во времена прихода импульсов от часов возникает задержка, связанная с изменением («красным смещением») частоты пульсара под воздействием ГВ  $\Delta f/f \sim h$  ( $h$  – безразмерная амплитуда ГВ): ,  $r(t) \sim (\Delta f/f)T \sim hT$ , где  $T$  – время наблюдения. Метод наиболее чувствителен к частотам ГВ порядка  $\nu \sim 1/T$ . Поскольку точность измерения прихода импульсов возрастает со временем, а время пульсарного тайминга 10 – 15 лет, метод наиболее чувствителен в наногерцовом диапазоне частот. После вычитания многочисленных эффектов, связанных с излучением импульсов пульсара, их распространением в межзвездной среде, приведением измерений времен прихода импульса на конкретном радиотелескопе к барицентру солнечной системы с учетом релятивистских эф-

фектов величина остаточных уклонений в методе пульсарного тайминга достигает десятков наносекунд, что позволяет в принципе измерять амплитуды ГВ порядка  $h \sim 10^{-16}$ .



*Рис. 1. Изменение времен прихода импульсов (тайминг) пульсаров под действием стохастического ГВ-фона. (NANOGrav / T. Klein)*

Разумеется, одиночная монохроматическая ГВ в наноГц диапазоне частот – идеализированная модель. В реальности во Вселенной имеются различные источники (астрофизической и, возможно, космологической природы), и метод пульсарного тайминга применяется для детектирования стохастического фона ГВ, образованного или множеством независимых астрофизических источников, или имеющим космологическое происхождение в ранней Вселенной. Наиболее вероятным считается формирование стохастического фона от двойных сверхмассивных черных дыр (СМЧД) в ядрах галактик. Действительно, из астрономических наблюдений установлено, что в ядрах галактик имеются СМЧД с массами в десятки миллионов и миллиардов масс Солнца (см., например, обзор А.М. Черепашука[3]). Происхождение таких СМЧД — пока что нерешенная проблема астрофизики и космологии, однако наиболее вероятным представляется рост массы ЧД при слияниях (мерджинге) галактик, при котором должны формироваться двойные СМЧД.

Несложно оценить, каков будет стохастических ГВ-сигнал от совокупности таких источников. Для оценки рассмотрим двойную систему на круговой орбите. Как известно, в квадрупольном приближении (которое с высокой степенью точности работает на орбитальных частотах для двух масс  $M_1, M_2$  на круговой кеплеровской орбитес полуосью  $a$ ) амплитуда



ГВ  $h \propto \omega^{2/3}$ , где  $\omega^2 = 4G(M_1+M_2)/a^3$  – удвоенная орбитальная круговая частота. Из-за потери энергии и момента импульса на излучение ГВ орбитальная частота обращения компонент двойной системы растет как  $\dot{\omega} \propto \omega^{11/3}$ . Следовательно, в интервале частот ГВ  $\Delta\nu \sim \nu$  одновременно будет находиться  $N = \nu dN/d\nu = R\omega/\dot{\omega}$  источников, где  $R$  – темп образования двойных систем, дающих максимальную амплитуду ГВ (в данном случае – двойных СМЧД). Так как источники независимые, суммарный стохастический сигнал будет иметь амплитуду  $h_c = \sqrt{N}h \propto \nu^{-2/3}$ . (Для стохастического неполяризованного изотропного фона обычно используют спектральную мощность  $S_h(\nu)$ , связанную с безразмерной амплитудой фона  $h_c = \sqrt{\nu S_h(\nu)}$ .)

Для регистрации стохастического фона методом пульсарного тайминга используют наблюдения нескольких десятков стабильных миллисекундных пульсаров в разных частях неба (так называемые массивы пульсарного тайминга, pulsar timing arrays) (Рис. 1). Остаточные отклонения времен прихода импульса в каждом из пульсаров  $r_i(t)$  независимы и могут рассматриваться как случайные переменные. Тогда в спектре мощности общего для сигнала от массива пульсаров появится специфическая корреляция, зависящая от угла между направлениями на пульсары (так называемая кривая Хеллингса – Даунса), связанная с квадрупольным характером ГВ фона. Эта корреляция является «визитной карточкой» стохастического ГВ-фона. В остаточных отклонениях времен прихода импульсов от нескольких пульсаров стохастический фон ГВ с амплитудой  $h_c$  будет проявляться как шум со спектром мощности  $S_h(\nu) \sim h_c^2/\nu^3$  и угловой корреляцией Хеллингса – Даунса. Например, для фона от двойных СМЧД ожидается спектр мощности шума в остаточных отклонениях времен прихода импульсов  $S_h(\nu) \sim h_c^2/\nu^{-13/3}$ .

Программа поиска стохастического фона ГВ велась в течение 15 лет целой сетью мировых радиоантенн в Европе (ЕРТА), США (NANOgrav), Австралии (PPTA) и Китае (CPTA). Следы такого шума уже объявлялись в данных американской коллаборации NANOGrav несколько лет назад, но для доказательства природы наблюдаемого остаточного шума в «расписании» прихода импульсов от радиопулсаров потребовались усилия сотен астрономов и тщательный анализ огромных массивов данных. Для окончательного доказательства гравитационно-волновой природы шума требуются новые наблюдения, но уже сейчас ясно, что обнаруженный сигнал с 99.9% вероятностью имеет астрофизическое происхождение.

На рис. 2 из препринта ЕРТА коллаборации (Antoniadis et al. 2023) представлен результат поиска свойств общего шума. На панели справа сплошная линия показывает красный шум с наклоном 13/3, ожидаемый от сливающихся двойных СМЧД.

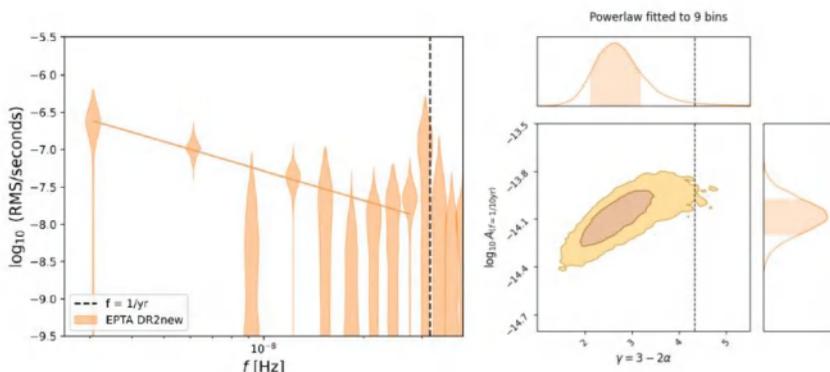


Рис. 2. Красный степенной шум в общем сигнале тайминга миллисекундных пульсаров коллаборации EPTA (Antoniadis et al. 2023)

На рис. 3 показана корреляция Хеллингса – Даунса по данным 15-летнего пульсарного тайминга в коллаборации NANOgrav.

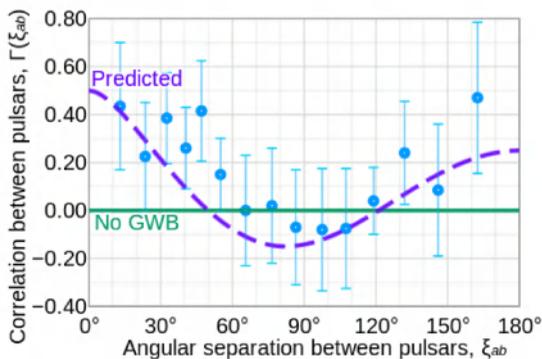


Рис. 3. Корреляция шума в остаточных уклонениях времен прихода импульсов миллисекундных пульсаров по данным 15 лет мониторинга коллаборацией NANOgrav. Пунктирная кривая – ожидаемая квадрупольная корреляция Хеллингса – Даунса, характерная для стохастического ГВ фона (Agazie et al. 2023)

Наиболее вероятным источником такого гравитационно-волнового шума являются тесные двойные сверхмассивные черные дыры в ядрах галактик, которые сливаются за счет излучения гравитационных волн. Однако не исключено (и по мнению некоторых исследователей даже более правдоподобно), что стохастический фон гравитационных волн в наногерцовом диапазоне частот имеет космологическую природу – это может быть след нетривиальных физических процессов, происходящих в



конце инфляционной стадии расширения Вселенной, предшествовавшей «Большому взрыву».

*В открытии этого сигнала, по данным коллаборации EPTA, приняли активное участие выпускники ГАИШ МГУ С. Бабак, Н. Порайко, а также директор ГАИШ МГУ чл.-корр. РАН К.А. Постнов и студент 4 курса астрономического отделения физического факультета МГУ Тимур Хизриев.*

*Поздравляем всех ученых МГУ с новым замечательным открытием!*

### Литература

М.В. Сажин. Возможность детектирования сверхдлинных гравитационных волн. *Астрономический журнал*, т. 55, с. 65 (1978)

S. Detweiler. Pulsar timing measurements and the search for gravitational waves. *Astrophysical Journal*, Part 1, vol. 234, p. 1100 (1979)

А.М. Черепашук. Наблюдения звёздных и сверхмассивных чёрных дыр. УФН 186 778 (2016)

Antoniadis J.,... S. Babak, T. Hızıriev, N. Porayko, K. Postnov et al. The second data release from the European Pulsar Timing Array: V. Implications for massive black holes, dark matter and early Universe. *Astron. Astrophys.* Submitted. arXiv:2306.16227 <https://arxiv.org/abs/2306.16227>

Agazie G. et al. The NANOGrav 15 yr Data Set: Evidence for a Gravitational-wave Background. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 951, Issue 1, id.L8, 24 pp. (2023)

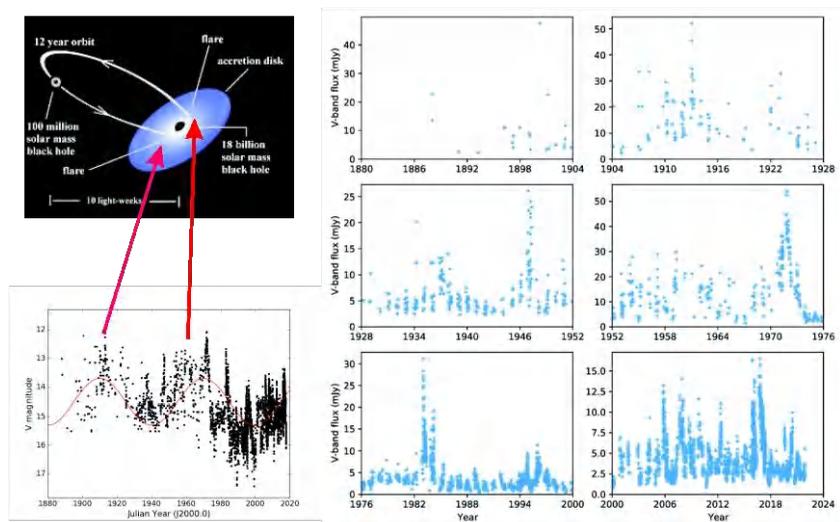
*Директор ГАИШ МГУ чл.-корр. проф. РАН, профессор  
К.А. Постнов*

## **«ВЗВЕШИВАНИЕ» ДВОЙНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР В ЦЕНТРАХ ГАЛАКТИК НОВЫМ МЕТОДОМ**

*Информация о результатах этой работы размещена на сайте МГУ*

При наблюдениях галактик всегда привлекали внимание бурные взрывные процессы. Долгое время быстрые изменения яркости центральных частей галактик, так называемая «активность ядер галактик» (АЯГ), оставалась загадкой. В настоящее время такую активность связывают с черными дырами (ЧД) в центрах галактик. За последние два года понимание активности АЯГ переживает необычайный прогресс, который связан с революционным открытием двойных ЧД в ядрах галактик. Много-

численные сообщения об открытии двойных ЧД в центрах галактик посыпались как из рога изобилия начиная с конца 2021 г. На данный момент их численность уже составляет более ста надежно установленных двойных ЧД. С накоплением такого количества подобных объектов наступил переломный момент... Игнорировать такие объекты уже было никак нельзя, и возникла острая необходимость в их исследовании, в том числе был поставлен насущный вопрос о взвешивании таких ЧД и их происхождении.



*К вопросу о двойственности объекта OJ 287 [красными стрелками показаны точки на диске вокруг «большей» ЧД, в которых ее пересекает орбита «малой» ЧД вблизи перигенцентра; эксцентриситет орбиты  $e=0.65$  (Valtonen et al., 2012)]. Внизу слева: Двойной пик оптической кривой блеска в момент прохождения перигенцентра. Справа: оптическая кривая блеска OJ 287 (1888 – 2021 гг.) с явной периодичностью*

Следует особо указать, что ЧД в центрах галактик необычайно тяжелые. Их масса достигает миллиардов масс Солнца ( $1 M_{\odot}=10^{33}$  г) и выше. Одна из таких двойных ЧД была открыта в центре галактики OJ 287, ярчайшей представительнице АЯГ. Удачно сложилось, что этот объект наблюдается в оптическом диапазоне уже более 100 лет. Этому способствовала яркость объекта и отсутствие значительных пылевых масс в направлении на источник. Эта галактика находится на расстоянии 3.5 миллиарда световых лет от Земли, что сравнительно недалеко по меркам Вселенной, но их оптические изображения все же не позволяли опознать

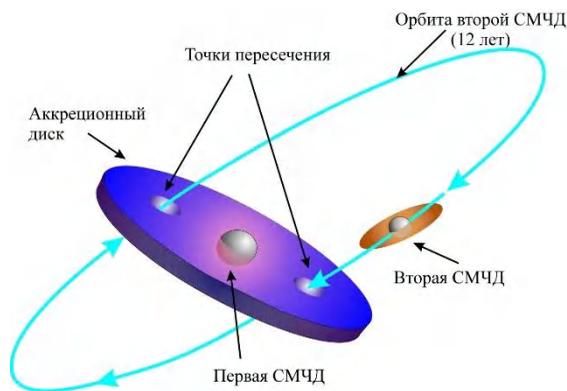


в ее центре двойной объект. Тем не менее, двойственность СМЧД в центре АЯГ ОJ 287 была заподозрена еще в конце прошлого века из-за строгой периодичности (12 лет) оптических всплесков излучения. В отличие от этого, у обычных ядер галактик (с одной ЧД в их центре) активность проявляется в виде спорадических вспышек, т.е. носит случайный характер. Кроме того, периодическая кривая блеска ОJ 287 имеет двойной пик, который сразу указывает на двойственность объекта.

Сейчас известно, что ядро этой галактики представляет собой двойную систему, состоящую из двух сверхмассивных ЧД (СМЧД), вращающихся вокруг их общего центра масс и находящихся на стадии эволюции, близкой к слиянию. Более того, эта система классифицирована, как «тесная» двойная система (ТДС), акцентируя, что между компонентами такой двойной системы происходит обмен массой. Это, в свою очередь, поставило перед теоретиками сложнейшую задачу: объяснить возможность обмена веществом между двумя ЧД. Сложность задачи состояла в том, что, по определению, ЧД не выпускает никакое вещество из своих «лап гравитации»... И даже свет не может вырваться из-под горизонта событий ЧД. Предположение обмена массой в ТДС из черных дыр ставит эту задачу в один ряд с испарением черных дыр по Хокингу.

Эта задача была блестяще решена в недавней публикации Titarchuk L., Seifina E., Shrader Ch. «OJ287: a new BH mass estimate of the secondary», *Astronomy and Astrophysics*, 2023, том 671, с. 159, DOI: 10.1051/0004-6361/202345923, на основе анализа рентгеновских наблюдений OJ287 с борта космической обсерватории Swift. Показано, что обмен веществом в этой ТДС действительно имеет место и именно он вызывает рентгеновские вспышки. По этим вспышкам и удалось взвесить одну из СМЧД такой системы в OJ287 методом «скалирования», который впервые был применен для решения задачи об оценке массы компонентов такой пары по рентгеновским данным.

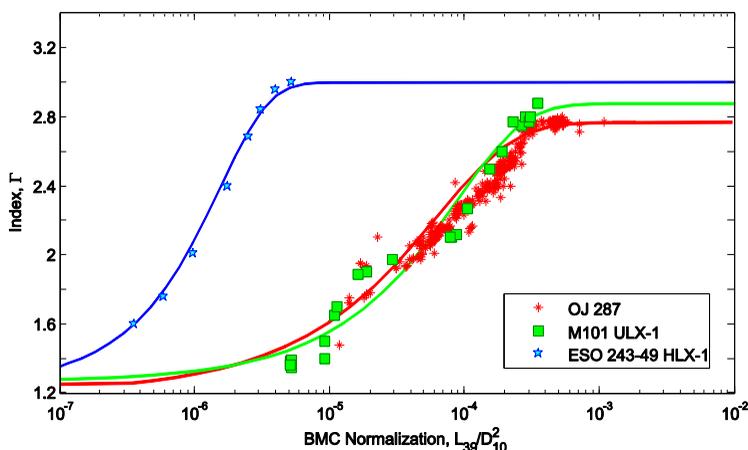
Мы сосредоточились на строгой повторяемости вспышек этого объекта и предположили, что рентгеновские вспышки связаны с орбитальным движением в двойной системе, а именно вращением «второй» (более легкой) ЧД вокруг «первой» (более тяжелой) ЧД. При этом она дважды пронзает аккреционный диск «первой» ЧД (*показан синим цветом*) каждые 12 лет. Когда малая ЧД проходит через диск вокруг большой ЧД происходит «прокалывание» близлежащей к траектории малой ЧД части этого диска и, возможно, подпитка окружающим веществом небольшого аккреционного диска малой ЧД (*показан оранжевым цветом*).



*Схематическое представление двойной системы из сверхмассивных черных дыр, образующих орбитальную пару, расположенную в ядре галактики OJ 287. При этом «первая» ЧД окружена аккреционным диском. «Вторая» ЧД ( $\sim 10^8 M_{\odot}$ ) вращается вокруг «первой» ЧД ( $\sim 10^{10} M_{\odot}$ ), дважды пронзая ее аккреционный диск каждые 12 лет. В момент прохождения малой ЧД через диск вокруг большой ЧД происходит вспышка в рентгеновском, оптическом и радио диапазонах*

Мы также предположили, что при прохождении малой ЧД через диск тяжелой ЧД происходит деформация и разрушение окрестной части диска в сильном гравитационном поле малой ЧД. При этом формируется мощный «временный» диск из вращающегося вещества вокруг малой ЧД с последующей аккрецией/падением вещества ее «временного» диска на малую ЧД. Тогда и происходит яркая рентгеновская вспышка из-за разогрева при вязком трении неоднородных слоев вращающегося/падающего вещества «временного» диска и малая ЧД обнаруживает себя для земного наблюдателя в виде вспышки.

При исследовании последней из таких вспышек по данным Swift/XRT мы впервые обнаружили уникальное поведение спектра OJ287 во время развития вспышки, а именно монотонный рост фотонного индекса  $\Gamma$  при нарастании яркости объекта (начало вспышки) и выход на «плато» (или «насыщение») индекса  $\Gamma$  во время максимума рентгеновской вспышки. При этом излучение объекта анализировалось в моделях первых принципов с учетом комптонизации фотонов аккреционного диска (АД) вокруг ЧД на горячих электронах внутренних слоев АД и сходящегося на ЧД релятивистского потока.



Уникальное поведение фотонного индекса  $\Gamma$  в спектре OJ287 во время вспышки и его «скелирование» при нарастании рентгеновского потока в единицах  $L_{39}/D_{10}^2$  (где  $L_{39}$  – светимость в единицах  $10^{39}$  эрг/с и  $D_{10}$  – расстояние до источника в единицах 10 кпс) для OJ 287 (красная линия) с использованием данных для внегалактических источников, ESO 243–49 HLX–1 и M101 ULX–1 (синие и зеленые точки, соответственно)

Известно, что такое уникальное поведение  $\Gamma$  является спектральным признаком наличия ЧД в системе (см. [www.astronet.ru/db/msg/1308165](http://www.astronet.ru/db/msg/1308165)). И мы пришли к заключению, что «виновником» рентгеновских вспышек объекта OJ 287 является орбитирующая малая ЧД. Для ее «взвешивания» впервые использовался метод «скелирования» с галактическими и внегалактическими ЧД.

Нам впервые удалось вскрыть природу рентгеновских вспышек в OJ287 на основе спектрального анализа рентгеновского излучения. При этом использовались последние достижения моделирования состояний ЧД методом Монте-Карло на основе численного решения полного релятивистского кинетического уравнения и обнаружения фазы «насыщения» спектрального индекса в максимуме рентгеновской вспышки ЧД.

Метод был разработан и протестирован нами на множестве астрофизических объектов и показал превосходное согласие с классическими методами. Результаты опубликованы в серии статей [Seifina & Titarchuk (2010, ApJ, **722**, 586); Seifina et al. (2014, ApJ, **789**, 57); Titarchuk & Seifina (2016, A&A, **585**, 94; **595**, 101); Titarchuk & Seifina (2017, A&A, **602**, 113); Seifina et al. (2017, A&A, **607**, 38); Seifina et al. (2018, A&A, **613**, 48; **619**, 21); Titarchuk et al. (2020, A&A, **633**, 73); Titarchuk & Seifina (2023, A&A,

669, 57; 671, 159)]. Метод основан на первых принципах и оценке гравитационного воздействия ЧД на вещество вокруг нее, а также вычислении эффективного размера и массы зоны отклика на подобное воздействие. С помощью этого метода мы нашли, что масса малой ЧД в ОJ 287 составляет  $M \sim 1.25 \times 10^8 M_{\odot}$ . Это значение блестяще согласуется с предыдущими оценками [Valtonen et al. (2012)].

Следует особо указать, что галактики – это огромные структуры и их взвешивание, в частности взвешивание их двойных ядер, представляет собой нетривиальную задачу. Причем всегда желательное взвешивание принципиально разными способами для надежности подобных оценок. Отметим, что предыдущие методы базировались на множестве модельных предположений и допущений. Поэтому взвешивание ЧД в ОJ287 новым методом и его согласие с другими оценками дает уверенность в корректности подхода в целом и полученных знаний о том, как устроен мир вокруг нас.

*Е.В. Сейфина,  
д.ф.-м.н, ведущий научный сотрудник кафедры звездной астрофизики  
Государственного астрономического института  
имени П.К. Штернберга МГУ*

## ПРАЗДНИК ОСЕННЕГО РАВНОДЕНСТВИЯ В ГАИШ

*Первокурсник! Подхватывай знамя  
Из слабеющих наших рук!*

В давнее время, а это 1960–1980-е гг., в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга (ГАИШ) на полном серьёзе считали, что одним из прототипов НИИЧАВО (Научно-исследовательского Института Чародейства и Волшебства) из бессмертной сказки братьев Стругацких «Понедельник начинается в субботу», наряду с Пулковской обсерваторией, был и ГАИШ. Причина такого твердого убеждения заключалась в том, что ГАИШ – место удивительное во всех отношениях и сотрудники считают – всё, что в нем ни случается, имеет мало аналогов или их просто нет.

Ведь на самом деле впечатление во время чтения «Понедельника» было такое, как будто своих персонажей АБС писали с натуры. Персонажей в то время в ГАИШе было хоть отбавляй. «Дядя Костя» – Констан-



тин Алексеевич Куликов, «ДЯМа» – директор Дмитрий Яковлевич Мартынов, «Астромама» – Наталья Борисовна Григорьева, «Доктор» – Иосиф Самуилович Шкловский. И наравне с ними: «Валька» – Валентин Федорович Есипов и сам называвший его так «Виля» – Вилен Валентинович Нестеров, «Петька» – Петр Владимирович Щеглов, «Димка Курт» – Владимир Гдальевич Курт, «Эдик» – Эдвард Владимирович Кононович и с ними «Шевалье» или просто «Лев» – Лев Александрович Савров. Ну и, конечно, Гавриил Сергеевич Хромов – «Гаврила». Стругацким оставалось лишь добросовестно фиксировать происходящие события, придавая им, в целях конспирации, волшебную форму.

Братьям Стругацким было бы еще проще, побывай они хоть раз в ГАИШе во время празднования Дня Осеннего равноденствия. Это «действие», по выражению доцента Г.С. Ширмина, одного из инициаторов Праздника продолжается, и притом непрерывно, вот уже более полувека, а точнее, предстоящий в этом году праздник будет пятьдесят седьмым.

А как это началось – в середине сентября 1967 года в вестибюле ГАИШ появилось необычное объявление, приглашающее студентов и преподавателей астрономического отделения и сотрудников ГАИШ на праздничный вечер, посвященный дню осеннего равноденствия. Праздник должен был состояться 23 сентября и на него настоятельно приглашались недавно поступившие на астрономическое отделение первокурсники. Под объявлением стояла подпись «студенты 6-го курса». А перед появлением этого объявления в кабинет директора ГАИШ профессора Дмитрия Яковлевича Мартынова пришла небольшая группа шестикурсников. Студенты сказали директору, что им очень грустно расставаться с ГАИШ, ведь до расставания, связанного с грядущим окончанием физического факультета, остаётся меньше четырёх месяцев. Поэтому они хотят, чтобы им разрешили провести специальный прощальный вечер. Вечер прощания с любимым институтом и Астрономическим отделением. На этом празднике они в весёлой форме дали бы напутствие первокурсникам, а сами с удовольствием выслушали бы наставления преподавателей, которые в течение пяти лет передавали им, а они впитывали знания и умения. Праздник должен быть общеинститутским, приурочить его предложили к знаменательной астрономической дате – ко дню осеннего равноденствия. Идея праздника Осеннего равноденствия директору понравилась. Он оглядел пришедших студентов, указал на старосту группы и сказал: «Вот Вы, Коваленко, лично будете отвечать за организацию и поддержание порядка на празднике».

К слову, проведение весёлых студенческих праздников было традицией студенчества конца 1950-х – начала 1960-х годов, а студенты-астрономы, которые предложили проводить в ГАИШ праздник равноденствия, поступали на физфак МГУ в 1962 году. В это время престиж физического образования был очень высок. Недаром известный и тонко чувствующавший «эпоху» поэт Борис Слуцкий написал свое известное стихотворение «Физики и лирики», в целом верно отражающее настроение молодых людей:

Что-то физики в почете.  
Что-то лирики в загоне.  
Дело не в сухом расчете,  
Дело в мировом законе.  
...  
Это самоочевидно.  
Спорить просто бесполезно.  
Так что даже не обидно,  
А скорее интересно

Наблюдать, как, словно пена,  
Опадают наши рифмы  
И величие степенно  
Отступает в логарифмы.

Но физики вовсе не пренебрегали лирикой. Широко известен выпускник физического факультета МГУ (выпуск 1968 года), кандидат физико-математических наук, заслуженный деятель искусств РФ, поэт, композитор и исполнитель Сергей Яковлевич Никитин. И он был не одинок.

В такой объединённой физико-лирической обстановке не могло не родиться крупное произведение: опера-капустник «Архимед», впервые поставленный в день студенческого праздника юмора «День рождения Архимеда», возникшего в 1960 году, проводившегося ежегодно до середины шестидесятых (1968) и затем, после 10-летнего перерыва, возрождённого в 1978 году под названием «День физика». День Архимеда явился первым источником, вдохновившим студентов-астрономов, поступивших в 1962 году, на создание весёлых юмористических стихотворных и поэтических произведений. В частности, стимулом для их создания были три студенческие свадьбы, проведённые с разрешения Д.Я. Мартынова в конференц-зале ГАИШ. К свадьбам писались юмористические поэмы о жизни группы и о молодожёнах, а также выпускалась стенная газета «ГОРЬКО!».



И вот, получив разрешение директора на проведение 23 сентября 1967 года первого Праздника осеннего равноденствия, инициаторы-организаторы отправились в студенческие группы астрономов второго, третьего и четвёртого курсов с агитацией, чтобы они сочинили небольшие литературно-драматические сценки о жизни своих групп. Сначала младшекурсники сопротивлялись, утверждали, что у них нет писателей и драматургов, что они уже сильно загружены учебной работой (в сентябре-то!), но, наконец, согласились. И, к чести студенческих авторов, мгновенно такие сценки были написаны и отрепетированы. С тех пор стало традицией, что не только уходящий шестой курс, но и все остальные должны рассказать вновь поступившим студентам об особенностях студенческой жизни на разных курсах.

В сценариях «Дня рождения Архимеда», разыгрываемых на ступенях физического факультета, со студентами общались ушедшие великие физики: Архимед, Рентген, Ломоносов, Ньютон, философ Диоген и др., которых талантливо изображали студенты и аспиранты физфака, а также действующие профессора и преподаватели физфака, а в 1961 году даже великий Нильс Бор в сопровождении Л.Д. Ландау и И.Е. Тамма. В изданных воспоминаниях Д.Я. Мартынова присутствует одна интересная для ГАИШа деталь. «Во всей описанной постановке (1961 г.) была одна, не всеми замеченная деталь – так называемый "треугольник" факультета на ней полностью отсутствовал. ... Празднику грозила полная отмена. Но ситуацию спас Б.В. Кукаркин (зав. кафедрой звездной астрономии), который в роли члена партбюро физфака отважно взял на себя ответственность за благопристойность всего спектакля и принял на себя труды организатора его постановки. Впрочем, в отношении организации молодежь освободила его от забот, кроме тех, когда надо было улаживать "вневедомственные трения"».

Астрономы же, хотя и ориентировались на «Архимед», но не стали выдумывать ушедших «великих» в лице постановочных аналогов Гиппарха, Кеплера, Струве или Белопольского, а предоставили слово для выступления своим преподавателям. В разные годы перед студентами выступали профессора Д.Я. Мартынов, К.А. Куликов, Е.А. Аксенов, А.М. Черепашук, А.В. Засов, В.М. Липунов, К.А. Постнов и другие. Как правило, преподавательские выступления полны доброго юмора и содержат полезные советы и напутствия. Бурю восторга вызвало выступление на «Равноденствии-1968» знаменитого космолога Абрама Леонидовича Зельманова. Он проанализировал соотношение теоретической и практической составляющих научного исследования и закончил свою краткую речь нетривиальным выводом: «Теоретически я практик, практически я теоретик!»



*Открытие «Праздника Осеннего равноденствия»  
профессором К.А. Постновым в 2016 г.*

Весной 1969 года студенты ГАИШ подготовили театрализованное представление, с которым хотели выступать на «Дне Архимеда». Небольшая пьеса о жизни и науке у древних греков называлась «Спящая Пенелопа». Однако, когда представление было уже готово, выяснилось, что мероприятие на ступеньках физфака отменено. И тогда было решено, что в «День Равноденствия», кроме выступлений разных курсов, будет показан ещё один общий спектакль, в котором примут участие и студенты, и аспиранты, и молодые сотрудники. Так родился «Астротеатр», для которого к каждому «Дню Осеннего равноденствия» писалась оригинальная пьеса, которая и представлялась зрителям 23-го сентября. За годы своего существования «Астротеатр» подготовил и представил, как вы помните, несколько десятков спектаклей.

Кульминационным моментом Праздника Равноденствия является **Торжественная Клятва первокурсника**. Она была написана ещё к самому первому празднику, но с годами в Клятве появлялись поправки и дополнения.



Сценка из пьесы «Астротеатр», 2016 г.

### **Клятва студентов-астрономов Московского университета**

*Мы, юные поклонники гордой Музы Урании, в сей знаменательный день, когда Великое Светило пересекает небесный экватор, вступая в священный легион астрономов, приносим ей обет верности и, положив руку на «Астрономический Ежегодник»:*

*КЛЯНЕМСЯ* всеми фундаментальными постоянными служить ей как вооруженным, так и невооруженным глазом;

*КЛЯНЕМСЯ* никогда не путать объектив с окуляром, Марс – с Полярной звездой, Алгол с Алголем, а Алголь – с алкоголем... И, увидев две звезды там, где прежде была одна, не кричать: «Эврика!», не вылив на голову ведро холодной воды.

*КЛЯНЕМСЯ*, уходя, гасить свет; падая, не хвататься за телескоп; и, вообще, не касаться того, что нас не касается!

*КЛЯНЕМСЯ* безропотно сносить иго прилежания и благочестия, а также денно и нощно радеть об учености ГАИШЕвской!

*И никакие силы, земные и небесные, не заставят нас изменить прекрасной Урании..., по крайней мере, до окончания шестого курса!*

*И... да сыграть нам в Почтовый Ящик..., и да распределиться нам в Министерство сельского хозяйства, если мы нарушим эту священную клятву!*

**КЛЯНЕМСЯ! КЛЯНЕМСЯ! КЛЯНЕМСЯ!**



*Студенты 1-го курса принимают Клятву астронома в павильоне 15-дюймового двойного астрографа Краснопресненской обсерватории, 2021 г.*

Произносимая в таком виде торжественная клятва также имеет свою историю... Впервые она прозвучала в ГАИШе, похоже, году в семидесятом. С тех пор каждое новое поколение студентов-первокурсников физического факультета МГУ дает эту клятву на верность Музею Урании во время обряда посвящения в астрономы.

Ныне действующий текст клятвы тоже возник не мгновенно. На его формирование потребовались годы и сейчас невозможно установить все его первоисточники. Но один из них сомнения не вызывает – это наш незабвенный «дядя Костя», профессор Константин Алексеевич Куликов. Вот, например, откуда появились «три заповеди», законспектированные инициаторами праздника на лекции дяди Кости по курсу «Сферической астрономии» в далеком 1962 году:



1. Уходя, гасите свет.
2. Падая, не хватайтесь за телескоп.
3. И вообще не касайтесь того, что вас не касается.

Перечисленные выше три заповеди астронома не только органично вошли в действующий текст клятвы. Они послужили основой следующей литературной пародии на стихи Валерия Брюсова «Юноша бледный со взором горящим...».

Юноша бледный со взором дрожащим,  
Ныне даю я тебе три завета.  
Первый завет: уходя, свет горящий  
Не оставляй ты гореть до рассвета.

Слушай второй: если падать случится,  
С лестницы вниз, потерявши споровку,  
За телескоп не хватайся, дружище,  
Чтоб не нарушить ориентировку.

Третий завет принесет тебе счастье,  
Ты соблюдать его свято старайся,  
И никогда не пытайся касаться  
Ты до того, что тебя не касается...

Юноша бледный со взором смущенным,  
Если ты выполнишь все бескорыстно,  
Молча я тут же паду, пораженный,  
Зная, что миру дал астрометриста!

Автор пародии – выпускник 1968 года Астрономического отделения и один из инициаторов праздника Осеннего равноденствия Алексей Васильевич Миронов.

А вот одна из песенок на Празднике студентов выпускного курса.

### Новая жизнь

(«Дивергенцию с ротором в электрополе зарю...»)

Дивергенцию с ротором в электрополе зарю,  
Электроны увижу и все интегралы возьму,  
Все конспекты спишу и гулянки навечно закрою,  
А иначе зачем в МГУ на физфаке живу.

По истории лекции будет читать Чиковани,  
Ведь учебная часть перед ним преклоняет главу.  
И заслушаюсь я, хоть умру от тоски и печали,  
А иначе зачем в МГУ на физфаке живу.

На зачётах я честно найду всем задачам решения  
И по СЭДу как можно скорей реферат напишу.  
Чиковани пошлёт мне прощение за прегрешенья,  
А иначе зачем в МГУ на физфаке живу.

На экзамен иду, но к чертям никого не гоняю.  
В пух и прах пусть разносят меня – я готов наяву.  
Даже Шишкин мне должен сегодня «отлично» поставить,  
А иначе зачем в МГУ на физфаке живу.

И когда заклубится закат всей студенческой жизни,  
Пусть опять и опять предо мной проплывут наяву  
Шаман белый, полковник Зелёный, куратор Грушинский.  
А иначе зачем в МГУ на физфаке живу.

*Музыка Окуджавы Б.Ш., «Грузинская песня». Чиковани Алексей Юрьевич – доцент кафедры истории КПСС; Шишкин Александр Александрович – легендарный сотрудник кафедры математики физфака МГУ; Шаман белый – намёк на небезызвестного в ГАИШевской среде Шамаева Владимира Григорьевича; Зелёный – майор (затем полковник), сотрудник военной кафедры МГУ; Грушинский Николай Пантелеймонович – профессор МГУ, сотрудник ГАИШ.*

Судьбу Дня Осеннего равноденствия можно назвать счастливой, ведь этот праздник проводится без единого перерыва начиная с 1967 года.

Даже в разгар борьбы с коронавирусом Праздник был. Он проводился на улице перед зданием ГАИШ и в Краснопресненской обсерватории ГАИШ.

К глубочайшему моему сожалению и всех гаишевцев, причастность их к повести «Понедельник начинается в субботу» является заблуждением. В интернете есть интервью с Борисом Стругацким.

*Вопрос: «Уважаемый Борис Натанович! Я студент Астрономического отделения физфака МГУ, а фактически ГАИШ (Государственный Астрономический институт им. Штернберга). Сотрудники говорят, что знаменитый НИИЧАВО был списан в чём-то с ГАИШ. Борис Натанович, я хотел бы спросить Вас, так ли это, и если да, то нет ли среди героев ПНС списанных с сотрудников ГАИШ? Заранее благодарен».*

*Ответ: «Нет, это не так. Мне так и не довелось ни разу побывать в ГАИШе, а уж Аркадий Натанович – тем более. НИИЧАВО написан на*

60% с Пулковской обсерватории и на 40% с множества разных институтов, о которых нам рассказывали друзья и знакомые научники».

При написании текста использованы материалы выступлений на Празднике Осеннего равноденствия выпускников 1968 года Астрономического отделения А.В. Миронова и Г.И. Ширмина, фотоархива ГАИШ и ресурса на сайте ГАИШ выпускника Астрономического отделения 1988 года С.В. Родина.

*Владимир Шамаев*

## УЧЕНЫЕ МГУ ВЫЯСНИЛИ, ЧТО ПРОИСХОДИТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СОЛЕЙ ХРОМА НА МОЛЕКУЛЫ КОЛЛАГЕНА



Физики МГУ сообщили об обнаружении двух эффектов, которые возникают при воздействии солей хрома на коллаген. Обработка биоматериалов на основе коллагена растворами хрома является наиболее известной методикой химической сшивки коллагена. И хотя она применяется в кожной промышленности на протяжении столетий, эффекты, возникающие при этом процессе, не были до конца изучены, однако ученые восполнили этот пробел. Результаты работы опубликованы в журнале International Journal of Biological Macromolecules.

Коллаген – это самый распространенный белок животных и человека, имеющий огромное биомедицинское значение. Коллаген является частью сухожилий, костей и кожи. Материалы на основе коллагена широко используются как в медицине, например, в тканевой инженерии, так и в производстве продукции для повседневной жизни: косметики, обуви, сумок и т.д.

Одним из основных недостатков коллагеновых biomaterialов является их неустойчивость. Они разлагаются в организме в результате воздействия протеолитических ферментов, таких как коллагеназы. Чтобы замедлить биодеградацию biomaterialов на основе коллагена, а также придать им дополнительную прочность, используются различные методики химической сшивки коллагена, наиболее известной из которых является обработка растворами хрома. Обработка хромом известна в каждой промышленности уже несколько веков как хромовое дубление кожи. Хотя воздействие хрома на волокна коллагена хорошо изучена, оставалось непонятным, как катионы хрома влияют на отдельные молекулы коллагена – тропоколлаген.

Физики МГУ с коллегами обнаружили два эффекта, возникающие при воздействии солей хрома (III) на коллаген: значительное увеличение гибкости молекул тропоколлагена и их агрегация в растворе. Обнаруженные эффекты не зависят от того, какая из трех солей хрома использовалась: ацетат хрома, хлорид хрома или нитрат хрома. Авторами также продемонстрирован одинаковый эффект замедления протеолитического расщепления коллагена, предварительно обработанного разными солями хрома (III).

«В работе использовались два взаимодополняющих метода: атомно-силовая микроскопия (АСМ) и динамическое рассеяние света (ДРС). Для объяснения обнаруженных эффектов предложена модель формирования внутри- и межмолекулярных сшивок коллагена, опосредованных катионами хрома (III)», – рассказала доцент физического факультета МГУ Ирина Сергеева.

«Полученные результаты способствуют лучшему пониманию молекулярных механизмов, лежащих в основе процесса хромового дубления коллагеновых материалов, таких как увеличение гибкости молекул коллагена и перекрестное связывание нескольких молекул коллагена друг с другом. Комбинированный подход, сочетающий в себе АСМ-исследование молекул коллагена на поверхности модифицированного графита и ДРС-анализ растворов коллагена, представляет собой платформу для изучения влияния других факторов на конформацию и физические свойства молекул коллагена», – сообщил ведущий научный сотрудник физического факультета МГУ Евгений Дубровин.



В исследовании также приняли участие ученые из Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина и Университета Тюбингена.

[https://www.msu.ru/science/main\\_themes/uchenye-mgu-vyyasnili-chto-proiskhodit-pri-vozdeystvii-soley-khroma-na-molekuly-kollagena.html3](https://www.msu.ru/science/main_themes/uchenye-mgu-vyyasnili-chto-proiskhodit-pri-vozdeystvii-soley-khroma-na-molekuly-kollagena.html3)

## К 90-ЛЕТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Перед Вами, читатель, приказ № 76 по Московскому Государственному Университету (еще без имени) от 16 апреля 1933 года. (*Архив МГУ, Ф. 1, оп. МГУ, ед хр. 13, Л. 176, 176об, 177*).

Эти хрупкие, ломкие, пожелтевшие странички, напечатанные на слепой пишущей машинке со вставками фиолетовыми чернилами, доносят до нас атмосферу эпохи, породившей славу факультета. Приказ подписан директором (!) университета Касаткиным, даже без указания его инициалов (В.Н.), и содержит три параграфа:

§1 уведомляет о персональных ставках и надбавках профессорско-преподавательскому персоналу; §2 реагирует на столь понятную безответственность студентов, аспирантов и сотрудников в использовании книг библиотеки; и, на фоне этой текучки, §3 извещает о кардинальной реорганизации структуры университета, что положило конец длительным бесплодным метаниям в поисках предназначения главного ВУЗ'а страны.

С обсуждения последнего и начнем.

4-го апреля 1933 года коллегия Народного Комиссариата Просвещения РСФСР утвердила новый устав МГУ и приняла в нем факультетскую систему, предписав ввести ее уже с 1-го мая (*оцените темпы!*). Для этого, впредь до утверждения деканов коллегией НКП были назначены И.О., которым было приказано к 25 апреля принять все дела, а уже к 20-му числу представить директору проект новых штатов. Факультеты формировались слиянием уже существовавших учебных отделений с работающими при них научно-исследовательскими подразделениями.

П Р И К А З № 76.

По Московскому Государственному Университету  
от "16" апреля 1923 года.

§ 1.

Установить с 15/IV-с.г. по 31/IV-23 года персональные ставки преподавателям лицам профессорско-преподавательского персонала за окупаемость всей их работы на данном отделении:

1. Личное отделение.

1. Профессор - РАКОВСКИЙ	место 750 рублей	уставов - 1.000 рублей
2. Профессор - РАКОВСКИЙ	" - 500 рублей	уставов - 750 рублей
3. Доцент - КРАУЗЕ	" - 150 рублей	уставов - 300 рублей

Добавка к ныне выплачиваемому фонду 850 рублей в месяц.

2. Физическое отделение.

1. Академик - МАНДИЛЬШТАМ	место 160 рублей	уставов - 130 руб. в мес.
2. Профессор - ЛАНСБЕРГ	" - 259 "	" - 750 "
3. Профессор - ТАНИ	" - 228 "	" - 600 "
4. Доцент - ХАЙКИН	" - 300 "	" - 300 "
5. Профессор - ПРЕВОДИТ ЕЛЕВ	" - 200 "	" - 600 "
6. Профессор - АХЪЛОВ	" - 340 "	" - 500 "
7. Профессор - ЛЕОНТОВИЧ	" - 200 "	" - 400 "
8. Профессор - КОЗОВБЕЖСКИЙ	" - 85 "	" - 300 "
9. Профессор - КАПУШЕ	" - 108 "	" - 200 "

Добавка к ныне выплачиваемому фонду 2.680 руб. в месяц.

3. Астрономическо-математическое отделение.

1. Профессор - КАЗАКОВ	место 615 руб.	уставов - 800 руб. в мес.
2. Профессор - СТЕПАНОВ	" - 320 "	" - 600 "
3. Профессор - АЛЕКСАНДРОВ	" - 240 "	" - 600 "
4. Профессор - ШЕНЬЛОВ	" - 250 "	" - 500 "
5. Профессор - БЛАДКО	" - 400 "	" - 500 "

Добавка к ныне выплачиваемому фонду 1.165 рублей.

4. Зоологическое отделение.

1. Профессор - СКАДОВСКИЙ	место 250 рублей	уставов - 750 руб. в мес.
2. Профессор - КАВ	" - 370 "	" - 750 "
3. Профессор - РОСКИН	" - 428 "	" - 850 "
4. Профессор - ОГНЕВ	" - 100 "	" - 350 "
5. Профессор -	ныне выплачиваемому фонду 1.692 рубля в месяц.	



- 3 -

5. Географическое отделение.

1. Профессор Щукин вместо 254 руб. удержив. - 600 руб. в мес.  
 2. Профессор Барановский вместо 251р. - " - 600 - " - " - "  
 3. Профессор Борзис - " - 276р. - " - 600 - " - " - "  
 4. Профессор Маврашвич - " - 227р. - " - 600 - " - " - "

Добавка к вине амальгамному фонду 782 рубля в мес.

6. Биохимическое отделение.

1. Профессор Кувель вместо 300 руб. удержив. - 700 руб. в мес.  
 2. Профессор Сабинин - " - 220 руб. - " - 600 - " - " - "  
 3. Профессор Курбанов - " - 200 руб. - " - 600 - " - " - "  
 4. Профессор Успенский - " - 203 руб. - " - 600 - " - " - "

Добавка к вине амальгамному фонду 2.150 рублей в мес.

0 2.

Наблюдается значительное недоразумение в отношении оплаты работы в фундаментальном отделении. В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют данные по оплате работы в этом отделении, предлагается до 25/IV поделить на две части: одну часть отделить от остальной работы, а другую часть отделить от остальной работы, а другую часть отделить от остальной работы. В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют данные по оплате работы в этом отделении, предлагается до 25/IV поделить на две части: одну часть отделить от остальной работы, а другую часть отделить от остальной работы.

0 3.

В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют данные по оплате работы в этом отделении, предлагается до 25/IV поделить на две части: одну часть отделить от остальной работы, а другую часть отделить от остальной работы.

1) Механико-математический (отделение в Механического и Астрономического отделений и НИИ).

2) Биохимический (Физическое отделение в НИИ).

3) Биологический (Физическое отделение в НИИ).

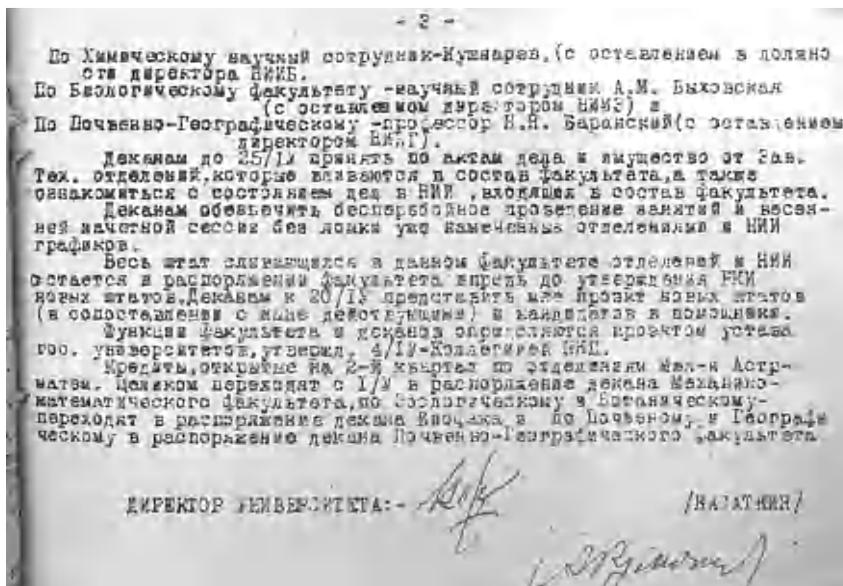
4) Физический (Физическое отделение в НИИ).

5) По физическому отделению (отделение в Механического и Астрономического отделений и НИИ).

В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют данные по оплате работы в этом отделении, предлагается до 25/IV поделить на две части: одну часть отделить от остальной работы, а другую часть отделить от остальной работы.

По Механико-математическому факультету - проф. Е.В. Галуша.  
 По Физическому факультету - профессор Е.М. Тарасов (с почтовым адресом).

Полугодом ранее (25.10.1932), как временный вариант, была создана университетская структура в составе 7 отделений, включающих 46 кафедр (*Кто знает, сколько их сейчас?*). Эта временная структура стала промежуточным итогом неоднократных передач подразделений МГУ (факультетов, институтов) отдельным наркоматам и возвращением некоторых из них родной "alma mater".



Причины таких болезненных административных флуктуаций были отнюдь не субъективны. Принципиальным оставался вопрос ориентации университетов — на столь очевидные потребности народного хозяйства или на какую-то эфемерную непонятную науку? Однозначный ответ был дан постановлением ЦК ВКП(б) от 1932 г.: *университеты должны стать центрами подготовки научно-исследовательских кадров в области естественнонаучных и физико-математических специальностей.*

Напомним об этих отделах — наших ближайших административных предках:

- *механическое* (кафедры: аэродинамики, гидродинамики, теоретической механики, теории упругости);
- *физическое* (кафедры: вакуум-оптики, колебаний, металлофизики, общей физики для отделения бывшего биофака, теплофизики, физики);
- *астрономо-математическое* (кафедры: математического анализа, аналитической геометрии, высшей алгебры, общей астрономии, общей математики для отделения бывшего биофака);
- *зоологическое* (кафедры: генетики, гидробиологии, гистологии, динамики развития, зоологии беспозвоночных животных, зоологии позвоночных животных, физиологии труда, энтомологии);
- *ботаническое* (кафедры: биохимии, геоботаники, микробиологии, физиологии растений, фитопатологии);



• *почвенное* (кафедры: дрожжевого исследования почв, территориального исследования почв);

• *географическое* (кафедры: геодезии и картографии, геологии, физической географии, экономической географии).

*Общегуниверситетские кафедры:* аналитической химии, общей химии, органической химии, физической химии, диалектики природы, диалектического материализма, иностранных языков, ленинизма и истории ВКП(б), педагогики, политической экономии, теории советского хозяйства. (*Архив МГУ, ф. 1, оп. МГУ, ед. хр. 11, Приказ №142, 25.10.32*)

20 января 1933 г. в МГУ был возвращен Московский исследовательский химический институт на правах химического отделения

(*Архив МГУ, ф. 1, оп. МГУ, ед. хр. 13, Приказ №10, 20.01.33*), с передачей ему химических кафедр.

Вот эти-то 8 отделений были слиты в ПЯТЬ ФАКУЛЬТЕТОВ:

1. Механико-математический (отделения Механического и Астрономо-математического и НИИМатематики);

2. Химический;

3. Физический (физическое отделение и НИИФизики);

4. Зоологический (отделения Зоологическое, ботаническое, и НИИБиологии, и НИИЗоологии, и Зоомузей);

5. Почвенно-географический (отделения почвенное и географическое, и НИИПочвоведения, и НИИГеографии), которые и составили костяк нынешней структуры МГУ с ее ~ 40 факультетами.

Внимательный читатель уже обратил, по-видимому, внимание на отсутствие в этом перечне гуманитарных, или как ранее говорили, «словесных», факультетов, которые преобладали в Императорском университете. Зародыши их возрождения сохранились в перечисленных общегуниверситетских кафедрах.

Первым И.О. декана, а затем и деканом физического факультета в новой структуре стал Борис Михайлович Гессен (16(28).08.1893, г. Елизаветград Херсонской губ. — 2.12.1936, г. Москва). Окончил Институт Красной профессуры (1928). Профессор кафедры истории и философии естествознания физико-математического факультета (1928–1930). Заведующий кафедрой диалектики и методологии неорганических наук физико-механического факультета (1930–1931). Декан физического отделения (1931–1933). Декан физического факультета (1933–1934). Директор НИИ физики (1930–1936). Член-корреспондент АН СССР (1933). В 1934 г. перешел на работу в Физический институт им. П.Н. Лебедева. Доктор физических наук (1935).

Область научных интересов: теоретическая физика, философские проблемы квантовой механики и теории относительности, вопросы истории естествознания. Читал лекции по истории естествознания.

*Основные труды:* «Основные идеи теории относительности» (1928), «The social and economic roots of Newton's "Principia"» (1931).

В новом статусе физфак впервые дал стране 62-х физиков в июне 1935 г.

Годом ранее Совнарком СССР установил ученые степени кандидата и доктора наук, ученые звания — ассистента, доцента, профессора в ВУЗ'ах, м.н.с., с.н.с., действительного члена в НИИ. *Тогда же первыми докторами наук в университете стали сотрудники физического факультета.* Решением Высшей аттестационной комиссии учёное звание профессора и степень доктора физических наук без защиты диссертации были присуждены Д.И. Блохинцеву, А.А. Глаголевой-Аркадьевой, С.Т. Конобеевскому, А.С. Предводителю.

Естественен вопрос: чем же определяются календарные рамки (1932–1935 г.г.) столь спешных преобразований?

В декабре 1932 г. был досрочно выполнен первый пятилетний план (план индустриализации страны), воплощенный в жизнь с широчайшим привлечением иностранных рабочих, инженеров и зарубежных научных консультантов. Последующее развитие могло продолжаться только при опоре на собственные силы по всему фронту производств и связанных с ним прикладных и фундаментальных наук. И со всей остротой встала проблема подготовки кадров, которые, как известно, решают все, по всей иерархии квалификаций. На заводах и фабриках срочно создавались тысячи фабрично-заводских и ремесленных училищ, готовящих рабочих. В сотнях техникумов обучали средний цеховой персонал — мастеров. Одновременно в 1931–033 годах в стране было открыто свыше полусотни ВУЗ'ов и ВТУЗ'ов. Подготовка кадров высшего звена — ученых по всему спектру естественных наук — была возложена на университеты. Первая пятилетка уже создала материальные условия для их всемерной поддержки.

В такой форме к 1935 году в стране была завершена стройная взаимосвязанная структура профессиональной подготовки кадров, при свободном перемещении людей в ее иерархии. Структура, как мы знаем, выдержала тяжелейшее испытание войной.

Но и после войны, по авторитетным свидетельствам в ноябре 1946 г., высшее руководство страны задалось вопросом: «Не слишком ли мы увлеклись специализированным образованием? И не пора ли нам обратить внимание на повышение роли университетов?». Итогом этих раздумий стало строительство нового комплекса зданий МГУ на Ленинских горах, что и открыло новейшую историю в жизни нашего, старейшего факультета первого российского университета.

*В заметке использованы материалы сайта «Летопись Московского университета».*

В.К. Новик  
Советский физик №5(102)/2013

## Н. А. УМОВ — УЧЕНЫЙ И МЫСЛИТЕЛЬ

К 90-летию физического факультета МГУ  
(1846-1915)

Николай Умов родился 4 февраля (23 января по ст. ст.) 1846 года в Симбирске. Его отец – Алексей Павлович Умов – окончил медицинский факультет Казанского университета, в 1845 году был назначен старшим врачом больничных заведений Симбирского приказа общественного призрения. Проработав три года, оставил эту должность и занялся частной практикой. Был страстным натуралистом, собирал бабочек, одна из которых впоследствии была названа в его честь – *Bryophilium Umovi*. Мать Николая – Софья Ивановна Сусоколова – дочь богатого симбирского купца.

В 1858 году семья переехала в Москву. Николай получил прекрасное домашнее образование. Окончив курс в 1-й Московской гимназии (1863 г.), он поступил на физико-математический факультет Московского университета, откуда вышел со степенью кандидата в 1867 году. Перед поступлением в технологический институт работал некоторое время на вагоностроительном заводе Вильямса и Бухтеева. В Санкт-Петербургском



технологическом институте он пробыл вольнослушателем два месяца, был оставлен при Московском университете для подготовки к профессорскому званию на кафедре физики. В 1868 году он преподавал физику

во 2-й женской гимназии и читал лекции по физике на женских Лубяньских курсах.

Первая научная работа Н.А. Умова была напечатана в «Математическом сборнике» 21 марта 1870 года. Работа носила заглавие «Законы колебаний в неограниченной среде постоянной упругости».

В этой работе сразу же обнаружилось «когти льва». Проблема колебаний в неограниченной среде поставлена была во всей своей широте и разобрана с большим изяществом и глубиной. Результаты работы не устарели и по сие время. Эта работа своим идейным содержанием и приемами исследования должна и может еще оказать влияние на развитие науки. В настоящее время одной из существенных проблем молекулярной физики является построение теории тепловых явлений в твердых и, в особенности, жидких телах. Все более и более укрепляется в науке тот взгляд на природу теплоты, по которому тепло рассматривается как ультраакустические колебания, беспорядочно распространяющиеся в жидком или твердом теле.

Для укрепления и развития этих идей цитируемая работа Н.А. Умова принесет несомненную пользу. Несмотря на свою сорокалетнюю давность, мысли, развиваемые в ней, так свежи и существенны, что ей, безусловно суждено выйти из прошлого и стать в рядах современных работ, трактующих о природе тепла.

Большой знаток бессмертных трудов французского геометра Ламе, с которыми Умов познакомился, еще будучи студентом, он с большим мастерством использовал метод криволинейных координат Ламе при рассмотрении колебательных процессов в неограниченной среде постоянной упругости. Отнеся среду к такой системе криволинейных координат, в которой волновая поверхность представляет одно из семейств координатных поверхностей, и, приняв за параметр этого семейства отрезок луча, Н.А. Умов доказывает, что соответственный дифференциальный параметр первого порядка будет равен единице. Такой выбор координат позволил ему разделить задачи о поперечных и продольных колебаниях в неограниченной среде. Таким способом ему удалось получить ряд интересных заключений. Оказывается, в изотропной среде постоянной упругости все волновые поверхности разделяются на три группы — согласно возможности иметь прямолинейную поляризацию по направлениям линий кривизны. К первой группе относятся сфера и круглый цилиндр; здесь возможна поляризация по каждой из двух линий кривизны. Ко второй группе относятся волновые поверхности, допускающие поляризацию по одной из двух линий кривизны. Сюда относятся все поверхности вращения, в которых поляризация может иметь место только по меридиональной плоскости, но не в плоскости, к ней перпендикулярной. К треть-



ей группе относятся все остальные поверхности, которые не могут иметь прямолинейной поляризации ни по одной из линий кривизны.

В задаче о продольных колебаниях метод Н.А. Умова привел его к тем же результатам, к которым ранее пришел Пуассон иным путем.

Полученные выводы относительно поперечных колебаний в неограниченной среде Н.А. распространяет на оптические явления. Принимая во внимание некоторые дополнительные предположения относительно свойств среды, которая является носителем световых колебаний (идеальная упругость, малая плотность и т. д.), Н.А. Умов получает уравнения оптики. Следует отметить, что найденные уточнения совпадают с тем результатом, который получил Буссинеск. В этом Н.А. убеждается путем преобразования к криволинейным координатам дифференциальных уравнений Буссинеска, полученных им в его работе «Новая теория световых волн» (1868 г.).

В следующем 1871 году Н.А. Умов представил новую работу в качестве диссертации на соискание ученой степени магистра физико-математических наук. Эта работа была посвящена также актуальной проблеме, касающейся термомеханических явлений в твердых упругих телах.

Публичная защита диссертации прошла весьма успешно. Она состоялась в Московском университете в 1872 году под председательством тогдашнего декана физико-математического факультета известного математика А.Ю. Давыдова. В своем резюме А.Ю. Давыдов с большой похвалой отозвался о новой работе молодого ученого, который к этому времени получил приглашение занять кафедру математической физики в Одессе.

Профессор Шведов, бывший в то время профессором экспериментальной физики в Одесском университете, на запрос своего факультета высказался в следующих выражениях об Н.А. Умове как ученом и о его диссертации, посвященной термомеханическим явлениям в твердых упругих телах:

«...Преподаватель такой новой и неустановившейся науки, как математическая физика, должен критически относиться к ее вопросам, большей частью окончательно не решенным; вот почему я просил факультет отложить баллотировку до тех пор, пока г. Умов не даст мне возможности судить, в какой мере он способен обращаться с сырым материалом науки.

В настоящее время г. Умов решил мои сомнения самым удовлетворительным образом и притом в свою пользу, прислав мне подробное содержание своего нового труда, магистерской диссертации, представленной в факультет Московского университета и одобренной последним.

Цель этого сочинения — связать теорию упругости с механической теорией тепла. Не ограничиваясь исследованием частных случаев одинаковой температуры и одинаковых нормальных давлений и натяжений во всем теле, чем уже занимались Томсон, Клаузиус и Цейнер, г. Умов взглянул на вопрос с возможно общей точки зрения: когда температура неравномерно распространена во всем теле, и последнее испытывает различные давления и натяжения в разных частях. В этом случае вопрос особенно усложняется, так как вследствие теплотворности температура различных точек тела изменяется вместе со временем, и г. Умову пришлось бы иметь дело разом с двумя теориями — упругости и теплопроводности, основанными на различных принципах, если бы он не пришел к счастливой мысли связать эти теории одним общим примером. Для этого ему послужил известный принцип сохранения энергии. Как критерий основательности и общности исследований г. Умова может служить то обстоятельство, что из его уравнений вытекают как частные случаи: 2-й закон механической теории теплоты, уравнение равновесия твердых упругих тел и уравнение теплопроводности. Основываясь на таких достоинствах этого труда, я пришел к убеждению, что факультет наш в лице Умова может приобрести не только преподавателя, способного передать результаты, добытые другими, но и специалиста, способного двигать науку вперед».

Магистерская диссертация Н.А. Умова интересна не только с точки зрения чисто теоретического исследования, но она имеет очень существенное значение и для целей практики. Научиться рассчитывать упругие напряжения, возникающие вследствие неоднородного поля температур в теле, — является нерешенной, но практически чрезвычайно существенной задачей сегодняшнего дня.

Различные попытки, существующие в настоящее время, в основном базируются на уравнениях Дюамеля и имеют частный характер. Постановка задачи, сделанная Н.А. Умовым, нам кажется, интереснее и общее, поэтому она может дать новые ценные результаты для теории и для практики, если только найдет последователя, способного приблизить основные идеи этой замечательной работы к потребностям и условиям настоящего времени.

Н.А. Умов принимает, что взаимодействие между материальными частицами твердого упругого тела может слагаться из двух частей: одна из них не зависит от термического состояния частиц, а другая зависит от этого состояния. Первое взаимодействие представляет из себя механическую силу, действующую по линиям, соединяющим материально частицы, и зависит только от взаимного их расстояния.



Второе взаимодействие определяется термическим состоянием частиц. Это состояние может выразиться в двух явлениях:

1) Термическое состояние частиц вызывает механические действия, которые зависят от расстояния между частицами и их температурами.

2) Термическое состояние вызывает обмен тепла между частицами твердого упругого тела, который тоже совершается по линиям, соединяющим материальные частицы, и зависит от расстояния между ними и от их температур.

Развивая эти идеи дальше, Н.А. Умов приходит к уравнениям, которые так высоко оценил проф. Шведов и которые могут быть использованы при решении многих задач по термоупругости.

В 1872 году, в VI томе «Математического сборника», Умов напечатал новое исследование под заглавием «Теория взаимодействия на расстояниях конечных и ее приложение к выводу электрических и электродинамических законов», а в следующем году развивает результаты предшествующего исследования и в том же «Математическом сборнике» печатает статью «Теория простых сред». Эти две статьи послужили основой для докторской диссертации Н.А. Умова, которую он защищал в Московском университете в 1874 году.

Докторская диссертация Умова «Уравнение движения энергии в телах» вызвала большие споры и резкую критику со стороны официальных оппонентов проф. А.Г. Столетова и проф. Ф.А. Слудского. Неофициальный оппонент проф. В.Я. Цингер тоже выступал в решительных тонах против идей Н.А. Умова. Диспут продолжался шесть часов и на всю жизнь оставил у Н.А. неприятное воспоминание. История повторилась. Свежие, необычные взгляды не могли проложить себе путь в жизнь без боя, без того, чтобы их автор не пережил неприятной встречи с косной, консервативной мыслью.

В своей диссертации Н.А. Умов проповедовал, что потенциальная энергия не может образоваться в одной простой среде; необходимы, по крайней мере, две среды, из которых вторая, не поддающаяся непосредственному наблюдению (скрытая среда), принимает на себя часть кинетической энергии и тем самым определяет наши предположения о существовании потенциальной энергии.

«Потенциальная энергия — говорит Умов — есть не что иное, как живая сила движений некоторых сред, неощутимых для нас».

С этой точки зрения Н.А. формулирует следующим образом закон сохранения энергии:

а) «Всякое изменение в величине живой силы обуславливается ее переходом с частиц одной среды на частицы других сред, или же с одних форм движений на другие»;

б) «Определенное количество живой силы остается себе равным при всякой смене явлений»;

в) «Количество живых сил природы неизменно».

Исходя из этой концепции, Н.А. Умов, путем некоторых простых допущений о движении частиц скрытых сред, показывает, как можно придать количественное выражение основным законам взаимодействия электрических зарядов, магнитных полюсов, электрических токов и т. д.

Кинетическая энергия всегда связана с движущейся частицей и находится там, где находится частица. Отсюда возникло понятие о движении энергии.

Умов первый из ученых утвердил это понятие и широко его пропагандировал. Он не придерживается того взгляда, что любой вид энергии можно свести к кинетической. Но он настойчив в том отношении, что для любого вида энергии считает возможным ввести понятие о плотности энергии и скорости ее движения.

Он составляет дифференциальные уравнения движения энергии в твердых телах постоянной упругости и в жидких телах. Интеграция этих уравнений в различных случаях приводит его к выводам большой принципиальной важности.

Применяя свои взгляды к распространению волн в упругой среде, Н.А. Умов приходит к утверждению, что энергия целиком переносится волной от одной точки к другой, и выдвигает следующую простую теорему: «Количество энергии, проходящее через элемент поверхности тела в единицу времени, равно силе давления или натяжения, действующей на этот элемент, умноженной на скорость движения элемента». Нетрудно видеть, что эта теорема по сути дела ничем не отличается от теоремы Максвелла о световом давлении.

В 1881 году голландский ученый Grinwis показал, что этот «закон Умова» (он его так называет) можно с успехом применять к толкованию явления соударения упругих тел.

Идеи Н.А. Умова, развитые им в его докторской диссертации, к сожалению, мало известные в русской научной литературе, оказали серьезнейшее влияние на укрепление представлений об энергии, как о субстанции, движение которой можно определить однозначно и точно. Позднее, в 1884 году, идеи Умова воспринял и развил английский физик Пойнтинг в применении к электромагнитному полю. Н.А. Умова, по справедливости, следует считать предшественником Пойнтинга. Об этом совершенно четко свидетельствует немецкий исследователь Auerbach в «Geschichttafelnder Physik» (82 стр.).

Начиная с 1886 года направление научной деятельности Н.А. Умова приобретает иную окраску. Помимо теоретических исследований он



начинает усиленно интересоваться экспериментальной физикой, и этот интерес не пропал у него до самой кончины.

Наиболее крупные экспериментальные произведения Умова относятся к явлениям растворимости солей, к явлениям диффузии водных растворов и, наконец, к оптике мутных сред. Диффузией водных растворов Н.А. занимается длительное время — около 3 лет (с 1888 по 1891 год). Здесь им достигнуты значительные результаты.

В своих исследованиях по диффузии водных растворов Умов приводит весьма серьезные возражения против так называемого закона Фика. По Фику, поток диффундирующего вещества пропорционален градиенту концентрации этого вещества, причем фактор пропорциональности, называемый коэффициентом диффузии, считается физической постоянной. Н.А. Умов показывает, что в случае диффузии водного раствора поваренной соли, других солей и кислот следует усомниться в правильности положения Фика. О применимости закона Фика можно говорить лишь при условии полной изотермичности среды и для очень слабых растворов. Соображения Умова впоследствии подтвердились.

Попутно он разработал ряд остроумных приборов для наблюдения явлений гидродиффузии — «сифонный диффузиометр», «диффузионный крючок» и «диффузионный ареометр».

Самой крупной экспериментальной работой Умова следует считать работу, посвященную явлениям оптической поляризации в мутных средах. Этими явлениями Н.А. занимался с особой любовью даже в последние дни своей жизни.

Еще в 1852 году Провостэ и Дессэн заметили, что матовые или шероховатые поверхности белого цвета деполяризуют свет. Обратное явление наблюдается на матовых черных, т. е. поглощающих поверхностях. При отражении от этих поверхностей не только не уничтожается поляризация света, но даже свет неполяризованный оказывается поляризованным в известных направлениях отражения. Этими двумя, крайними в цветном отношении случаями не исчерпывается явление. Теперь установлено правило: «Если на окрашенную матовую поверхность пустить лучи различного цвета, то в тех цветах, которые диффузно отражаются без поглощения, имеет место деполяризация света; наоборот, те лучи, которые частично поглощаются данным веществом, при известных условиях поляризуются им». Например, красное сукно деполяризует красные лучи и поляризует зеленые.

Вот именно это явление Умов положил в основу своего метода спектрального анализа матовых поверхностей. Устроенный им прибор для этих целей представляет спектроскоп с горизонтальной осью; на столике этого спектроскопа помещают исследуемое вещество. Лучи, идущие от

щели коллиматора, отражаются диффузно от исследуемой поверхности; часть этих лучей попадает в трубу, которая снабжена пластинкой Савара, никоелем и призмой, дающей спектр.

Если отражающая поверхность поляризует свет, то в трубе будет наблюдаться спектр с долевыми темными линиями, которые получаются благодаря интерференционному действию пластинки Савара. Если при отражении от исследуемой поверхности свет не претерпевает поляризации, то указанные темные линии пропадают.

Если с помощью такого прибора вести наблюдение окрашенных поверхностей, которые имеют спектр поглощения, то картина будет следующей: в тех местах спектра, где не имело места поглощение, где, следовательно, не было поляризации света, будет наблюдаться сужение или даже полное уничтожение полос Савара; напротив, в тех местах, где имелось поглощение, будет наблюдаться усиление и уширение этих полос. Таким образом спектр отраженных от исследуемой поверхности лучей представится в виде пятен или «четок», нанизанных на линиях Савара. Эта картина получается от двух причин сразу: от поляризации диффузно отраженного света и от ослабления его вследствие поглощения в данном веществе.

Картина, видимая в спектроскоп Н.А. Умова, характерна для каждого исследуемого вещества, как это показано им на многочисленных образцах, приводимых в его работе.

В 1910 году в немецком журнале «*Physikalische Zeitschrift*» появилась первая работа Н.А. Умова, посвященная теории относительности, созданной А. Эйнштейном в 1905 году. Эта работа носила следующее заглавие в русском переводе: «Единообразный вывод преобразований, совместных с принципом относительности». Спустя два года появилась новая его работа по тому же вопросу. Эта работа напечатана была по-немецки и по-русски под заглавием «Условия инвариантности волнового уравнения».

По свидетельству знаменитого русского ученого Н.Е. Жуковского, эти работы Н.А. Умова являются лучшим математическим толкованием принципа относительности. «Подобно тому, как неевклидовская геометрия и геометрия многих измерений опираются на инвариантность обобщенного представления об элементе дуги, принцип относительности, по Умову, имеет свое математическое содержание в инвариантности волнового уравнения распространения света» (Н.Е. Жуковский).

Для решения поставленной задачи Умов преобразует волновое уравнение для пространства четырех измерений, вводя вместо координаты времени мнимое переменное  $\zeta = cti$ , где  $c$  — скорость света; затем требует, чтобы это уравнение оставалось инвариантным при переходе от



координат  $x, y, z, \tau$  к координатам  $x', y', z', \tau'$ . Оказывается, этого можно достичь только тогда, когда вторые дифференциальные параметры функций  $x', y', z'$  и  $\tau$ , выраженных через переменные  $x, y, \tau$  и будут равны нулю.

В случае, когда  $x, y, z$  суть параметры Декартовой системы координат, а  $z = z' = 0$ , то инвариантность волнового уравнения требует, чтобы  $x', y', \tau'$  были параметрами изотермической системы криволинейных триортогональных координат.

В частном случае можно считать  $x', y', \tau'$  параметрами Декартовой системы координат, повернутой около оси  $y$ -ов на мнимый угол  $\phi i$ . Положив далее  $tg\phi = v/c$  Н.А. Умов приходит в конечном счете к формулам преобразования Лоренца — Эйнштейна.

Упомянутые две работы Н.А. Умова по теории относительности плюс его работа «О возможном смысле теории квант» явились лебединой песней крупного ученого и мыслителя. После выхода в свет этих работ Н.А. не смог написать больше ни одной научной работы; болезнь, а затем смерть быстро скосили крепкого физически, с большим разумом и совестью человека.

Замечательная особенность большинства научных работ Н. А. Умова состоит в том, что на них лежит отпечаток философски настроенного ума, которому тесно жить в рамках узкого научного вопроса; это ум, ищущий и беспокойный, всегда стремящийся проникнуть в самые глубокие тайны природы. Ему необходимо проникнуть туда, он не может жить, не решая проблем науки и жизни. Н.А. Умов не только замечательный ученый; он не только всем сердцем и душой был предан науке, но в нем горел огонь человека и глубокого мыслителя.

Н.А. Умов написал много статей философского характера, в общей сложности более трех десятков, но самые замечательные из них — это «Эволюция живого изадача пролетариата мысли и воли», затем «Характерные черты и задачи современной естественнонаучной мысли» и, наконец, «Роль человека в познаваемом мире». В этих статьях с особой четкостью выступает мировоззрение Умова, которое А.И. Бачинский охарактеризовал как натуралистический гуманизм.

В своей автобиографии Н.А. очерчивает это мировоззрение в следующих выражениях: «В своих статьях он (Н. А. У.) обращал внимание на борьбу с предрассудками, незамечаемыми людьми и связанными с представлением о неизменности природной обстановки, в которой живет человечество. Проводя принцип эволюции, Н. А. развивает мысль, что естественные предположения природы становятся все более и более недостаточными для жизни человечества, которое должно создавать среди старой — новую природу, соответствующую его изменяющимся потреб-

ностям. Действие эволюции в человечестве должно выражаться в нарушении его единства, в увеличении различий между классами индивидов. Законы природы остаются неизменными, но наука дает человеку власть изменять естественное течение явлений, т. е. законы процессов, происходящих в природе.

Признавая во всех явлениях жизни только действие естественных законов и указывая на ничтожную долю, занимаемую во вселенной материей, а тем более живым миром, Н. А. причисляет появление его к осуществлению событий, имеющих ничтожно малую вероятность, почему и призывает людей к заботе об охране жизни. Факт превосходства могущества науки в области нужд человеческих над могуществом предполагаемых внестественных сил и невозможность вне науки найти силу, которая соединяла бы атрибуты могущества и возможность общения с человеком, приводит к мысли о несовместимости двух атрибутов внестественных сил — всемогущества и общения с человеком. Н. А. намечает элементы гражданской обрядности, которая осуществила бы общение людей в целях служения идеалам человечества».

Таким образом, центром интересов философской системы Н.А. Умова является человек, который непрестанно может создавать культурные ценности — научные, этические, эстетические. Именно ценности этих трех категорий, по его мнению, могут повышать культуру человека.

*Составлено А.А.Соловьевым, Д.А. Соловьевым на основе воспоминаний декана декана физического факультета (1937—1946) Член-корр. АН СССР проф. А. С. Предводителя.*

### **Литература:**

1. Предводителев А.С. Автобиографические записки
2. Соловьёв А.А., Базаров И.П. А.С.Предводителя. – М., 1985; А.С
3. Д.Д. Гуло. Н.А. Умов. Пособие для учащихся. М. "Просвещение". 1977
4. Бачинский А.И. Характеристика Н.А. Умова как ученого, как мыслителя и как человека. – 1916
5. Шпольский Э.В. Николай Алексеевич Умов / УФН, т. XXXI, вып.1, 1947
6. Щербаков Р.Н. Первейший русский физик-философ (К 175-летию со дня рождения) / Сайт УФН
7. Умов Николай Алексеевич (1846-1915), <http://www.rulex.ru/01200026.htm>



## О МОЁМ ОТЦЕ, НИКОЛАЕ БОРИСОВИЧЕ БРАНДТЕ

*...Господи, твоя власть! —  
дай рвущемуся к власти  
навластвовать всласть,  
дай передышку щедрому  
хоть до исхода дня.  
Каину дай раскаяние...  
И не забудь про меня.*

Булат Окуджава

Открываю глаза. Очень-очень большое и очень доброе сияющее лицо с морщинками приближается ко мне. Тепло и радостно. Но вдруг выплывают такие огромные руки, что становится страшно, и слёзы сами начинают литься из глаз.

— Коля! Ты опять напугал Колюшку! Иди на кухню, я ужин приготвила. Сейчас я его успокою и тебя позову.

Большое лицо становится немного растерянным и исчезает. И вдруг такие знакомые, маленькие, тёплые, мягкие, нежные руки берут меня и обнимают...

— А кто твоя мама?



*Н.Б. Брандт с сыном Николаем, 1975 год.*

- Она учит студентов физике.
- А папа?
- Папа всё время на работе, а дома пишет свои диссертации.

- Слушай, пап, у меня опять тройка по математике...
- Я же тебе объяснял, что ответ в этой задаче вот такой.
- Но почему?
- Просто математика так устроена. Не знаю, спроси у мамы.
- Мааам...

Мама усаживает меня рядом с собой и чёткими формулировками, изменением интонаций, а иногда тоном, не терпящим возражений, объясняет, как решать какую-то совершенно другую задачу.

Я слушаю сначала с большим нетерпением, потом становится интересно, а потом:

– Мам, так ответ в моей задаче должен быть вот таким! Это же очевидно!

Мама улыбается.

Папа:

– А я тебе и говорил, что такой ответ.



*Николай Борисович и  
Галина Александровна, 1998 год.*

Лето. Уже сутки едем в поезде. Очень это интересно. Всегда хочется побыстрее узнать, что там, за холмом. Или что за город такой на следующей станции. Но, к сожалению, в школе было ещё и задание на лето.

– Пап, у меня в этом году в школе физика начинается. Расскажи что-нибудь такое, что мне может пригодиться.

– Конечно! Вот, например, есть такой эффект, который называется «сверхтекучесть».



Дело в том, что у гелия при сверхнизких температурах...

– Коля! Но ведь они пока даже не знают, что такое гелий, – включается в разговор мама.

– Мда... Ну... А вот ты, Галюк, ты у нас всё знаешь про образование. О чём рассказать?

– Расскажи, что такое диффузия.

И папа начинает рассказывать про молекулярную структуру веществ, возможность проникновения молекул одного вещества в другое. А потом плавно переходит к зонной теории твёрдого тела, полупроводникам, р-п переходам и т.д. Ужасно интересно! А главное, почти всё понятно!

– Папа, можно с тобой поговорить?

– Конечно, сынок.

– Вот я всё время влюбляюсь. Но со временем это всегда проходит. Как же понять, что ты встретил именно того человека, с которым захочешь всё время быть вместе, разделять печали и радости? Как ты понял, что мама именно такой человек?

– Видишь ли, это очень трудно объяснить... Влюблённость всегда рано или поздно проходит, а настоящее чувство неизменно. Вся штука в том, чтобы отличить одно от другого. Очень-очень редко бывает так, что влюблённости нет вообще, а есть только то самое чувство. Тогда всё становится понятно. Но это если очень повезёт.

– Ну а если влюблённость тоже присутствует?

– Тогда объективных способов нет. Для себя я как-то запомнил одно правило, которое обычно работает: у женщины должен быть лунный характер...

Прошло уже много лет, и я убедился в том, что, действительно, объективных способов нет. И если мой сын когда-нибудь придёт ко мне с аналогичным вопросом, то я не найду ничего лучше, чем пересказать ему слова моего отца. Добавлю только, что мне, к счастью, очень повезло.

Я надеюсь, что в приведённых выдержках из моей жизни читатель совершенно ясно увидит роль настоящей женщины в жизни настоящего мужчины. Моя мама, Галина Александровна Миронова, была самым талантливым педагогом, которого я когда-либо знал. Сотни её учеников, бывших студентов физического факультета, всю свою жизнь бережно хранят память о ней. Её ученики, как в студенчестве, так и после окончания факультета, часто собирались у нас дома, пили чай, смеялись, вспоминали, благодарили, порой даже плакали. Что уж говорить про нас с папой! Сейчас мама образно представляется мне русской печкой в деревенском доме. С ней всегда тепло и уютно, она всегда накромит, всегда вы-

лечит, если захворал. Она потрясающе красива и гармонична, она – центр, создающий очарование русской избы. Кроме того, мама умела сгладить шероховатости и разрешить все сомнения и проблемы, возникающие у окружающих её людей. Трудно даже представить себе, сколько людей благодарны ей за мудрый совет. Если представить себе нашу семью как живой организм, то мама, безусловно, сердце этого организма. Земной поклон всем женщинам-матерям, несущим на себе порой непосильный труд воспитания всех членов семьи.

Когда папа был маленьким, его душевная составляющая формировалась под влиянием Александры Васильевны Парфёновой, его мамы, – женщины фантастической доброты и неземной внутренней красоты. О её доброте в нашем роду ходят легенды. Например, в голодные 1920-е годы Александра Васильевна приглашала домой беспризорников, кормила их и поила чаем. Однажды, после угощения один из таких мальчишек в прихожей сказал ей:

– Какая Вы добрая, тётя! Возьмите, я украл у Вас чайную ложку.

Абсолютно бескорыстным и безотказным человеком была Александра Васильевна.

А вот основы инженерно-физического мышления, безукоризненная логика экспериментатора и научно-исследовательский азарт были заложены в Николая Борисовича его отцом, постоянно поддерживавшим интерес к приключениям и открытиям, к исследованиям нового, неизвестного, таинственного, непонятного. Во время Гражданской войны Борис Николаевич Брандт был начальником инженерной службы Первой революционной Армии. Носил четыре ромба в петлицах, что теперь соответствует званию генерал-полковника. В Советской России перешёл на научно-педагогическую работу, занимал должность доцента и преподавал механику и сопромат в Академии им. Молотова и в Станкине.

Бесспорный талант Николая Борисовича способствовал дальнейшему развитию заложенного его отцом интереса к науке. Этот интерес он сохранял, когда многие годы неоправданно нёс клеймо «сына врага народа», когда защищал Родину от немецко-фашистских захватчиков в годы Великой Отечественной войны, когда вынужден был бороться за своё уже заслуженное место среди студентов, а затем аспирантов физического факультета МГУ.

Наукой можно заниматься, только если есть интерес. И я этот интерес в своём отце видел, что бы он ни делал. Причём интерес абсолютно ко всему, что происходит вокруг, даже если это напрямую к физике не относится. Это интерес к жизни в целом, во всех её проявлениях.



*Борис Николаевич (сидит с ракеткой) и Александра Васильевна (сидит по левую руку от него) Брандты на пикнике с родственниками, около 1920 года*

Расскажу об одном эпизоде. Мне было тогда лет десять, и мы с семьёй поехали в санаторий в Железноводск. После обеда папа предложил мне пойти погулять, а мама осталась в номере читать книгу. Сначала мы пошли по асфальтовой дороге в сторону ближайшей горы. По мере нашего продвижения вверх дорога перешла в грунтовую, а затем и вовсе превратилась в тропу, которая серпантином поднималась в гору. Вокруг росли деревья и было трудно понять, далеко ли ещё идти до вершины. Папа предложил сократить путь. Мы полезли, цепляясь за деревья, по максимальной крутизне склона. И вдруг деревья закончились, мы оказались на вершине и увидели сказочную картину: на фоне золотого заката солнца перед нами выросла целый ряд ещё более высоких вершин. Они так и манили нас своими жёлто-зелёными спинами. Я никогда не забуду блестящие от восторга папины глаза! Я полностью разделял его восхищение: в тот момент не было ничего более красивого на свете! Интересно, что ни у кого из нас и мысли не возникло повернуть назад. Не сговариваясь, мы направились на следующую вершину... Темнота, внезапно накрывшая землю, прервала наши мечты. Только к ночи, продвигаясь фактически наощупь, мы добрались до ближайшего населённого пункта, остановили какую-то легковую машину, и лихой джигит с ветерком доставил нас до нашего санатория. Он так и не поверил, что мы пришли в его посёлок

пешком через горы из этого санатория, а половину пути прошли в кромешной тьме. Я ужасно устал, но был чрезвычайно доволен. Ох и влетело нам дома от мамы!



*Н.Б. Брандт в санатории на реке Ворскла, 1985 год*

Приблизительно до середины 1980-х мы каждый год отправлялись в походы (в основном на лодках) или в автомобильные путешествия на Валдай, в Карелию, в Астраханскую область, в красивые места на Украине или в Белоруссии. Папа не воспринимал осёдлый образ жизни во время отдыха до тех пор, пока у нас не появились шесть соток под Москвой. И вдруг выяснилось, что папа фантастически любит заниматься строительством. Более того, оказалось, что он умеет не только от начала до конца проектировать дома, но и знает тонкости производства бетона, умеет устанавливать разные типы фундаментов, мастерски владеет кладкой кирпича и плитки, может собирать срубы, покрывать крышу как металлом, так и шифером и т.д.

Папа сам рассчитал и воплотил в жизнь всю термодинамику бани, причём как воздуха, так и воды. Стоило растопить печь, как потоки воздуха чрезвычайно быстро и эффективно нагревали весь дом. Свежий воздух автоматически затягивался в парную, а его поток можно было регулировать. Безотказно работала система циркуляции горячей воды, а с по-



мощью моего детского конструктора была собрана система, показывающая уровень воды в баках на самодельной шкале, градуированной в литрах. И всё это без расхода электроэнергии!

Если человек наблюдал, как здорово папа управляется с пилой или рубанком, то не мог оторвать взгляд – настолько это было красиво! С малых лет я постепенно учился у него и этим премудростям. А знаменитое брандтовское восхищение всегда стимулировало делать ещё больше.

– Нет, ты посмотри, какая дверь! А стоит как влитая! Как подогнана! – много раз ещё скажет папа нечто подобное, проходя мимо сделанного своими руками шедевра.

Николай Борисович не смог бы стать самим собой без людей, которые окружали его во время учёбы на физическом факультете МГУ и в Институте физических проблем – его выдающихся учителей, среди которых на первом месте его научный руководитель, Николай Евгеньевич Алексеевский. Наряду с именем Николая Евгеньевича, в нашем доме чаще всего звучали имена ещё трёх замечательных людей: в тяжё-

лые послевоенные годы Николая Борисовича фактически спасли для науки Сергей Иванович Вавилов, Герман Степанович Жданов и Пётр Георгиевич Стрелков. Были и другие прекрасные примеры талантливых физиков-экспериментаторов. Нельзя не вспомнить директора Института физпроблем – Петра Леонидовича Капицу. Его неординарная личность вдохновила и, можно сказать, заразила любовью к науке не одно поколение физиков. Эти и многие другие удивительные люди оставили частицу



*Н.Б. Брандт, около 1960 года*

себя в Николае Борисовиче и на личном примере показали, как надо мыслить и к чему нужно стремиться.

В 1946 году среди студентов 1 курса физического факультета резко выделялись демобилизованные ребята, уже имеющие колоссальный военный и жизненный опыт. Учёба этим студентам давалась в разы тяжелее, чем только что окончившим школу подросткам, поэтому заниматься им приходилось гораздо больше. Из таких ребят и сформировалась команда близких друзей-физиков, частью которой был Николай Борисович. Я думаю, что взаимное влияние, которое они оказывали друг на друга, было колоссальным. Ядро команды составляли Анатолий Филиппович Тулинов, Алексей Николаевич Матвеев, Геннадий Гаврилович Фёдоров, Григорий Григорьевич Дашков, Георгий Иванович Горяга и Михаил Владимирович Яковлев. Каждый из них – ярчайшая индивидуальность, со своими особенностями и талантами, но при этом и со своими гениальными недостатками! Какие порой были споры! Со стороны казалось, что армии сталкивают свои дивизии на полях словесных сражений, подтягивают авиацию, привлекая неожиданные аргументы, залповым огнём артиллерии сметают доводы противника, подавляют сопротивление танковыми силами железных формулировок. И ведь после каждого выступления стороннему наблюдателю ничего не остаётся, как согласиться с оратором, но оппонент снова восстаёт из пепла и отвечает не менее убедительно, так что соглашаешься уже с ним. Надо сказать, что отношение к жизни, ценности и любовь к науке были настолько едиными для всех этих людей, что после спора даже намёка на какой-либо неприятный осадок не оставалось. Было похоже на то, как порой после адского шторма волнение мгновенно успокаивается, выходит яркое солнце, и белые облачка безмятежно плывут по голубому небу.

Нельзя не сказать ещё об одном условии, которое было необходимо, как воздух, для плодотворной работы Николая Борисовича. Это возможность формировать, курировать, развивать и укреплять свою научную школу. Университет давал уникальную возможность не только обучать молодых людей в течение 9 лет (студенчество и аспирантура), но и после того оставлять их на научно-педагогической работе, стимулировать защиты докторских диссертаций, поддерживать их развитие в мировой науке. Николай Борисович создал одну из крупнейших научных школ в мире, объединявших учёных из разных областей знаний. Без хороших отношений с учениками, без их заинтересованности и веры в своего учителя это было бы невозможно. Для подготовки студентов по теории твёрдого тела и теории конденсированного состояния вещества Николаю Борисовичу удалось сформировать большую группу физиков-теоретиков, совместно с которыми были сделаны многие интересные работы.



С семьёй дома, 2009 год

Все имена перечислить здесь, конечно, невозможно, но вот лишь некоторые из них: Борис Александрович Акимов, Сергей Дмитриевич Бенеславский, Ирина Викторовна Берман, Евгений Владимирович Богданов, Александр Иванович Буздин, Александр Николаевич Васильев, Моисей Исаакович Каганов, Юрий Львович Климонтович, Владимир Анатольевич Кульбачинский, Илья Михайлович Лифшиц, Наталья Яковлевна Минина, Александр Сергеевич Михайлов, Ярослав Георгиевич Пономарев, Владимир Васильевич Ржевский, Людмила Ивановна Рябова, Елена Александровна Свистова, Евгений Павлович Скипетров, Сергей Михайлович Чудинов, Алексей и Дмитрий Ремович Хохловы, Геннадий Дмитриевич Яковлев.

В этом году мы празднуем 100-летие со дня рождения Николая Борисовича Брандта, но произнося его имя, вкладываем в него имена многих других людей, являющихся неотъемлемой частью его многогранной, блистательной личности.

*Н.Н. Брандт*

## А.А.СОЛОВЬЕВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МГУ



*Возобновляемые источники энергии, безуглеродная энергетика – сейчас эти понятия широко используются. Ноне все знают, что пионерские работы в этой актуальнейшей научной области были выполнены на физическом факультете МГУ. Заметка посвящена выдающемуся ученому в области исследований возобновляемых источников энергии (ВИЭ) профессору МГУ Александру Алексеевичу Соловьеву.*

24 мая 2023 г. исполнилось бы 80 лет профессору МГУ Александру Алексеевичу Соловьеву. Александр Алексеевич Соловьев — выдающаяся

личность, сочетавшая в себе уникальные качества высококвалифицированного ученого и научного лидера. Он обладал глубокими знаниями в области гидроаэродинамической гелиоэнергетики и возобновляемых источников энергии, что делает его одним из ведущих экспертов в этой сфере. Благодаря творческому подходу и инновационному мышлению, А.А.Соловьев стал пионером в исследовании и внедрении новых технологий в области возобновляемой энергетики в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Вся научная жизнь Александра Алексеевича связана с Московским университетом. В 1968 г. Соловьев А.А. с отличием закончил физический факультет МГУ и поступил в аспирантуру физического факультета. Во время учебы за одну из своих публикаций он был награжден медалью Министерства высшего и среднего образования СССР «За лучшую научную работу». После защиты в 1973 г. диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Поглощение ультразвуковых волн в жидкостях» А.А. Соловьев работал на физиче-



ском факультете в должности ассистента кафедры общей физики, а затем кафедры молекулярной физики.

В 1980-х гг. А.А.Соловьев возглавил научное направление «Гидроаэродинамические основы возобновляемой энергетики». С момента основания Научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии (НИЛ ВИЭ) на географическом факультете МГУ в 1987 г. А.А. Соловьев стал в ней заведовать сектором гидродинамики. В 2003 г. А.А. Соловьеву была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук, в 2005 г. — присвоено ученое звание профессора. С 2007 г. — в течение более чем 13 лет — А.А.Соловьев был заведующим НИЛ ВИЭ.

Исследования возобновляемых источников энергии начали проводить на физическом факультете МГУ еще в начале восьмидесятых годов прошлого века под руководством В.В. Алексеева и А.А.Соловьева. В этих работах наряду с сотрудниками физфака активное участие принимали сотрудники географического факультета МГУ. Поэтому в МГУ первоначально планировалось создать лабораторию возобновляемых источников энергии как межфакультетскую лабораторию МГУ, однако это предложение встретило ряд организационных трудностей. По предложению ректора МГУ Виктора Антоновича Садовниченко (в те годы проректора МГУ) и при поддержке декана географического факультета профессора Георгия Ивановича Рычагова и чл.-корр. РАН, заведующего кафедрой рационального природопользования географического факультета МГУ Андрея Петровича Капицы было принято решение о создании отдельного самостоятельного структурного подразделения с научными и образовательными программами на географическом факультете Московского университета — «НИЛ ВИЭ. Следует подчеркнуть огромный вклад А.А. Соловьева в становление новой лаборатории. Лаборатория создавалась на голом месте. В этот сложный период полностью открылся организаторский талант Александра Алексеевича, его умение разговаривать с людьми, убеждать их.

С участием А.А. Соловьева был создан ряд экспериментальных установок для изучения экологически эффективных и безопасных режимов функционирования аэродинамических преобразователей энергии солнечного излучения (парниковые энергоустановки). Многие установки прошли многолетние комплексные испытания на полигоне в Качивели (Крым). На этих установках работали студенты геофизического отделения физического факультета МГУ во время учебной практики. На основе экспериментального и теоретического моделирования термодинамического цикла трансформации энергии Соловьевым были предложены новые способы генерации искусственного ветра в парниковых энергоуста-

новках применительно к климатическим условиям России. Разработки Александра Алексеевича по этому направлению защищены многочисленными патентами РФ.

С 2009 г. А.А. Соловьев являлся одним из руководителей и участником работ по созданию пионерной геоинформационной системы «Возобновляемые источники энергии России», разработанной совместно с Объединенным институтом высоких температур РАН (ОИВТ РАН).

За годы работы в Московском университете в рамках развиваемого нового научного направления — гидроаэродинамической гелиоэнергетики — Соловьевым разработано методическое и программное обеспечение исследований по комплексному анализу влияния объектов энергетики на окружающую среду, динамике регионального энергопотребления в отраслях топливно-энергетического комплекса, изучению процессов генерации энергии в природных энергоносителях различных геосфер.

В последние годы жизни Александр Алексеевич руководил научно-исследовательской работой лаборатории по теме «География и рациональное использование возобновляемых источников энергии». В рамках этой темы им проводились комплексные методологические исследования эффективности и безопасности функционирования объектов возобновляемой энергетики в регионах России. Предложены методы расчетов географического потенциала возобновляемых энергоресурсов на территориях, доступных для их освоения и испытывающих потребность в энергообеспечении с помощью возобновляемых источников энергии. Выполнен анализ факторов риска использования ВИЭ в средних широтах, а также для ряда регионов России, том числе для арктической зоны РФ. Александр Алексеевич разработал методику расчета коэффициентов тепловой и экологической эффективности тепломассообменных процессов с воздухоустройством в гидротехнических контурах электростанций, которая была апробирована на практике при эксплуатации объектов энергетики низкоширотного размещения в экстремальных климатических условиях.

В исследованиях физической природы интенсивных атмосферных вихрей им установлены критериальные комплексы и универсальные зависимости турбулентной генерации импульса от притока солнечной энергии в гидродинамически неустойчивых потоках интенсивных атмосферных вихрей. Разработаны инновационные технологические решения, обеспечивающие рациональное использование тепловых отходов в температурных преобразователях водных теплоносителей энергетических машин высокой мощности, функционирующих в низкоширотных регионах с жарким климатом. Теоретически и экспериментально обоснована технология получения пресной воды из атмосферного воздуха с исполь-



зованием энергии возобновляемых источников, перспективная для практического использования в аридных районах.

Необходимо отметить и большую научно-организационную деятельность А.А. Соловьева в качестве редактора сборников научных трудов, лекций, пособий по теме возобновляемой энергетики. Он был членом редколлегии научных журналов: «Вестник Российского университета дружбы народов», «Процессы в геосредах», «International scientific-technical journal», «Industrial Technology and Engineering», «Journal of Environmental Earth and Energy Study». А.А. Соловьев входил в состав диссертационных и ученых советов в Московском университете, Российском университете дружбы народов, Академии водного транспорта.

По инициативе Александра Алексеевича Соловьева в 2018 году был создан научный-образовательный, культурно-просветительский журнал «Окружающая среда и энерговедение» («Journal of Environmental Earth and Energy Study»). С 1999 года А.А. Соловьев — член, а позже председатель Оргкомитета Всероссийских научных молодежных школ «Возобновляемые источники энергии», регулярно проводимых в Московском университете. Он принимал деятельное участие в организации и проведении Всероссийских конференций «Физические проблемы экологии (Экологическая физика)», которые проводились на физическом факультете МГУ, Международных научных конференциях — школах молодых ученых «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах», которые ежегодно проводятся с 2014 года.

Александр Алексеевич Соловьев — автор курсов лекций по гидромеханике, теоретической механике, физике турбулентных течений, возобновляемой энергетике атмосферы и океана, устойчивому развитию энергетики, им опубликовано более 200 научных работ, в том числе 25 учебных пособий, монографий и книг, получено более 30 патентов на изобретения.

Научная работа А.А. Соловьевым сочеталась с педагогической деятельностью, которую он вел на физическом и географическом факультетах МГУ, в Московской академии водного транспорта. Его учебные пособия и монографии являются ценным источником знаний и вдохновения для будущих поколений ученых.

Профессор Александр Алексеевич Соловьев заслуженно считается основоположником исследований возобновляемых источников энергии в Московском университете. Его значительный вклад в развитие этой области науки и его активная деятельность на протяжении многих лет способствовали становлению университета в качестве ведущего центра исследований в области ВИЭ, нетрадиционной энергетики и окружающей среды.

Профессор Александр Алексеевич Соловьев являлся ярким примером выдающегося ученого, совершившего значительный вклад в развитие возобновляемых источников энергии. Его глубокие знания, творческий подход и инновационное мышление позволяли внедрять новые технологии, направленные на создание более устойчивой и экологически чистой энергетической системы. Александр Алексеевич Соловьев — личность с яркой интеллектуальной и духовной составляющей. Его преданность науке, стремление к постоянному развитию и внедрению новых идей являются примером для всех, кто стремится к достижению высот в своей сфере. Его вклад в науку и образование оставляет неизгладимый след и способствует развитию современного знания об окружающей нас природной среде, экологии, энергетических процессах и научном сотрудничестве.

*Показеев К.В.*

## ИЗ ОПЫТА ЛЕТНЕГО ЧТЕНИЯ

### **Книга А.В. Серёгина «Гипотеза множественности миров в трактате Оригена “О началах”» в контексте современной космологии**

В последние дни отпуска я ехал в поезде из Кеми в Москву после того, как в первый раз побывал на Соловецких островах. Поезд в Москву идет целые сутки. Получилось так, что я не смог взять с собой в дорогу никакой книжки. Пришлось читать то, что было скачало в планшет. Выбор оказался невелик и состоял из случайно попавшей в планшет книги, название которой вынесено в заголовок.

Напомню, что Ориген — христианский мыслитель третьего века нашей эры. Я человек не религиозный, так что раньше мне не приходило в голову читать самого Оригена или книг о его учении, но сейчас пришлось. Книга оказалась понятно написанной. Она рассказывает о том, как Ориген представлял себе то, чем занимается современная космология. Представлял на уровне своего времени, конечно.

Читаю и вижу, что логическая схема, предложенная Оригеном, легко переводится на язык современной космологии. Я не буду пересказывать все частности схемы, описанной автором вслед за Оригеном, — книга есть в интернете, откуда я ее и взял. Однако сухой остаток состоит в следующем.



*Так, по представлению верующих, выглядел Ориген*

Представление о Вселенной как об одном уникальном объекте плохо совместимо с представлениями теории вероятностей (конечно, у Оригена речь идет не об аксиоматике Колмогорова, а о других, более близких ему категориях). В самом деле – будем отталкиваться, например, от понятия случайного процесса, который, по Колмогорову, представляет собой функцию двух переменных – времени и случайного параметра. Фиксируем случайный параметр, получаем реализацию случайного процесса. Меняем случайный параметр, заданный на вероятностном пространстве, – получаем другую реализацию. В принципе можно, конечно, рассматривать вероятностное пространство, состоящее из одной точки, но это явно не стоит делать. Поэтому у случайного процесса должно быть много разнообразных траекторий.

Заменяем в этом рассуждении слова «случайный процесс» на «Вселенная с учетом флуктуаций» (или что-нибудь подобное) и немедленно приходим к логической необходимости рассматривать набор вселенных. Ориген (по крайней мере в изложении Серёгина) видит эту необходимость, о которой много говорят современные специалисты по ранней Вселенной.

Более того, он видит и серьезную проблему, возникающую при развитии этой мысли. Для того, чтобы теория получилась содержательной, точки этих вселенных нужно как-то соотносить друг с другом. Как это сделать в полном объеме – не очень ясно ни ему, ни мне, но одно сопоставление напрашивается. Конечно, логично было бы предположить, что моменты больших взрывов к каждой из этих вселенных соответствуют друг другу. Правда, Ориген обсуждает не начало каждой из этих вселен-

ных, а ее конец – страшный суд, но это не сказывается на логике рассуждений.

Я знаю, что научные задачи нужно решать по мере их поступления, поэтому космологи ведут себя, по мнению математиков, несколько легкомысленно и пользуются словами вроде «флуктуации плотности в ранней Вселенной» или «Вселенная, заполненная ансамблем случайных гравитационных волн», не проговаривая все математические шаги, необходимые для построения этих понятий. Я и сам, конечно, так поступаю в практической работе. Однако из истории физики известно, что подобные логические зацепки маркируют места, откуда может развиваться будущая новая физика. Например, Эйнштейн говорил о том, что его размышления о теории относительности когда-то начались с рассказа Фламариона о том, что увидит человек, летящий в космическом пространстве быстрее скорости света. Будем надеяться, что замеченная Оригеном проблема обозначает место, из которого когда-то начнется новая космология.

*Профессор Д.Д. Соколов*

## ПЕРВЫЕ ДНИ НА ФИЗФАКЕ. 1972 ГОД

1 сентября 1972 года настроение у нас было праздничным. Сбылась мечта!

Уже заселились в 1 корпус общежития на Ломоносовском проспекте. Четыре этажа — мужских, девочки — на пятом. Пять кроватей (во время ремонта соседних корпусов — шесть); квадратный стол — на оставшемся пятачке; чайник; вилки-ложки будем воровать в столовой, так что периодически будут возникать тетушки в белых халатах, выгребать весь алюминий в большой таз, но не ругаться; книжная полочка — одна на всех; полполки в шкафу на каждого для личных вещей; по паре вешалок; окно на северо-восток в сторону Китайского посольства, в которое в 6 утра свистит проходящий мимо рабочий поезд; форточка, зимой можно будет наружу вывешивать продукты. Кнопки и гвозди — в стену запрещены, так что клеили все мылом. Умывальник и туалет в конце коридора; читальный зал и телевизионка на 1 этаже; камера хранения и душ — в подвале, если достать ключи на ночь, можно спокойно и «попариться», и постирать.

Телевизоры—приемники—музыкальные инструменты—попугаи—хорошая посуда (из ресторанов, где обсчитали) — еще не скоро... Для



тех, кто материально нуждался или не имел тройки на вступительном экзамене — 40 рублей стипендии (на такие деньги можно было дважды слетать по студенческим скидкам в Краснодар и обратно или купить чешскую гитару Строна, 400 кг картошки или 108 профкомовских талонов на комплексный обед. Бесплатных соленых зеленых помидоров уже не было, но корыто с бесплатным салатом из морковки и капусты на раздаче еще стояло, равно как и бесплатный чай без сахара и белый хлеб в вазах — на столах. Были студенты, которые умудрялись жить на одну стипендию. Трамвай — 3 копейки, троллейбус — 4, автобус и метро — 5, телефон-автомат — 2, такси — 10 коп./км, чай — 2, эклер — 15, кино в аудитории главного здания — 20, билет в соседний кинотеатр «Литва» — немного дороже, выстрел в тире под кинотеатром — 3, венгерское вино в «Балатоне» — 2 рубля 30 копеек, зато — бесплатный образцово-показательный туалет на Калининском проспекте (стыдно, конечно, но не удержался и свинтил в нём для общежития стеклянную табличку «Требуйте салфетку с мыльным порошком»).

Однако... Успеть утром позавтракать в двухэтажной столовой, одной на семь корпусов с пельменной на первом, было непросто, в лучшем случае — пирожное-кофе с молоком в магазине через дорогу. Но чаще — с трудом встал, дошел до 34 троллейбуса или 57 автобуса, чтобы проехать пару остановок, убедился, что под курткой спросонья-таки надета рубаха и своим телом заблокировал дверь, дабы в нее не смог войти прятавшийся за первой остановкой контролер в черном плаще. Но это все потом...

А пока: 9 утра 1 сентября 1972 года. Центральная Физическая Аудитория. Первая лекция. Физика. Механика. Алексей Николаевич Матвеев.

Яркий, энергичный, эмоциональный... Когда потом на физфаке появится немыслимое для начала 70-х объявление, что за 900 рублей (стипендия за два года) можно посетить Францию и четыре Африканские страны, именно он и приобретет эту путевку, по-хорошему ему завидовал и радовался, что Профессор МГУ может себе такое позволить. В принципе, удалось собрать для коллекции все пять томов его курса физики, но все же, памятна именно «Механика» — первая любовь. С каким-нибудь Маятником Фуко из-под потолка, катающимся туда-сюда по тросу над головами велосипедиком с гироскопом, большим деревянным котом, который при падении откуда-то сверху вращал хвостом и приземлялся на все четыре лапы.

Конечно же, Алексей Николаевич Матвеев и Юрий Николаевич Днестровский (с его неизменным «возьмем какое-нибудь число, например, 27» — незабываемые педагоги нашего 72-го... Но это все потом.

А пока: 9 утра. Еле успели, так что сели на самом верху аудитории. Но - по центру.

— Мирозозрение, — начал лектор, — бывает биологическим, ..., ... Мы у вас выработаем — физическое.

От неожиданности заволновался. Конечно же, хотелось получить хорошее физическое образование, но работать-то — в биологии и медицине. Нет, не поддамся. У меня будут разные мирозозрения!

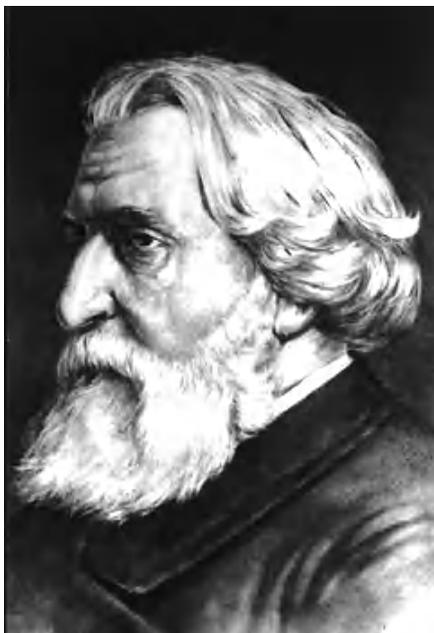
Не успел опомниться, как Алексей Николаевич добил:

— Мы вас приняли 500 человек. 499 будут убыточны. Пятисотый все окупит!

В общем, эти два высказывания произвели такое впечатление на неокрепшую психику, что больше ничего о 1 сентября 1972 года в памяти и не осталось...

*Виктор Письменский*

## ИВАН СЕРГЕЕВИЧ ТУРГЕНЕВ



*В начале этого года, 25 января, был издан указ президента РФ В.В. Путина № 35 «О внесении изменений в Основы государственной культурной политики, утвержденные указом президента Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 808», в котором объявлены цели России:*

*«Защита и поддержка русского языка как государственного языка Российской Федерации, обеспечение соблюдения норм современного русского литературного языка (в том числе недопущение нецензурной лексики) и противодействие излишнему использованию иностранной лексики».*



*Также в этом году празднует 20-летний юбилей тотальный диктант — образовательное мероприятие, проводимое с 2004 г. В России и других странах с целью популяризации грамотности. 8 апреля 2023 г. его написали 456 307 человек!*

Что каждый из нас вспоминает, слыша словосочетание «русский язык»? Конечно же, «о великий, могучий, правдивый и свободный русский язык» — стихотворение в прозе, которое нас заставляли учить в школе!

«Стихотворения в прозе» — вершина творчества И.С. Тургенева, написаны они были незадолго до смерти, когда писатель уже страдал от тяжелейших болей, вызванных подагрой, грудной жабой (стенокардией) и межреберной невралгией (лишь после смерти выяснилось, что это был рак), он совсем не мог спать без морфия. О его болезни много писали и европейские, и русские газеты. Цикл лирических миниатюр «Стихотворения в прозе» стал своеобразным прощанием писателя с Родиной, жизнью и творчеством. Всего стихотворений в прозе 50. В них Тургенев обращается ко всем основным темам своего творчества, как бы подводя итоги. Книгу открывало стихотворение в прозе «Деревня», а завершал её «Русский язык» — лирический гимн, в который автор вложил свою веру в великое предназначение своей страны:

**Во дни сомнений, во дни тягостных раздумий о судьбах моей родины, ты один мне поддержка и опора, о великий, могучий, правдивый и свободный русский язык!.. Не будь тебя — как не впасть в отчаяние при виде всего, что совершается дома. Но нельзя верить, чтобы такой язык не был дан великому народу!**

В 2023 году исполняется 140 лет со дня смерти великого писателя.

Последние годы жизни стали для него вершиной славы как на родине, где писатель вновь стал всеобщим любимцем, так и в Европе, где лучшие критики того времени (И. Тэн, Э. Ренан, Г. Брандес и др.) причислили его к первым писателям века. С 1871 года Тургенев не жил в России. Он активно участвовал в культурной жизни Западной Европы, пропагандировал русскую литературу за рубежом. Тургенев общался и переписывался с Чарльзом Диккенсом, Жорж Санд, Виктором Гюго, Проспером Мериме, Ги де Мопассаном, Гюставом Флобером. Его приезды в Россию в 1878—1881 годах стали настоящими триумфами.

В 1880 Тургенев участвует в торжествах в честь открытия памятника Пушкину в Москве. Тогда же Иван Сергеевич был избран почетным членом Московского университета.

Проучился же юный 15-летний Тургенев в Московском университете только год на словесном факультете, но зато вместе с А.И. Герце-

ном и В.Г. Белинским! Потом семья была вынуждена переехать в Санкт-Петербург, так как старшего брата зачислили в гвардейскую артиллерию, и Иван поступил на философский факультет Петербургского университета

Скончался Тургенев 22 августа (3 сентября по н.с.) 1883 года в своей вилле в Буживале под Парижем, где прошли пышные прощания. Горе, охватившее не только русских людей, но и многих европейцев, было совершенно искренним и неподдельным. Весть о том, что Тургенев на протяжении полутора лет страдал от нестерпимых болей, вызвала прилив сочувствия даже у его идейных противников. Но не у первого лица Российской Империи. Когда Александру III доложили о кончине Тургенева, он ответил: «Одним нигилистом меньше!»

Близкий друг Тургенева художник Боголюбов вспоминал, что Иван Сергеевич хотел знать мнение Полины Виардо, где быть ему погребенным, и что «ежели бы она сказала, что фамильный монмартрский склеп соединит их бранные останки навсегда, то Тургенева Россия не получила бы. Он ждал этого решения, но его не последовало... » И тогда он завещал упокоить его тело на Волковом кладбище в Петербурге, рядом с его другом Белинским, но завещание было выполнено не полностью, потому что место возле Белинского было занято Добролюбовым, который также хотел лежать рядом с Белинским. Место для могилы Тургенева на Волковском кладбище было куплено за полторы тысячи рублей в дорогом втором разряде у северной стены Спасской церкви, так как планировалось перенести туда и прах Белинского, и прах Добролюбова, но вдова Белинского воспротивилась этому.

На всех станциях следования поезда по территории России служили панихиды по писателю. Прощание с писателем происходило в течение пяти дней, наконец, 27 сентября Иван Тургенев был похоронен. Похороны писателя прошли при таком стечении народа, которого никогда ни до того, ни после того не было на похоронах частного лица — процессия из людей, пришедших проститься с Тургеневым, протянулась на несколько километров. В 1885 году на могиле Тургенева установили надгробие — бронзовый бюст на постаменте (ск. Ж.А. Полонская).

И лишь в тридцатые годы 20-го века, когда Спасскую церковь закрыли, прах Ивана Сергеевича Тургенева перенесли на «Литераторские мостки», и он наконец-то упокоился рядом с Белинским. Рядом с могилой установлена табличка с его фразой из письма Полонскому: **«Поклонитесь от меня дому, саду, моему молодому дубу, родине поклонитесь».**

*М.Савина*



## ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

В 2025 году исполнится 80 лет Победе советского народа в Великой Отечественной войне.

31 июля 2023 года Президент РФ Владимир Владимирович Путин подписал Указ «О подготовке и проведении празднования 80-й годовщины Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов». В указе отмечается всемирно-историческое значение Победы советского народа и дается ряд поручений по подготовке и проведению празднования 80-й годовщины великой Победы. Подчеркивается необходимость проведения, в том числе, торжественных мероприятий, посвященных решающим сражениям и другим важнейшим событиям Великой Отечественной войны 1941–1945 годов.

Призываю сотрудников, студентов и аспирантов физического факультета откликнуться на обращение президента РФ В.В. Путина и принять деятельное участие в подготовке и проведении празднования 80-й годовщины Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов. Следует отметить, что восьмидесятилетие Победы совпадает с 270-летием нашего университета.

Каждый физфаковец может вспомнить своих родственников, предков, принявших участие в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов, вспомнить и написать о них в нашу газету «Советский физик». Статья должна быть пропитана «памятью сердца». Подобная практика публикации в газете «Советский физик» статей о родных – участниках войны существует в редакции с первого номера, выпущенного данным составом редакции в 1997 году. Редакция газеты уделяет значительное внимание сохранению памяти о физфаковцах – участниках Великой Отечественной войны. Такие статьи появляются на страницах газеты регулярно. По материалам газеты было выпущено два сборника «Физфаковцы и Великая Отечественная война» – к 70-й и 75-ой годовщинам Великой Победы. Редакция «Советского физика» также рассчитывает на получение статей о физфаковцах, принявших участие в борьбе с фашизмом или доблестно трудившихся на трудовом фронте.

При подготовке статей следует помнить, что в Российской Федерации действует Федеральный закон от 19.05.2005 № 80-ФЗ «Об увековечении Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов». Закон требует, исходя из традиций народов России, бережно хранить память о защитниках Родины, всех тех, кто отдал свои жизни в борьбе за свободу и независимость нашей страны.

Редакция ждет ваши статьи!

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

## СОДЕРЖАНИЕ

ОТКРЫЛСЯ КЛАСТЕР «ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ» НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЛИНЫ МГУ .....	2
ВЫПУСК 2023 ГОДА.....	4
ОТКРЫТИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН МЕТОДОМ ПУЛЬСАРНОГО ТАЙМИНГА .....	6
«ВЗВЕШИВАНИЕ» ДВОЙНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР В ЦЕНТРАХ ГАЛАКТИК НОВЫМ МЕТОДОМ .....	11
ПРАЗДНИК ОСЕННЕГО РАВНОДЕНСТВИЯ В ГАИШ.....	16
УЧЕНЫЕ МГУ ВЫЯСНИЛИ, ЧТО ПРОИСХОДИТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СОЛЕЙ ХРОМА НА МОЛЕКУЛЫ КОЛЛАГЕНА .....	25
К 90-ЛЕТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА .....	27
Н. А. УМОВ — УЧЕНЫЙ И МЫСЛИТЕЛЬ .....	33
О МОЁМ ОТЦЕ, НИКОЛАЕ БОРИСОВИЧЕ БРАНДТЕ.....	43
А.А.СОЛОВЬЕВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МГУ .....	52
ИЗ ОПЫТА ЛЕТНЕГО ЧТЕНИЯ .....	56
ПЕРВЫЕ ДНИ НА ФИЗФАКЕ. 1972 ГОД.....	58
ИВАН СЕРГЕЕВИЧ ТУРГЕНЕВ.....	60
ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!.....	63
СОДЕРЖАНИЕ.....	64

Главный редактор К.В. Показеев  
sea@phys.msu.ru

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

Выпуск готовили: Е.В. Крылова, Н.В. Губина, В. Л. Ковалевский,  
К.В. Показеев, Е.К. Савина, О.В. Салеская.

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

10.09.2023