

НОВОСТИ НАУКИ



Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

№ 2/2023

ISSN 2500–2384

Главный праздник всех физиков МГУ — День Физика!



"Я думаю, что в целом изучение физики — это изучение причинно-следственных связей между явлениями природы. Человек, который научился этому и умеет находить эти причинно-следственные связи, переносит свое умение на все другие сферы жизни. Это связано с воспитанием в себе умения анализировать, думать, предлагать нестандартные решения..."

*В.В. Белокуров — и.о. декана физфака МГУ,
из репортажа Первого канала ТВ*

"Одной из сильнейших в мире научных школ Физфаку МГУ — 90 лет! Из его стен вышли сотни замечательных ученых. Полученное здесь образование многим позволило достичь карьерных высот и в других областях.

Сегодня физфак МГУ — передовая площадка для широкого спектра исследований, в том числе — на стыке наук."

Из репортажа Первого канала ТВ

"Физфак МГУ — кузница научно-технической элиты нашей страны. Это одна из сильнейших в мире школ фундаментальной физики. На факультете учились и работали восемь нобелевских лауреатов. Со своего основания в 1933 г. факультет подготовил более 25 тыс. специалистов-физиков. На факультете защитилось более 500 докторских диссертаций и каждый третий академик с мировым именем является его выпускником.

Более половины выпускников физфака МГУ остаются в науке. Пути к карьере им открыли навыки, полученные в стенах факультета..."

Юбилею физического факультета посвятили

СОДЕРЖАНИЕ

- 1....."ДЕНЬ ФИЗИКА"
- 3.....ФИЗИКА от "А" до "Я"
- 16.....НОВОСТИ НАУКИ
- 26.....КОНФЕРЕНЦИИ
- 31.....ПРЕМИИ / НАГРАДЫ
- 32.....Диссертационные Советы
- 35.....УЧЕННЫЕ ФИЗФАКА МГУ





большой студенческий праздник — "День Физика".

Свой праздник физики придумали в конце 50-х — время расцвета факультета, когда студенческие "капустники" с легендарной оперой "Архимед" собирали полные залы.

"На этот праздник приезжали звезды мировой науки: Поль Дирак, Нильс Бор, Лев Ландау..." (Э. Боос — директор НИИЯФ МГУ)

Из репортажа канала "Россия" ТВ

На нынешнем Дне Физика были награждены студенты и преподаватели года:

Лучший молодой преподаватель —
А.А. Петухов;

Лучший преподаватель спецкурса —
К.В. Степаньянц;

Лучший молодой научный сотрудник —
Р.А. Гумеров;

Лучший преподаватель общего курса —
А.Б. Паменов.

Студент года по учебно-научной деятельности —
Е.В. Кытина;

Студент года по спортивной деятельности —
Г.А. Юкляевских;

Студент года по общественной деятельности —
С.В. Самченко;

Награждение завершилось выступлением и.о. декана В. В. Белокурова, который поздравил всех гостей с праздником и спел гимн физфака «Дубинушка» вместе со студентами.

Сердечно поздравляем победителей!



К 90-ЛЕТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

АСТРОНОМИЯ

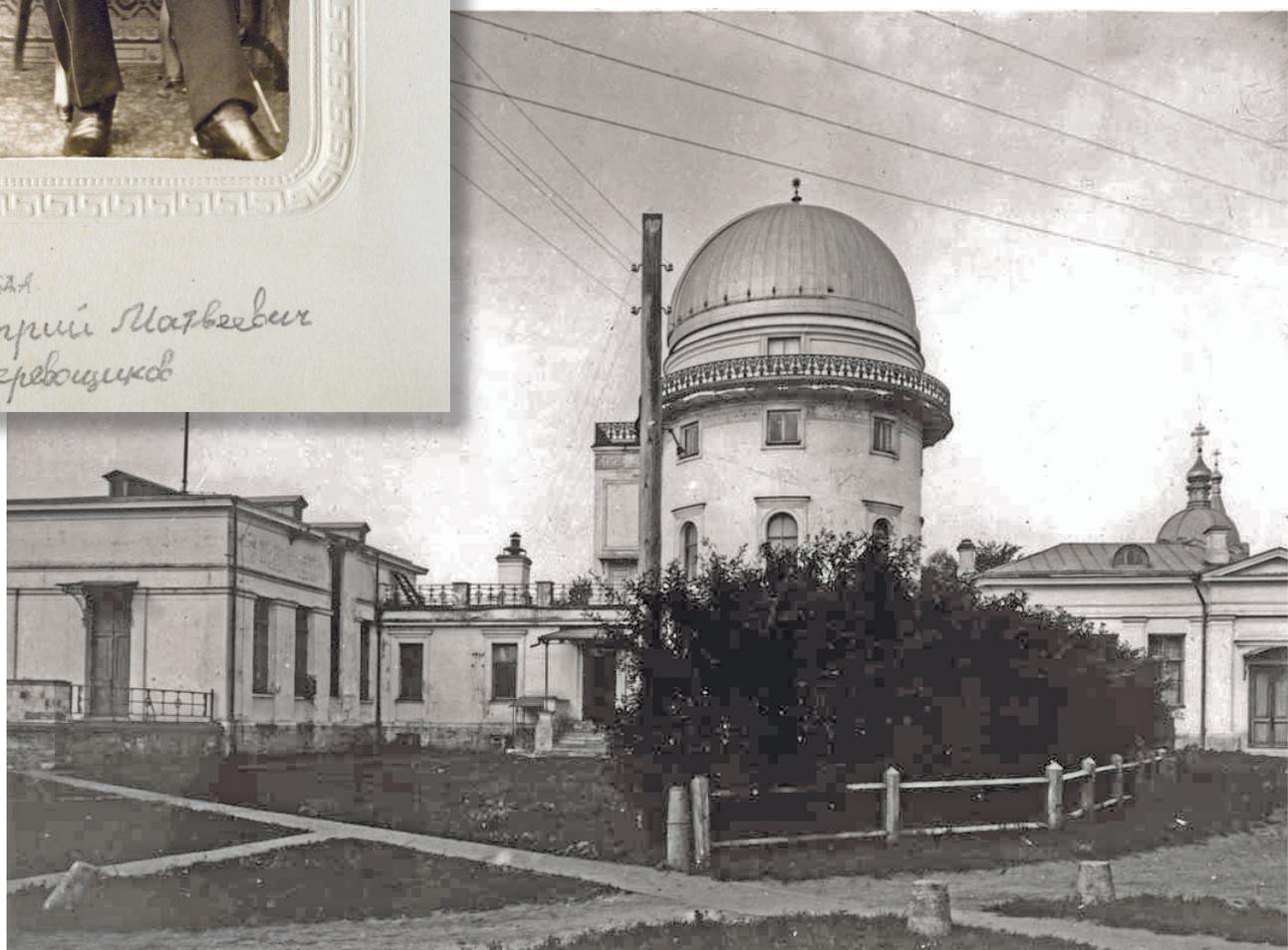
К.А. ПОСТНОВ

Астрономия в Московском университете начала преподаваться уже в начале XIX века, однако формальный отсчет истории астрономии в Московском университете ведется с 1831 года. В 1827 году купец-меценат греческого происхождения Зой Павлович Зосима дарит Московскому университету свою дачу на Пресне для строительства обсерватории, которое и было завершено в 1831 году. Через 100 лет она стала базой для создания современного Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ). Создателем и первым директором обсерватории Московского университета был профессор Дмитрий Матвеевич Перевоицкий (1788–1880), ставший впоследствии ректором Московского университета (1848–1851).

Профессор Дмитрий Матвеевич Перевоицкий (1788–1880) — создатель и первый директор (1831–1851) обсерватории на Пресне, ректор Московского университета (1848–1851).



Д. М. П.
Дмитрий Матвеевич
Перевоицкий



В XIX в. Научная работа в обсерватории велась по трем классическим направлениям — астрометрия, небесная механика и гравиметрия. В конце XIX — начале XX в. стало развиваться новое направление — астрофизика. В связи с бурным развитием наблюдательной многоволновой астрономии в послевоенный период, в 1956 году, АО было переведено с мехмата на физфак. В настоящее время астрономическое отделение объединяет три кафедры: астрометрии, небесной механики и гравиметрии (зав. кафедрой — проф. В.Е. Жаров), экспериментальной астрономии (зав. кафедрой — проф. А.С. Расторгуев) и астрофизики и звездной астрономии (зав. кафедрой — проф. чл.-корр. РАН К.А. Постнов).

1. НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА.

Среди выдающихся небесных механиков, в разное время работавших на АО — Н.Д. Моисеев, Г.Н. Дубошин, Е.П. Аксенов. Современная небесная механика на АО развивается в работах проф. Н.В. Емельянова (высокоточные расчеты движения тел Солнечной системы с целью ее освоения, всемирная служба эфемерид спутников планет), проф. Б.П. Кондратьева (модели фигур равновесия для астероидов, планет и их спутников, а также для звезд и галактик, в частности двухкомпонентные эллипсоидальные модели, состоящие из каменного ядра и ледяной оболочки (Япет, Хаумеа и др., модели происхождения Луны).



Экваториальный ледяной ридж (10 км) на Япете, образованный в результате приливного захвата, торможения и эволюции ледяной оболочки (проф. Б.П. Кондратьев).



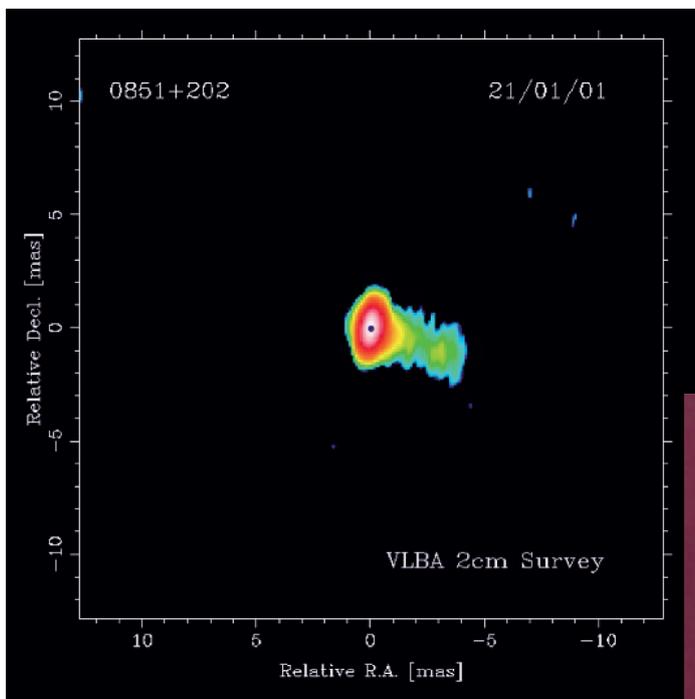
Лауреаты Государственной премии СССР (1971) за разработку методов расчета траекторий ИСЗ: Е.П. Аксенов, В.Г. Демин, Е.А. Гребеников, Г.Н. Дубошин.

2. АСТРОМЕТРИЯ.

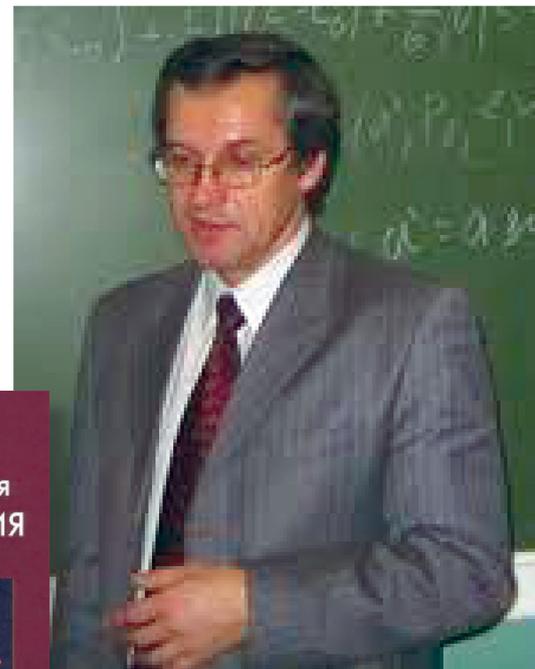
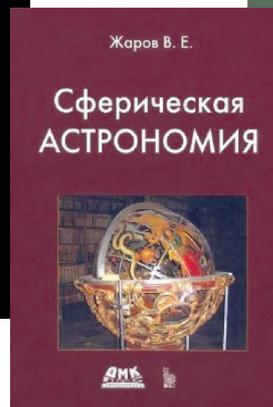
Фундаментальные астрометрические работы на АО выполнялись в разное время проф. С.Н. Блажко, С.А. Казаковым, В.В. Подобедом, В.В. Нестеровым, К.В. Куимовым. Современная высокоточная астрометрия и служба времени развивается проф. В.Е. Жаровым. Под его руководством ведутся оперативные вычисления всемирного времени UT1 (программа ARIADNA, точность ± 30 мкс). Создано программное обеспечение для коррелятора АКЦ ФИАН для обработки наблюдений на наземно-космическом интерферометре «Радиоастрон» (2011–2019), достигшем рекордного углового разрешения космических радиоисточников 14 мкс дуги.



Космический проект Радиоастрон (2011–2019)



Изображение космического радиоисточника 0851+202 с рекордным угловым разрешением 14 мкс дуги, построенное с помощью ПО ГАИШ и ФФ для коррелятора АКЦ ФИАН (проф. В.Е. Жаров).



Проф. В.Е. Жаров — премия Рене Декарта 2003 г. за построение высокоточной модели нутации земной оси.

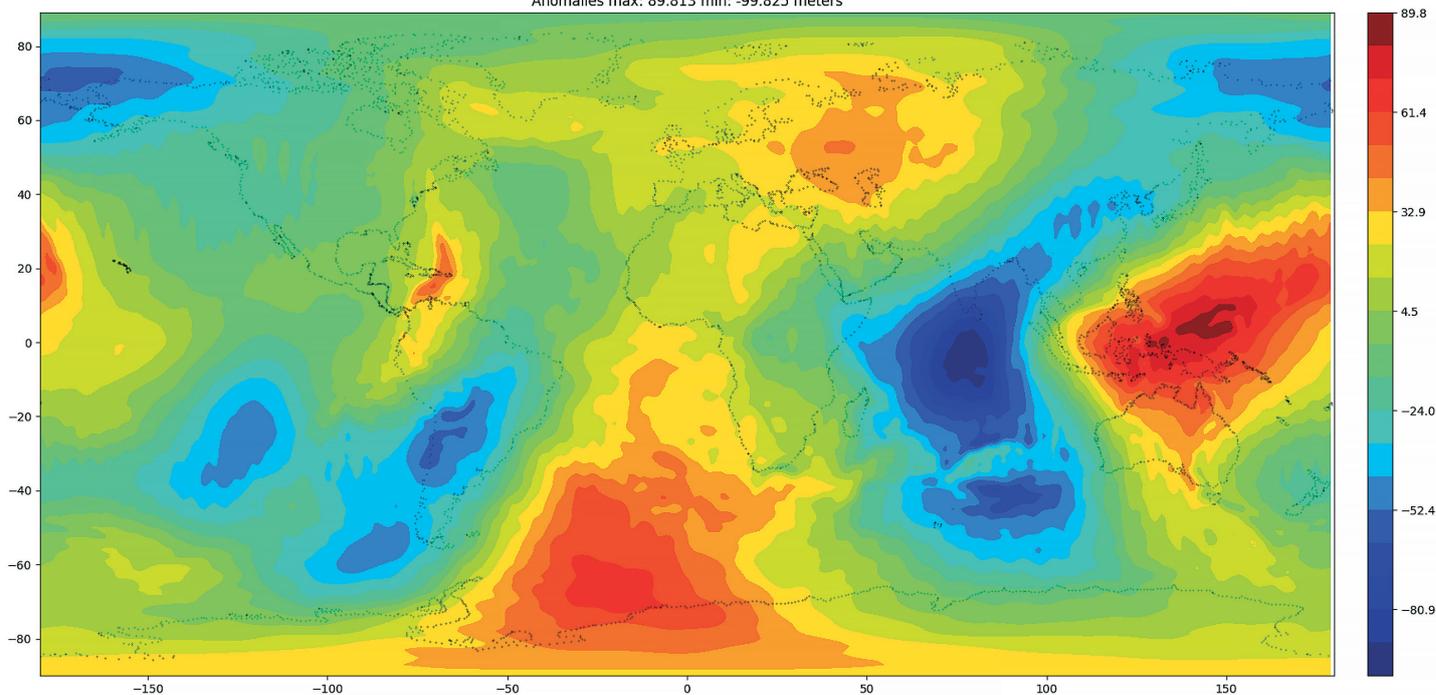
3. ГРАВИМЕТРИЯ.

Классические работы по гравиметрии, морской гравиметрии и теории фигуры Земли выполнялись на АО проф. А.А. Михайловым, Л.В. Сорокиным, М.У. Сагитовым, В.Л. Пантелеевым, Н.П. Грушинским. В настоящее время наиболее актуальными стали исследования по космической гравиметрии, возглав-

ляемые д.ф.-м.н. В.К. Милюковым. Под его руководством решена обратная задача восстановления гравитационного поля Земли до 200 гармоники по реальным данным космического эксперимента GRACE-FO. Работы по гравиметрии ведутся в тесном сотрудничестве с кафедрой физики Земли физического факультета.

Решение обратной задачи по реальным данным GRACE-FO. Восстановление ГПЗ до 200 гармоники. Аномалии показаны в высотах геоида. Данные за январь 2021 г., длительность — 20 дней (дфмн. В. К. Милюков).

Anomalies max: 89.813 min: -99.825 meters



4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ.

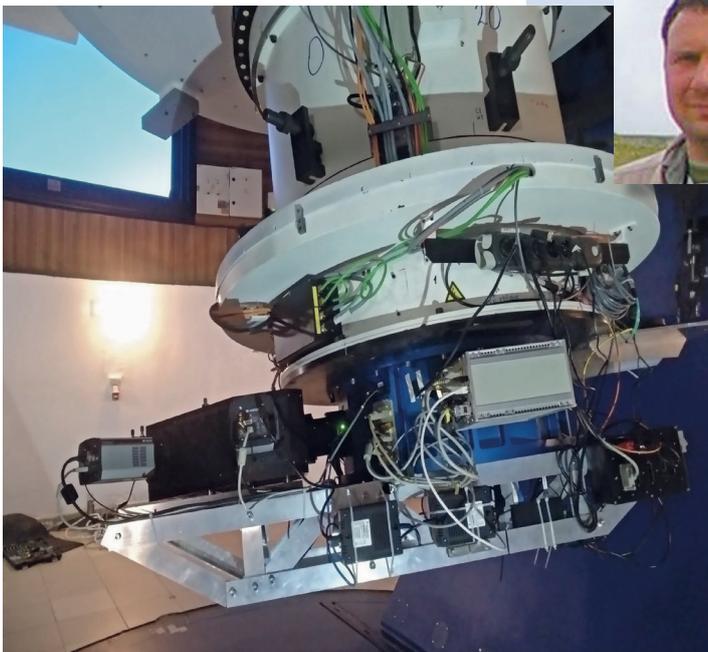
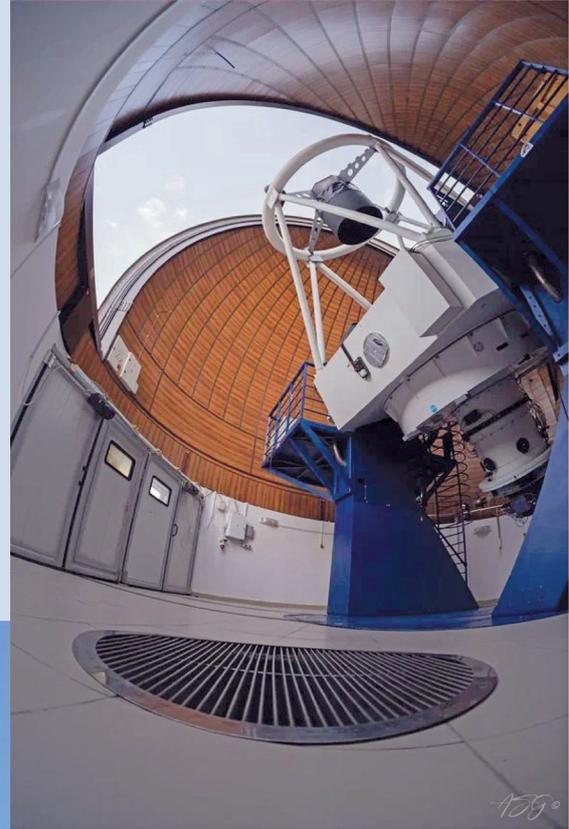
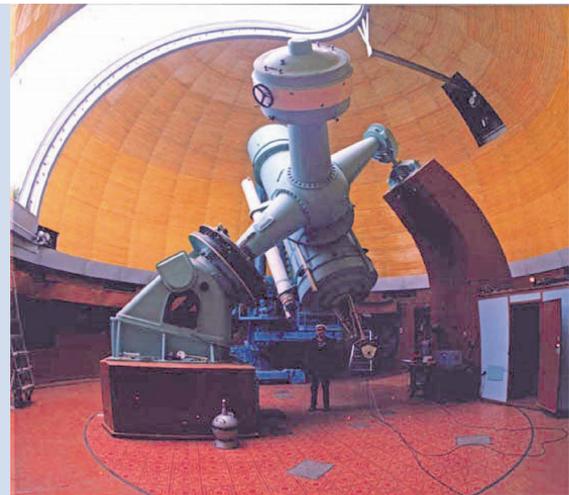
Астрономические наблюдения в МГУ получили качественно новое развитие с 1958 года после строительства Крымской астрономической станции (КАС) вблизи КрАО РАН в п. Научный (Крым) под руководством директора ГАИШ и зав. кафедрой астрофизики проф. Д.Я. Мартынова, одного из основателей отечественной научной школы изучения тесных двойных звезд. В настоящее время КАС ГАИШ МГУ обеспечивает проведение научных наблюдательных программ института, на ее базе проводится учебная практика студентов АО. Основные наблюдения в КАС ведутся на 1,25-м зеркальном телескопе имени Энгельгардта (ЗТЭ), 2 × 600-мм рефлекторах «Цейсс-600», 50-см телескопе Максутова (АЗТ5). В КАС проводится электрофотометрия и спектрофотометрия звезд, были развиты пионерские методы исследования активных ядер галактик (В.М. Лютый, Э.А. Дибай, А.М. Черепашук) ведется ИК-фотометрия звезд (В. Шенаврин, А.Э. Наджип, А.М. Татарников) и спектральный мониторинг уникальных объектов (SS433, BL Лас и др.)



Проф. Д.Я. Мартынов (1906–1989) — директор ГАИШ с 1956 по 1976 гг., создатель научной школы тесных двойных звездных систем.

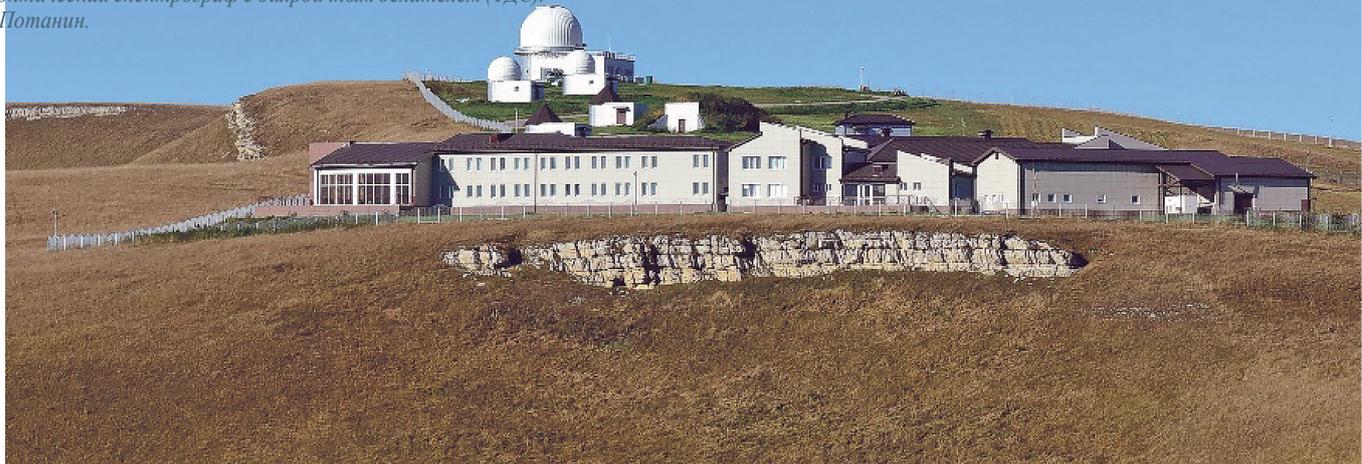
Телескоп 1.25-м ЗТЭ Крымской астрономической станции.

В 2014 году в 30 км от г. Кисловодска на высоте 2100 м вступила в строй новейшая современная астрономическая обсерватория МГУ — Кавказская горная обсерватория (КГО), созданная под руководством директора ГАИШ и зав. каф. астрофизики и звездной астрономии академика А.М. Черепашука. Она является ЦКП для всех российских астрономов. Крупнейший инструмент КГО — 2.5-м телескоп. Ключевую роль в создании и наладке телескопа сыграла группа сотрудников ГАИШ и АО под руководством доц. В.Г. Корнилова. Телескоп оснащен современными приемниками, включающими ИК-камеру ASTRONIRCAM (фотометрия и спектроскопия низкого разрешения в ЖНК-диапазоне), спекл-поляриметр для поляриметрических, спекл-интерферометрических наблюдений и быстрой фотометрии (разработка к.ф.-м.н. Б.С. Сафонова), 2-лучевой оптический спектрограф с дихроичным делителем TDS (разработка доц. С.А. Потанина). Эти инструменты стали основными приборами КГО. С 2019 г. на телескопах КГО астрономы физического факультета принимают активное участие в наземной поддержке космической рентгеновской обсерватории Спектр-Рентген-Гамма (оптические и ИК-наблюдения далеких рентгеновских квазаров, ядер галактик и скоплений галактик).



2.5-м телескоп Кавказской горной обсерватории МГУ.

*2-лучевой оптический спектрограф с дихроичным делителем (ТДС).
Доц. С.А. Потанин.*

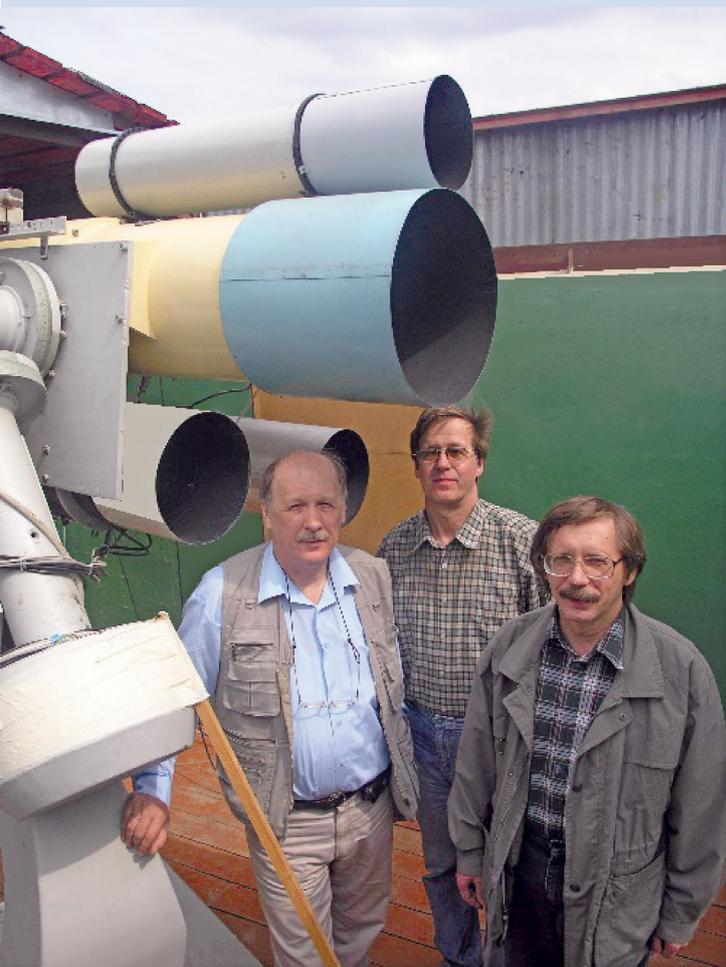


Общий вид Кавказской горной обсерватории МГУ



Глобальная сеть телескопов-роботов МАСТЕР

Первый в России телескоп-робот МАСТЕР (2002-Мобильная Астрономическая Система Телескопов-Роботов), предназначенная для наблюдений оптического излучения гамма-всплесков и поиска сверхновых звезд. Руководитель проекта — проф. В. М. Липунов



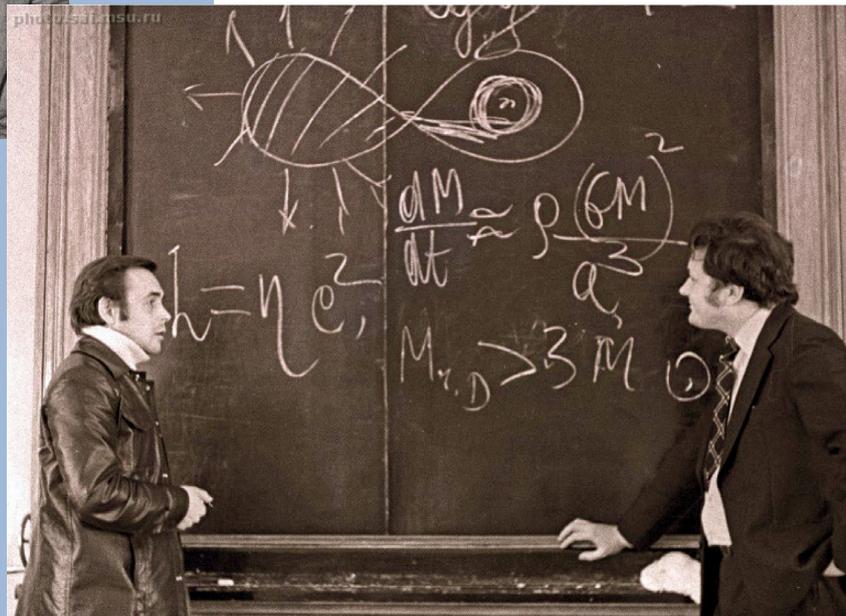
С 2010 г. на базах ГАИШ МГУ (КГО, КАС) и в других местах под руководством проф. В.М. Липунова создавалась сеть роботов-телескопов «МАСТЕР». Сеть включает действующие роботизированные телескопы диаметром 40 см, установленные на территории РФ (МАСТЕР-Таврида, МАСТЕР-Кисловодск, МАСТЕР-Тунка (совместно с Иркутским университетом в Тункинской долине) и МАСТЕР-Благовещенск (совместно с Благовещенским педагогическим университетом), а также за пределами РФ (Южная Африка, Канарские о-ва, Аргентина, Мексика). Основная задача — фотометрический широкополосный мониторинг неба для открытия и наблюдения транзиентных (вспыхивающих) космических источников в оптическом диапазоне, сопровождающих взрывные астрофизические источники (сверхновые, космические гамма-всплески, новые звезды и т.д). Ведется мониторинг переменных активных ядер и квазаров с экстремальным энерговыделением. Группа МАСТЕР участвовала в первом обнаружении оптического послесвечения от слияния двойных нейтронных звезд, зарегистрировала линейную поляризацию собственного оптического излучения космических гамма-всплесков и др.

Проф. В. М. Липунов (слева), доц. В. Г. Корнилов (справа) у первого телескопа МАСТЕР



Чл.-корр. АН СССР И. С. Шкловский с учениками. Слева направо: В. И. Мороз, В. Ф. Есипов, И. С. Шкловский, В. Г. Курт, П. В. Щеглов.

Проф. Н. И. Шакура и ак. Р. А. Сюняев — создатели теории аккреции на компактные звезды.



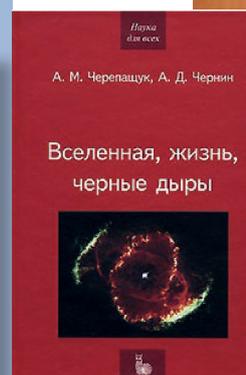
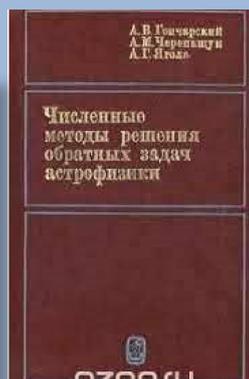
5. МНОВОВОЛНОВАЯ И МНОГОКАНАЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ.

Начиная с 1950-х гг., астрономы МГУ стояли у истоков мнововолновой астрономии (И. С. Шкловский, В. И. Мороз, В. Г. Курт, П. В. Щеглов, В. Е. Есипов, Е. Е. Лехт и др.). Мировую известность приобрела школа релятивистской астрофизики, основу которой заложили проф. А. Л. Зельманов, академик Я. Б. Зельдович, член-корр. РАН И. Д. Новиков, проф. Л. П. Гришук, проф. Н. И. Шакура. В 2016 г. за теорию аккреции на компактные звезды Н. И. Шакура был удостоен Государственной премии РФ.

Проф. Д. Я. Мартынов заложил основы современной школы изучения тесных двойных звезд. Его ученик — акад. А. М. Черепашук — лидер российской школы по звездной астрофизике. В 2008 г. он был удостоен Государственной премии РФ «...за основополагающие открытия в области физики галактик, межгалактической среды и релятивистских объектов».

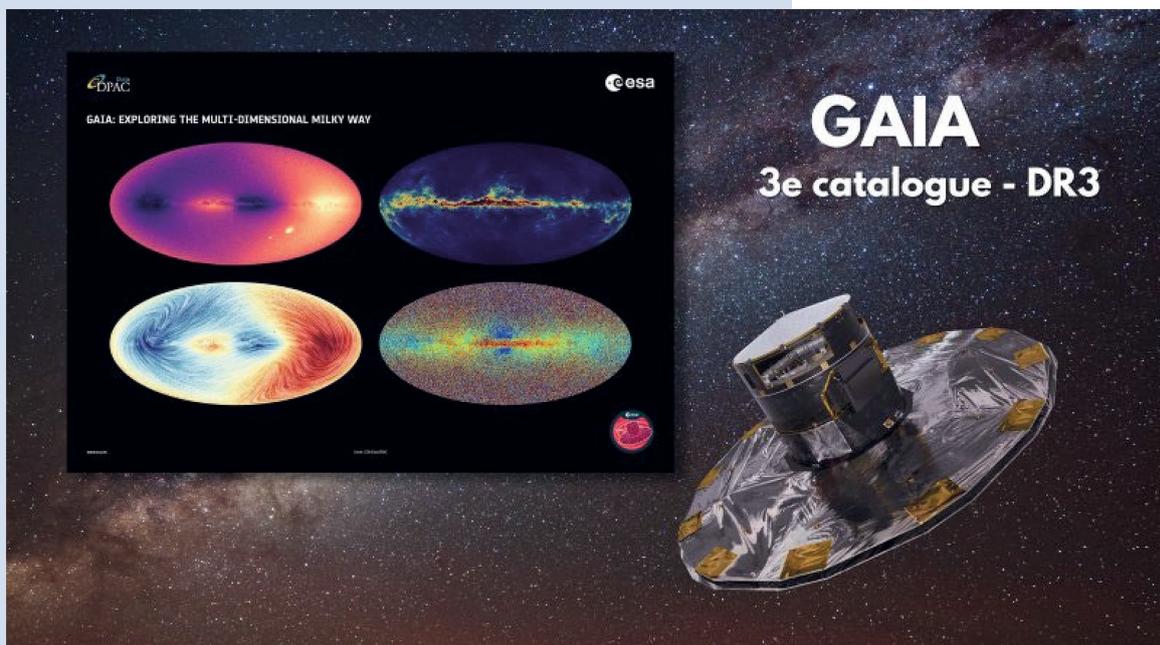


Академик А.М. Черепашук (директор ГАИШ 1986–2018) — руководитель школы по звездной астрофизике.



На АО физфака традиционно сильным направлением является звездная астрономия. Ведутся многоцветные наблюдения переменных звезд на телескопах ГАИШ и разработка классификации переменных

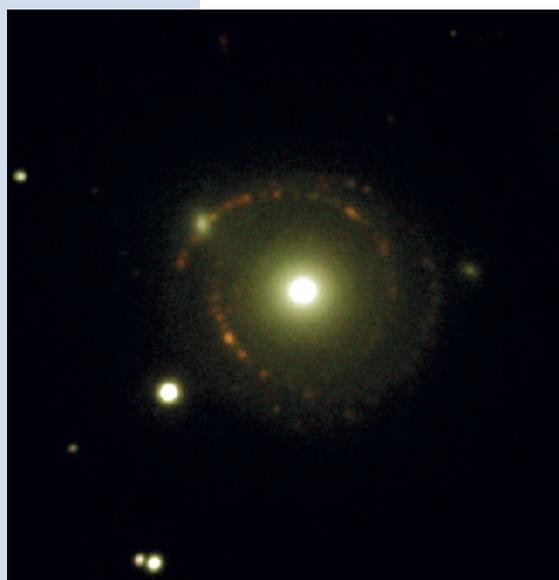
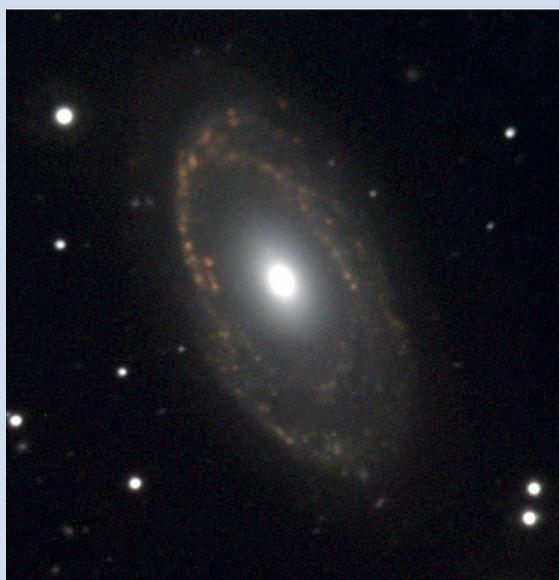
звезд. Изучаются проявления звездной эволюции: изменяемость периодов пульсирующих переменных звезд. Определяются их физические характеристики (проф. А. С. Расторгуев, доц. Е. В. Глушкова).



По результатам астрометрической миссии GAIA изучаются населеня рассеянных и шаровых звездных скоплений, уточняется шкала расстояний в Галактике (проф. А. С. Расторгуев)

Основатель школы по физике галактик — проф. Б. А. Воронцов-Вельяминов, в 1959 г. создавший первый в мире атлас и каталог взаимодействующих галактик. Традиции школы по физике галактик раз-

вивают проф. А. В. Засов и д.ф.-м.н. О. К. Сильченко, удостоенные в 2003 г. Государственной премии РФ «...за открытие новых структур в галактиках». Наблюдения галактик активно ведутся на КГО ГАИШ.



Кольцеобразные структуры и с областями звездообразования в галактиках (А. В. Засов, О. К. Сильченко). Снимки 2.5-м телескопа КГО.

Астрофизики физического факультета стояли у истоков современной многоканальной астрономии, в частности, гравитационно-волновой астрономии.

Были изучены спектры реликтовых космологических гравитационных волн (проф. Л. П. Гришук, проф. М. В. Сажин), сделано предсказание о первом

слиянии двойных черных дыр (проф. В. М. Липунов, К. А. Постнов, доц. М. Е. Прохоров). В 2019 г. под ред.

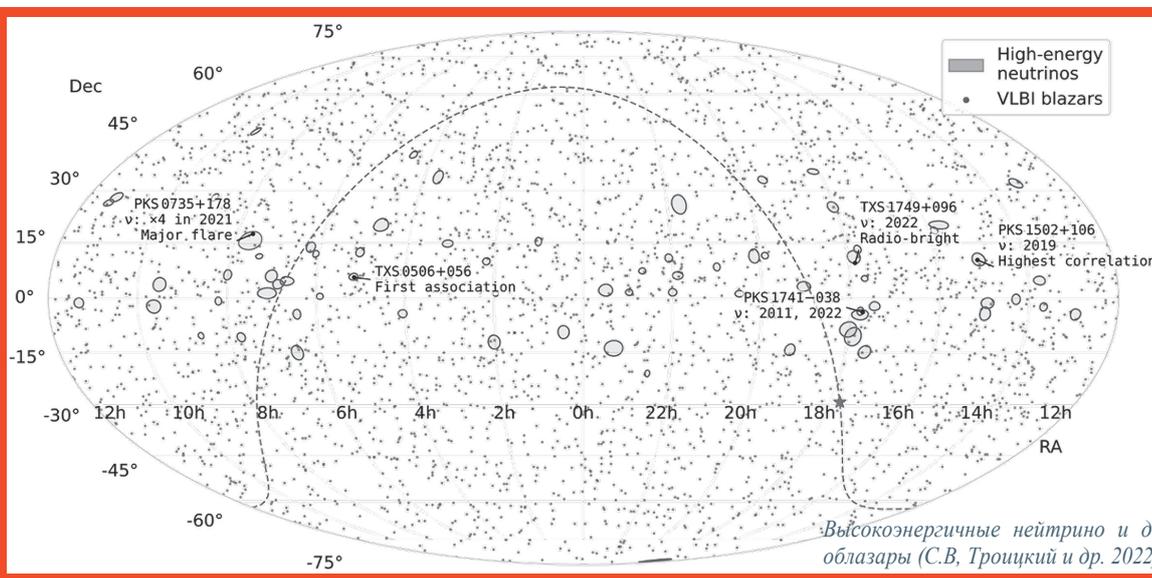
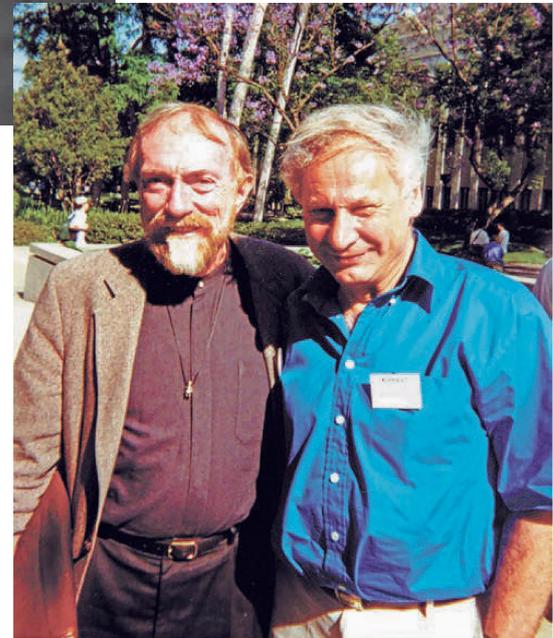
академика А. М. Черепашука была издана первая в мире монография «Многоканальная астрономия».



В.М. Липунов, Н.И. Шакура, М.Е. Прохоров, К.А. Постнов, середина 1990-х.

Астрономы физического факультета тесно сотрудничают с коллегами на кафедре физики частиц и космологии физического факультета МГУ (ак. В.А. Рубаков, ч.-к. С.В. Троицкий), в ННИЯФ МГУ и ИЯИ РАН. Активно ведутся исследования по поиску и изучению астрофизических нейтрино высоких энергий, в т. ч. на новой крупнейшей нейтринной обсерватории — установке Байкал-GVD и на астрофизическом комплексе МГУ–ИГУ ТАЙГА в Тункинской долине (руководитель — д.ф.-м.н. Л.А. Кузьмичев).

Кип Торн и Л. П. Грицук.



Высокоэнергичные нейтрино и далекие радиоблазары (С.В. Троицкий и др. 2022)

К 90-ЛЕТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

ЛАЗЕРНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ОПТИКА НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ

В.А. МАКАРОВ

В 1950 году С.И. Вавилов предсказал, что «...двойное лучепреломление, дихроизм и вращательная сила поляризации зависят от интенсивности света» [1]. Зависящее от интенсивности самовращение эллипса поляризации, усиливающееся с увеличением степени эллиптичности эллипса поляризации в падающей плоской волне и полностью исчезающее для линейно поляризованного света, впервые наблюдал Р. Терхьюн (Ford Motor Company, USA) [2] в 1964 году в среде с кубической нелинейностью. С.А. Ахманов и В.И. Жариков (физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова) в 1967 году предсказали эффект нелинейной оптической активности [3] — зависящего от интенсивности вращения плоскости поляризации линейно поляризованного света, падающего на среду с пространственной дисперсией кубической нелинейности. Эти исследования стимулировали дальнейшее развитие нелинейной поляризационной оптики в МГУ. Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные к настоящему времени, позволяют однозначно утверждать, что эффекты поляризационного самовоздействия и взаимодействия волн относятся к тонким и широко распространенным эффектам нелинейной оптики. Волна в устройствах квантовой электроники в общем случае эллиптически поляризована, степень ее эллиптичности и угол наклона главной оси эллипса поляризации могут меняться при распространении через нелинейные кристаллы, из-за отражений от гладких поверхностей, из-за дифракционных и дисперсионных эффектов. Более того, при взаимодействии световых пучков в нелинейных средах их поляризация может меняться по-разному в различных точках их поперечных сечений. В ряде случаев в эллиптически поляризованном импульсе на выходе из нелинейной среды можно указать его отдельные части, в которых степени эллиптичности эллипсов поляризации существенно различаются, при этом направление вращения вектора электрического поля происходит в них в противоположные стороны. Обширный список спектроскопических схем исследования вещества включает методы, основанные на фиксации изменения состояний поляризации волн в процессе их взаимодействия в нелинейной среде. Являясь одними из наиболее совершенных, поляри-

зационные измерения позволяют регистрировать достаточно слабые изменения степени эллиптичности и угла поворота главной оси эллипса поляризации сигнальной волны и, следовательно, получать с большой точностью спектроскопические данные недоступные другим методам исследования. Использование специально выбранных эллиптически поляризованных волн основного излучения позволяет подавлять вклады отдельных компонент локальных, нелокальных и поверхностных нелинейных восприимчивостей в интенсивность и поляризацию возникающей в эксперименте сигнальной волны.

В своем развитии нелинейная поляризационная оптика столкнулась с сингулярной оптикой, предметом изучения которой, в частности, являются точки фазовых и поляризационных сингулярностей электрического поля. Первые возникают при рассмотрении однородно поляризованного в пространстве поля и являются точками его нулевой интенсивности. В них невозможно определить фазу колебаний поля. Точки фазовой сингулярности характеризуются топологическим индексом, который равен нормированно-



Рис. 1. Четыре механизма зависящего от интенсивности поворота и деформации эллипса поляризации плоской электромагнитной волны в кристаллах высшей и средней категорий, связанные с реальными и мнимыми частями компонент тензоров локальной и нелокальной кубической восприимчивости.

му на изменение фазы колебаний поля, сосчитанному при обходе точки вокруг малого замкнутого контура, лежащего в плоскости, перпендикулярной направлению распространения излучения. Точки поляризационных сингулярностей возникают в неоднородно поляризованных гармонических световых полях, и в них неопределенной является одна из характеристик эллипса поляризации. Его параметры в общем случае непараксиальных электромагнитных полей однозначно задаются двумя скалярными и двумя векторными величинами: интенсивностью, степенью эллиптичности, зависящей от отношения длин осей эллипса поляризации, вектором нормали к плоскости эллипса и двунаправленным вектором (директором) его большой оси.

Сингулярности поляризации электромагнитного поля обладают устойчивостью к его малым возмущениям и преобразуются при его распространении по строго определенным законам. Линии тока вектора Умова-Пойнтинга вблизи точек сингулярности фазы или поляризации имеют вихревую структуру, поэтому исследование оптических сингулярностей тесно связано с разделом оптики, изучающим преобразование момента импульса (углового момента в англоязычной литературе) электромагнитного излучения (и отдельно его так называемых орбитальной и спиновой составляющих) в процессе его распространения.

Нелинейным процессам, в которых возникают или взаимодействуют сингулярности поляризации посвящено немного работ, в основном выполненных учеными МГУ. Можно отметить анализ стабилизации распространения светового пучка, содержащего сингулярность поляризации на своей оси, исследование формирования поляризационных сингулярностей в процессе распространения циркулярно поляризованного излучения в одноосном кристалле KDP, симметрия которого нарушается внешним электрическим полем, классическую для нелинейной оптики задачу генерации второй гармоники в кристалле KTP с использованием излучения с поляризационной сингулярностью. Найдено электрическое поле пучка третьей гармоники, возникающей в изотропной среде с кубической нелинейностью при распространении монохроматического светового пучка, содержащего сингулярность поляризации произвольного типа. Установлена связь характеристик — точек в основном и сигнальном пучках и влияние расстройки волновых векторов на форму — линий (линий циркулярной поляризации) в пучке на утроенной частоте. Особый интерес с точки зрения сингулярной поляризационной оптики представляют среды с нелокальным нелинейно-оптическим откликом, исключительно чувствительным к состоянию поляризации распространяющегося в них света. Теоретически предсказано формирование в таких средах неоднородно поляризованных световых пучков даже в том случае, когда пучки основного излучения имеют гауссов поперечный профиль и однородную поляризацию.

В последнее время исследована специфика протекания некоторых нелинейных оптических процессов с участием пучков с сингулярностями поляризации в этих средах. Определены области значений степеней эллиптичности соосно распространяющихся в объеме изотропной гиротропной среды однородно поляризованных импульсов основного излучения, при которых изменение угла между главными осями этих эллипсов определяет значение суммарного топологического индекса сингулярностей круговой поляризации в возникающем в объеме среды импульсе на суммарной частоте. Установлено, что при распространении в объеме изотропной гиротропной среды с пространственной дисперсией квадратичной нелинейности светового пучка, поперечная структура которого состоит из соосных левополяризованной гауссовой моды и двух правополяризованных лаггер-гауссовых мод первого порядка, модуль степени эллиптичности эллипса поляризации возникающего излучения на удвоенной частоте равен модулю параметра изотропии сингулярности поляризации, находящейся на оси, вдоль которой распространяется импульс основного излучения. Ярким примером эксперимента в таких средах было обнаружение интерференция процессов трехволнового и пятиволнового смешения при генерации второй гармоники фемтосекундными лазерными импульсами. Получены аналитические выражения для степени эллиптичности гауссового пучка, нормально падающего на поверхность изотропной гиротропной среды с пространственной дисперсией квадратичной нелинейности, при которых в любом поперечном сечении отраженного пучка на удвоенной частоте присутствует линия сингулярности поляризации. Показано, что если пучок основного излучения, нормально

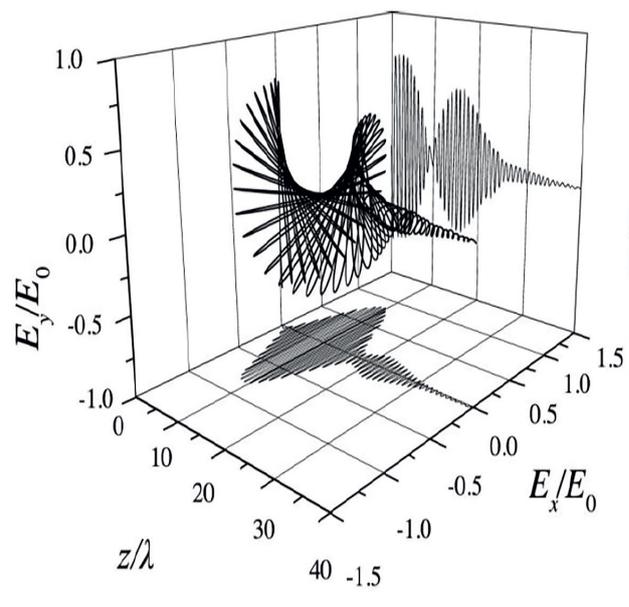


Рис. 2. Годограф электрического поля ультракороткого неоднородно поляризованного импульса.

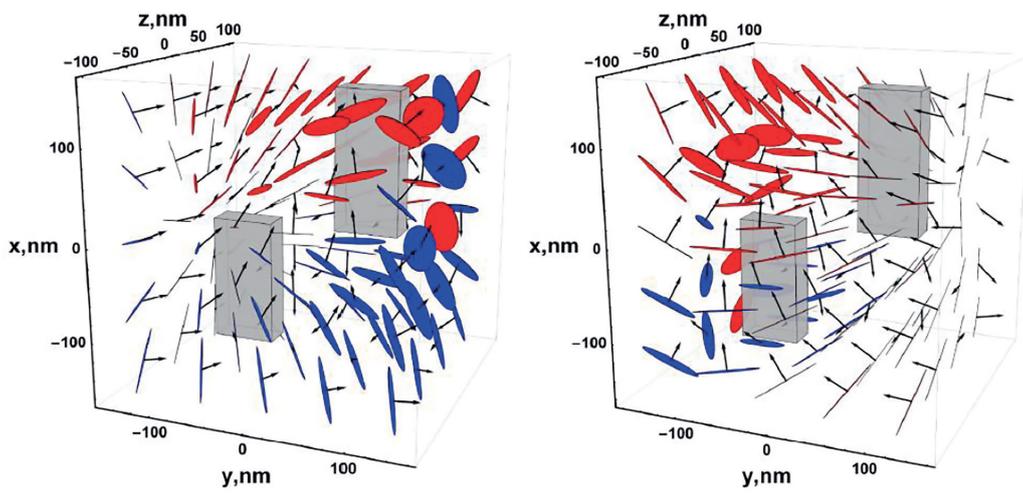


Рис. 3. Распределение эллипсов поляризации внутри метаматериала, базовым элементом которого является металлическая пластинка, имеющая форму параллелепипеда.

падающий на границу изотропной гиротропной среды с пространственной дисперсией квадратичной нелинейности, содержит уединенную сингулярность поляризации на своей оси, то количество и суммарный топологический индекс сингулярностей поляризации в отраженном пучке на удвоенной частоте определяется отсутствием или наличием нелинейного отклика приповерхностного слоя среды. Установлено, что распространение гауссова светового пучка, имеющего однородную эллиптическую поляризацию на границе среды с электронным или ориентационным характером кубического по полю нелинейного отклика, может сопровождаться образованием замкнутых линий сингулярности круговой поляризации, лежащих в плоскостях перпендикулярных оси пучка. Продемонстрировано, что при самофокусировке эллиптически поляризованного гауссова пучка в изотропной фазе нематического жидкого кристалла вблизи температуры перехода в мезофазу сингулярности поляризации его электрического поля рождаются в толще жидкого

кристалла практически при любой поляризации падающего излучения. Список работ сотрудников физического факультета МГУ, где опубликованы эти результаты, читатель может найти в [4–5] и мини-обзоре [6].

В последнее десятилетие наблюдается стремительное возрастание интереса к непараксиальным световым полям, возникающим, к примеру, в задачах взаимодействия света с объектами субволновых масштабов или при его жесткой фокусировке. Описание состояния поляризации таких полей, равно как и изучение поляризационных сингулярностей, представляет собой принципиально новую, качественно более сложную по сравнению с параксиальной оптикой, задачу, к настоящему моменту до конца не решенную. В частности, в литературе описан ряд нетривиальных топологических структур, образуемых эллипсами поляризации в пространстве вблизи С-линий (конусы, спирали, ленты Мёбиуса и т.д.), некоторые из которых были зарегистрированы эксперименталь-

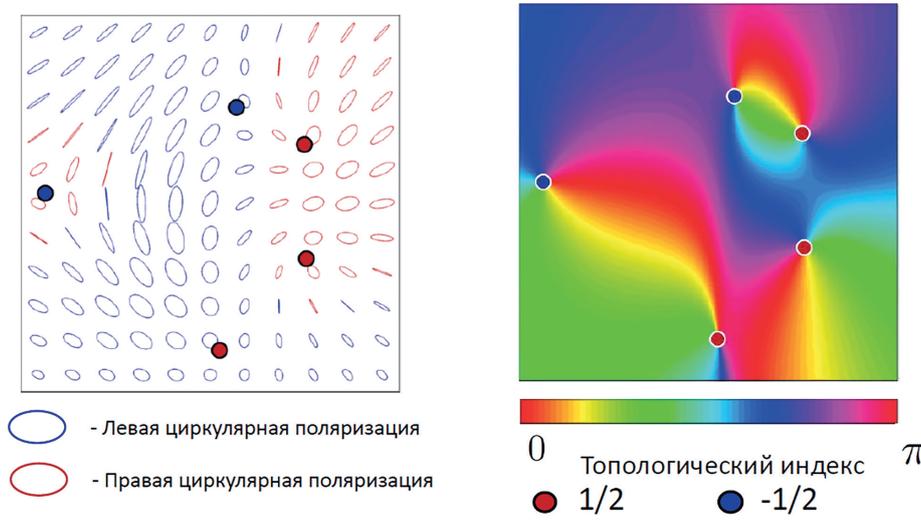


Рис. 4. Эллипсы поляризации в поперечном сечении лазерного пучка на выходе из нелинейной среды и распределение угла поворота главной оси эллипса поляризации вблизи С-точек сингулярности электрического поля.

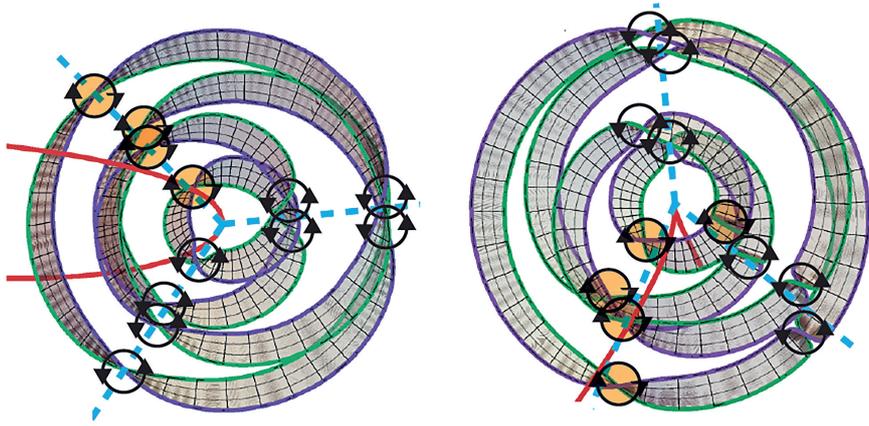


Рис.5. Сплетенные ленты поляризации, образуемые проекцией директора большой оси эллипса поляризации светового поля на плоскость, ортогональную направлению обхода контура построения, в случае рассеяния монохроматической волны металлическим наносфероидом. Красным цветом изображена сцепленная с лентой С-линия.

но. На кафедре Общей физики и волновых процессов впервые исследованы ленты, заметаемые векторами, характеризующими эллипс поляризации непараксиального электрического поля световой волны, рассеянной кремниевой сферой субволнового размера, при обходе различных точек пространства по замкнутым плоским контурам. Обнаружены ленты с коэффициентами зацепления 0 , $\pm 1/2$ и ± 1 , топология которых зависит не только от наличия или отсутствия в рассматриваемой области пространства точек сингулярности вектора напряженности электрического поля, но и от ориентаций используемых для их нахождения плоскостей контуров, относительно выделенных направлений векторов, характеризующих поляризацию рассеянного излучения. Топологическое различие лент, неустранимое при помощи их гладкой деформации, обнаружено только у лент осей эллипса поляризации, построенных вокруг C -точек. Ленты характеризующих эллипс поляризации векторов, прослеженные вдоль одного и того же контура, могут иметь различные значения коэффициентов зацепления. В настоящее время не обнаружено однозначной связи между значениями коэффициента зацепления для лент, заметаемых большой и малой осями эллипса поляризации вдоль одного и того же не самопересекающегося контура произвольной формы, охватывающего C -линию. Также не выявлено явной связи между коэффициентами зацепления для нетривиальных лент и индексами изотропии точек C -линии, около которой они построены. Всё это указывает, что коэффициенты зацепления лент векторов поляризации электрического поля являются отдельными характеристиками пространственной топологии векторной структуры электрического поля рассеянной волны.

Интерес представляют также разновидности топологии линий сингулярности поляризации электрического поля электромагнитного излучения, отраженного от параболического зеркала при падении на него эллиптически поляризованных Гауссова и Лагерр-Гауссова пучков, а также двух разновидностей пучка Пуанкаре. В результате их острой фокусировки в от-

раженном зеркалом излучении возникают торические узлы и зацепления линий сингулярности поляризации различного типа.

До сих пор нет объяснение причин возникновения нетривиальных топологических структур, образуемых эллипсами поляризации в пространстве вблизи C -линий, равно как и не показана связь их характеристик с параметрами электромагнитного поля. При этом существующие отдельные попытки описания этих структур весьма трудно согласовать друг с другом. Несмотря на то, что практическая значимость установления причин такого поведения непараксиального электромагнитного поля в настоящее время не очевидна, научную значимость их нахождения и исследования трудно переоценить. Появление таких особенностей в классической электродинамике сплошных сред явно сигнализирует о том, что существующая теория может быть неточной или неполной. Иными словами, сам факт их существования бросает вызов теоретикам.

1. Вавилов С.И. Микроструктура света. Исследования и очерки (М.: АН СССР 1950)

2. Maker P.D, Terhune R.W., Savage S.M. Phys. Rev. Lett., 12, 507 (1964).

3. Ахманов С.А., Жариков В.И. Письма в ЖЭТФ, 6 644 (1967).

4. Григорьев К.С., Макаров В.А. Письма в ЖЭТФ, 109, 666 (2019).

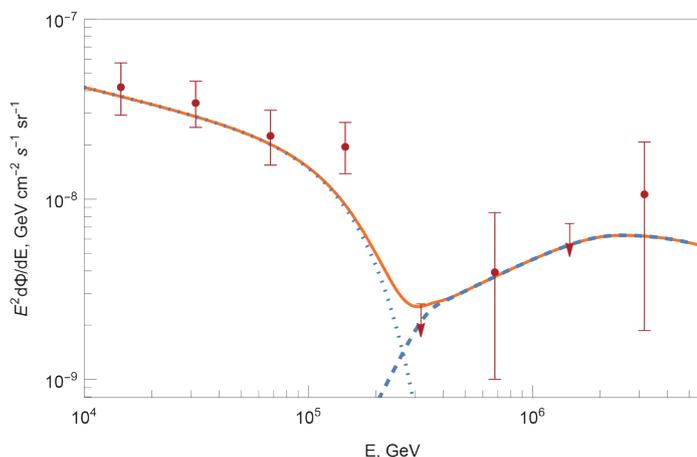
5. Grigoriev K.S., Makarov V.A.. Quantum Electronics, 52, 247 (2022).

6. Makarov V.A. Nonlinear Optics with Elliptically Polarized Singular Beams and Short Pulses in Media with Spatial Dispersion. // In Quantum Photonics: Pioneering Advances and Emerging Applications, Springer Series in Optical Sciences, 217, pp. 317–384, 2019.

ПОТОКИ НЕЙТРИНО РАЗНЫХ АРОМАТОВ — ВОЗМОЖНЫЙ КЛЮЧ К ПОИСКУ ИСТОЧНИКОВ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Нейтринная обсерватория IceCube расположена в Антарктиде глубоко в толще льда. Специальная система регистрирует спектры нейтрино различных ароматов. Название связано с тем, что объем детектора составляет один кубический километр, однако и при таком размере полученные на данный момент результаты содержат существенные неточности. Одна из загадок, поставленных этими результатами перед астрофизиками, состоит в том, что (возможно!) нейтрино различных ароматов — электронные, мюонные и тау — имеют различные спектры. Если данное предположение подтвердится в будущем, то это будет свидетельствовать о том, что потенциальные источники нейтрино функционируют в различных физических режимах, соответствующих магнитным полям различной силы. Авторы с кафедры физики частиц и космологии физического факультета Кирилл Рябцев (студент четвертого курса) и Сергей Троицкий (заведующий кафедрой) приняли данное физическое предположение и построили модель популяции сверхмассивных черных дыр в центрах галактик, рождающиеся рядом с которыми нейтрино объясняют потоки нейтрино различных ароматов, наблюдаемые IceCube [1]. Исходной точкой было выполнение курсовой работы на втором курсе. Результаты опубликованы в ведущем международном журнале, доклад Кирилла отмечен наградой на международной конференции.

Экспериментальные установки, детектирующие нейтрино высоких энергий из космоса (IceCube, Байкал-ГВД, KM3NeT), регистрируют события двух типов — треки и каскады. Разница в спектрах треков и каскадов, наблюдаемая IceCube, может быть объяснена зависящим от энергии соотношением нейтрино разных ароматов — каскады создаются в основном электронными и тау-нейтрино, а треки — мюонными. Однако условия, при которых ароматовый состав меняется при наблюдаемых энергиях, могут существовать лишь в редких астрофизических источниках, в которых могут рождаться нейтрино. Для этого требуется очень большое магнитное поле, в котором мюоны теряют свою энергию быстрее, чем распадаются. Для обсуждаемых энергий это десятки килогауссов, что может достигаться в источниках космических гамма-всплесков и в непосредственных окрестностях сверхмассивных черных дыр. Нейтринные события не совпадают по времени с регистрируемыми гамма-всплесками, поэтому в центре внимания работы оказались магнитосферы черных дыр.



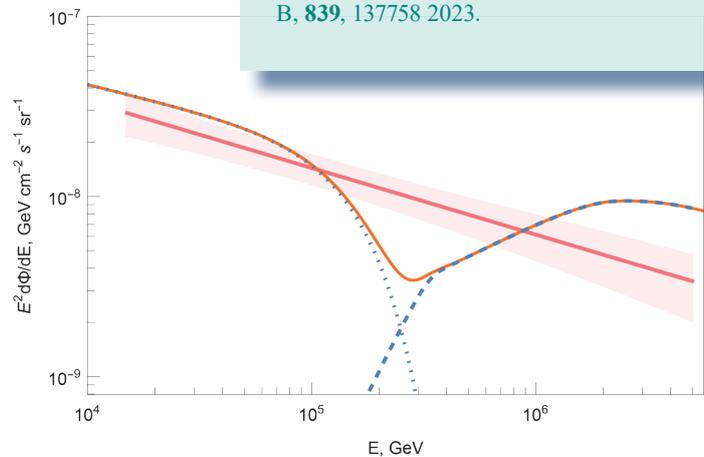
Сопоставление суммы спектров электронных и тау-нейтрино IceCube (точки с погрешностями) и полученных авторами (непрерывная линия).

Была построена модель популяции черных дыр, распределенных по всей Вселенной, в магнитосферах которых происходит рождение и ускорение заряженных частиц и последующее испускание нейтрино. Рассматривались черные дыры различных масс, с разными светимостями аккрецирующего вещества, расположенные на различных расстояниях от нас. Учитывались известные из наблюдений функции распределения черных дыр по этим параметрам. С учетом моделей ускорения протонов и рождения нейтрино в магнитосферах черных дыр производилось суммирование спектров нейтрино от всей популяции источников с учетом разных ароматов. Сравнение с наблюдательными данными IceCube в предположении двух популяций источников — стандартной при низких энергиях и изученной в этой работе при высоких — показало, что эта модель может описать как спектр, так и ароматовый состав зарегистрированных нейтрино, устранив против-

речия, возникающие в обычных моделях (представлено на иллюстрациях).

Изучение спектров нейтрино разных ароматов служит полезным инструментом для понимания происхождения астрофизических нейтрино. В большинстве наиболее популярных астрофизических моделей на Землю приходят одинаковые потоки электронных, мюонных и тау-нейтрино. В этой работе авторы впервые использовали возможное отклонение от этого равномерного распределения и показали, что есть астрофизические модели, которые предсказывают именно такое поведение. Предложенный авторами сценарий может быть проверен в будущем по мере накопления данных работающими нейтринными обсерваториями (IceCube, Байкал-ГВД, KM3NeT) и создания нейтринных обсерваторий нового поколения (например, IceCube-Gen2).

“Energy-dependent flavor ratios, cascade/track spectrum tension and high-energy neutrinos from magnetospheres of supermassive black holes”. K. Riabtsev, S. Troitsky. *Physics Letters B*, **839**, 137758 2023.



Сопоставление спектров мюонных нейтрино IceCube (точки с погрешностями) и полученных авторами (непрерывная линия).

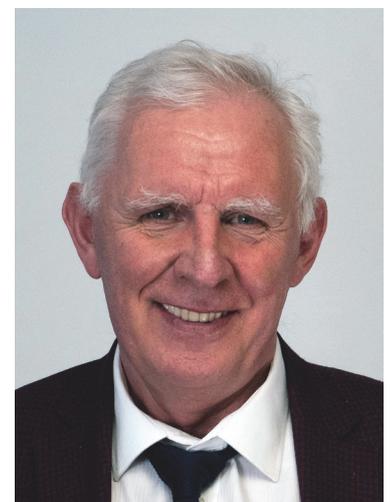
РЕДУКЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Несмотря на широкое распространение компьютерной томографии для оценки внутренней структуры образца, задачи улучшения качества полученных изображений изучаемых структур до сих пор остаются предметом внимания исследователей. Наличие артефактов и недостаточная резкость восстановленного изображения может служить причиной ошибочных решений в медицинской диагностике, при анализе структуры геологических кернов и других аналогичных задачах.

В работе [1], развивающей более ранние работы, предложены новые методы решения этой проблемы, основанные на теории измерительно-вы-



Дмитрий Александрович Балакин



Алексей Иванович Чуличков

Рис. 1. Восстановленные локальным методом редукции изображения (846×846 пикселей) пространственного распределения коэффициента поглощения излучения зубом при изменении размера окна обработки (слева направо: 3×3, 5×5 и 7×7 пикселей). Вставка с увеличением показывает изменение резкости.

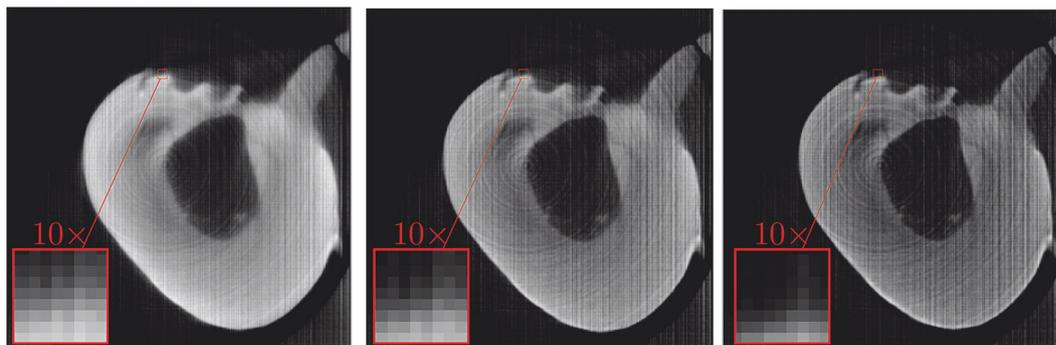
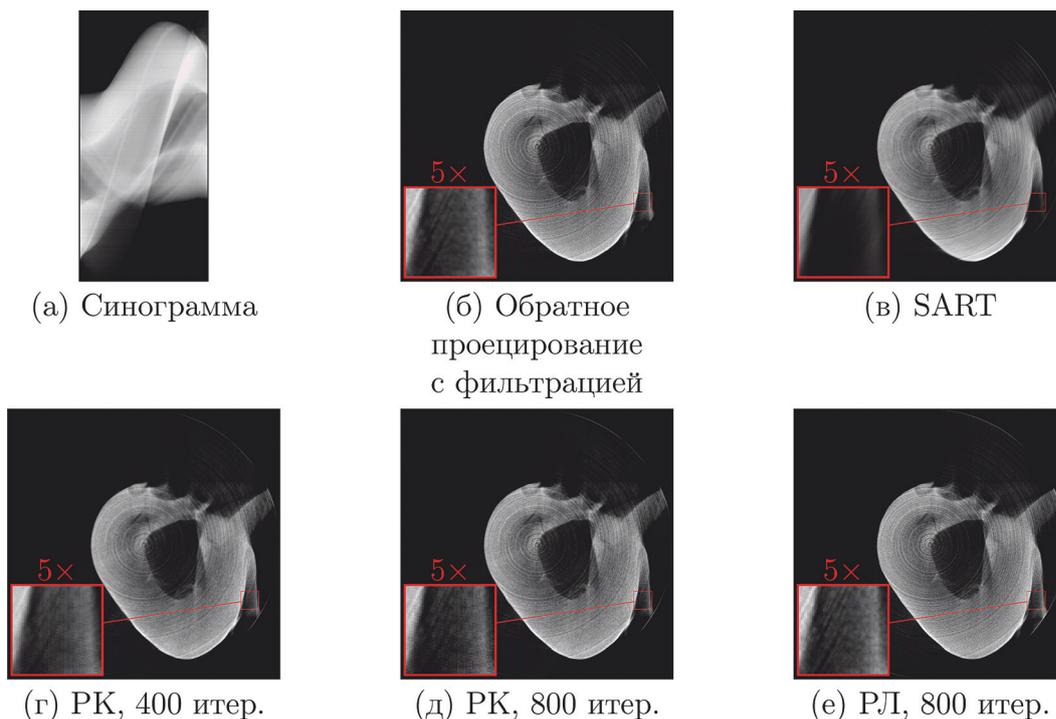


Рис. 2. Синограмма зуба (846 датчиков, 400 углов проецирования) и его изображения, восстановленные известными методами (обратное проецирование с фильтрацией прямоугольным фильтром и SART) и предлагаемым вариантом редукции измерения с использованием итеративных методов Качмажа (ПК; показано изменение при увеличении числа итераций) и Ландвебера (РЛ).



(а) Синограмма

(б) Обратное проецирование с фильтрацией

(в) SART

(г) ПК, 400 итер.

(д) ПК, 800 итер.

(е) РЛ, 800 итер.

числительных систем и на сужении класса восстанавливаемых изображений за счет информации, не приводящей к возникновению артефактов. Примером такой информации служит неотрицательность яркостей. Необходимость разработки особых методов обусловлена такими особенностями компьютерной томографии, как большой размер изображения, особая структура линейного оператора преобразования Радона и то, что часто число углов поворота системы датчиков меньше, чем размер в пикселях восстанавливаемого изображения, вследствие чего задача интерпретации оказывается недоопределенной. Поэтому решению этой задачи методом редукции измерений с применением прямых численных методов свойственны проблемы, обусловленные большим размером матриц оператора, моделирующего формирование измерений и особенно ковариационного оператора

погрешности формируемой оценки, что негативно влияет на быстродействие и требуемый объем памяти. В первом методе, рассмотренном в работе, использован локальный подход, а именно, коррекция результата обратного проецирования при помощи локально (в смысле формируемого изображения; увеличение размеров окна обработки увеличивает резкость, но уменьшает скорости работы алгоритма) оптимального линейного преобразования с последующей коррекцией отрицательных компонент формируемого изображения при учете корреляционных связей компонент. Второй метод включает в себя комбинирование оценки линейной минимаксной редукции, при формировании которой не используется какая-либо дополнительная информация об объекте исследования, с фиктивной оценкой и проецирование на множество неотрицательных изображений

"Measurement reduction methods for processing tomographic images". Chulichkov A.I., Balakin D.A. Sensors. 23, no. 2. P. 563, 2023.

при использовании итеративных алгоритмов, основанных на численном методе Качмажа и на численном методе Ландвебера решения систем линейных уравнений, показано преимущество первого варианта. В итоге разработанные методы не требуют обращения матриц большого размера, исключая матрицу ковариаций погрешности измерений, которая часто диагональна или разрежена.

Проецирование на множество неотрицательных изображений легко может быть заменено на проецирование на множество,

соответствующее более «богатой» информации об объекте. Примером такой информации служит информация, что объект состоит из ограниченного числа материалов, вследствие чего пиксели восстанавливаемого изображения могут принимать лишь значения, принадлежащие дискретному набору, аналогично методу дискретного алгебраического восстановления (DART).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-09044.

Кафедра физики ускорителей и радиационной медицины



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В РАДИОТЕРАПИИ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Последние десятилетия отмечены интенсивным развитием методов ядерной физики и радиационно-физических технологий в области медицинской визуализации различной патологии. Одной из таких технологий является диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) магнитно-резонансной томографии (МРТ). ДВИ демонстрируют диффузионную способность молекул воды исследуемого объекта: если броуновское движение молекул воды относительно неограниченно (например, в области спинномозговой жидкости, отёка) во всех направлениях, то диффузия является изотропной, а на изображении наблюдается гиперинтенсивный сигнал; если же присутствует ограничение диффузии (например, опухоли головного мозга, нервные волокна, сосудистые структуры) в одном или нескольких направлениях, то диффузия становится анизотропной, а сигнал гипоинтенсивным. Таким образом, различная степень ограничения диффузии молекул воды является источником контрастности данного вида изображения и позволяет существенно уточнить границы облучаемой мишени и окружающих её радиочувствительных структур.

"Diffusion MRI: modeling and processing of images for planning of intracranial pathology radiotherapy". Pomezova K.A., Gorlachev G.E., Chernyaev A.P., Golanov A.V. Radiotherapy and Oncology. **181**. P. S40. 2023.

Суть статьи: предложены новые физико-математические подходы к восстановлению искажённых диффузионно-взвешенных изображений МРТ, позволяющие повысить эффективность, точность и безопасность применения радиотерапии у пациентов с опухолями головного мозга.

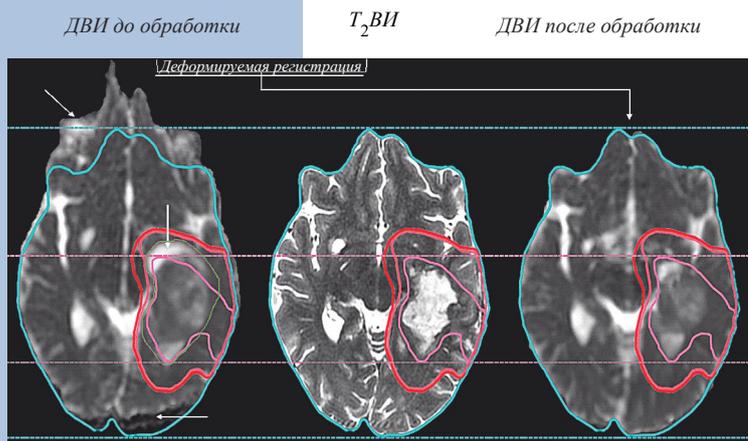


Рис. 1. Пример восстановления геометрии ДВИ (измеряемый коэффициент диффузии) методом деформируемой регистрации в случае лучевой терапии пациента с глиобластомой.

Примечание: Красный, оранжевый и розовый контуры относятся к мишени облучения, голубой контур — головной мозг, зелёный пиксель — область опухоли по ДВИ до восстановления геометрии. На левом изображении (до обработки) отмечается, что мозговое вещество не согласуется с обозначенным контуром, выходит за его пределы, область мишени простирается шире по сравнению с морфологической серией (T2WI).

Однако в связи сохраняющимися техническими сложностями использования ДВИ в планировании радиотерапии, актуальной является разработка методик физико-математической обработки с целью повышения эффективности и безопасности применения радиотерапии у пациентов с патологией головного мозга.

Статья описывает реализацию и клиническую апробацию следующих подходов: коррекция пространственных искажений ДВИ, вызванных неоднородностью постоянного магнитного поля (рис. 1); одновременное проведение коррекции искажений интенсивности ДВИ вследствие неоднородности радиочастотного поля и сегментации головного мозга на типы тканей; выделение контуров мишени облучения с использованием алгоритма k-средних; вероятностная трактография (трёхмерная реконструкция волокон белого вещества головного мозга) на основе преобразования Хафа. Было показано, что описываемые подходы позволяют восстановить интенсивность изображения и геометрию облучения, а также эффективно оптимизировать нагрузки на нормальные ткани.

НОВЫЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЛУЧЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

"Estimation of doses absorbed by potato tubers under electron beam or X-ray irradiation using an optical fingerprinting strategy". A.V. Shik, E.V. Skorobogatov, U.A. Bliznyuk, A.P. Chernyaev et al. // Food Chemistry. **414**, 135668. (2023)

Суть статьи: разработана методика, основанная на использовании флуориметрического метода «отпечатков пальцев», позволяющая различать образцы продуктов питания, подвергшихся радиационной обработке, и необлученные образцы продукции.

По данным Роспотребнадзора, в связи с возрастающим интересом применения радиационных технологий в области пищевой промышленности в мире, остро стоит проблема идентификации факта незадекларированной радиационной обработки как экспортируемых из-за рубежа продуктов питания, так и произведенных на территории Российской Федерации. В связи с этим актуальным является поиск биохимических маркеров в различных категориях пищевой продукции с использованием апробированных методик физико-химического анализа, а также разработка новых методов выявления химических изменений в продуктах питания после воздействия ионизирующим излучением.

Ученые физического и химического факультетов МГУ использовали флуориметрический метод «отпечатков пальцев» для различения клубней картофеля, прошедших радиационную обработку в различных дозах, и клубней, не подвергавшихся воздействию ионизирующим излучением. Различие в химическом составе облученных и необлученных клубней определялось путем анализа спектров поглощения и интенсивности флуоресценции экстрактов картофеля при добавлении специально синтезированных красителей-флуорофоров, вступающих в индикаторные реакции с химическими соединениями, возникающими в продукте после воздействия излучения (рис. 1).

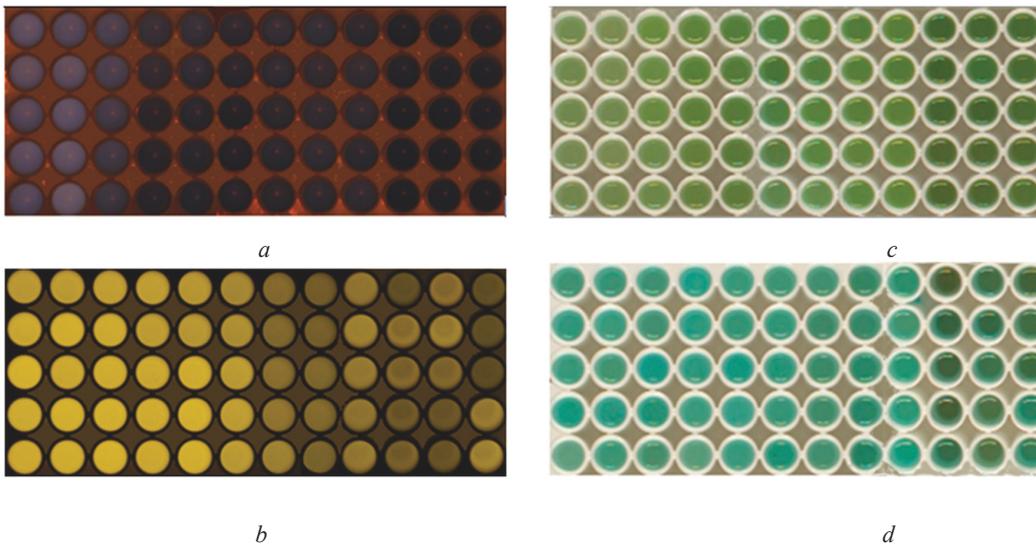


Рис. 1. Примеры фотографий планшета с экстрактами картофеля, полученного из облученных и необлученных ускоренными электронами клубней, после добавления в экстракты красителей-флуорофоров, полученные в инфракрасном диапазоне (a, b) и в видимом диапазоне (c, d).

Получено, что с использованием флуориметрического метода «отпечатков пальцев» вероятность различения образцов картофеля различных сортов, облученных рентгеновским излучением или ускоренными электронами в дозах от 10 Гр до 10 кГр, составляет от 80 до 100 % в зависимости от количества сортов и типа излучения (рис. 2). Данный метод универсален и может быть применим к другим типам продукции при подборе соответствующих красителей-флуорофоров.

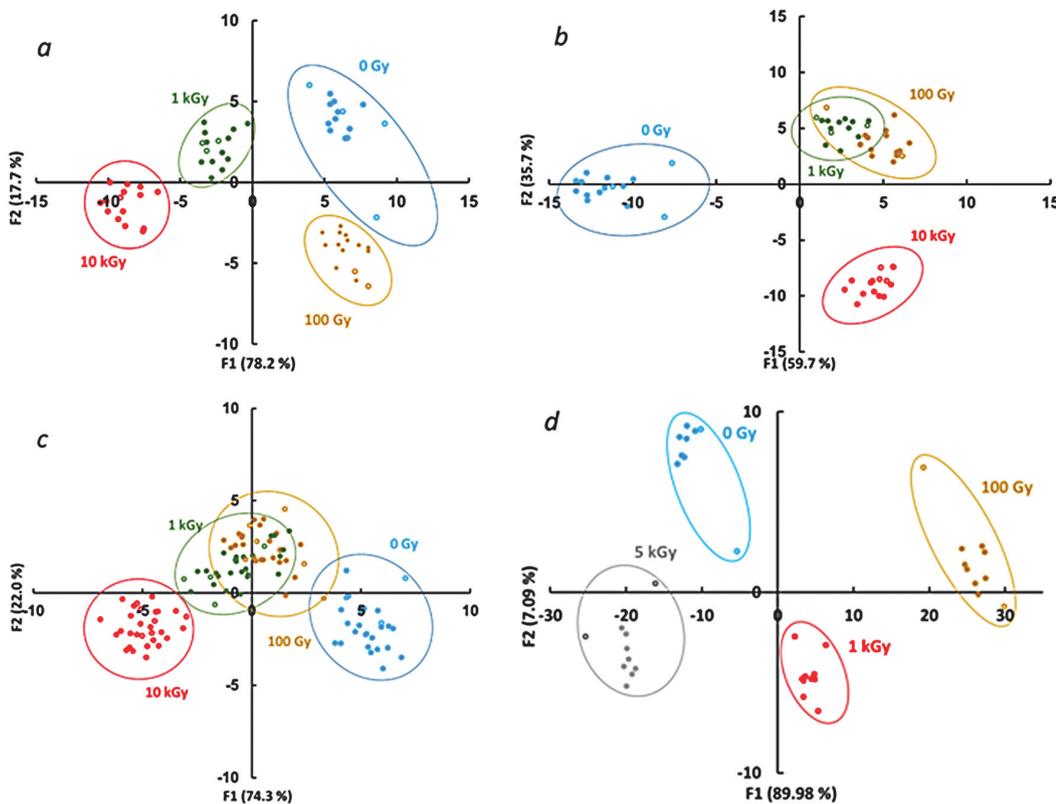


Рис. 2. Результаты линейного дискриминантного анализа различения необлученных и облученных в различных дозах образцов картофеля. Графики а–с соответствуют облучению картофеля ускоренными электронами в дозах 10 Гр, 100 Гр, 1000 Гр и 10000 Гр; а — сорт картофеля Лина, b — сорт картофеля Агата, c — сорта картофеля Лина и Агата. График d соответствует облучению картофеля сорта Агата рентгеновским излучением в дозах 100 Гр, 1000 Гр и 5000 Гр.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Физики МГУ совместно с учеными из университета Сириуса, МФТИ и Института материаловедения Мюлуза (Франция) исследовали фундаментальные свойства гиалуроновой кислоты в растворах ионов с помощью новой методики на основе атомно-силовой микроскопии (АСМ). Результаты работы приносят новый взгляд на конформацию и механические свойства гиалуроновой кислоты на масштабе отдельных молекул.

Гиалуроновая кислота — распространенное в природе вещество. Она практически не изменялась в процессе эволюции, в частности, у человека и бактерий она похожа. Поэтому гиалуроновая кислота не вызывает иммунной реакции, то есть является биосовместимой. У человека она входит в состав кожи, пуповины, синовиальной жидкости, стекловидного тела глаза и других тканей и органов. Гиалуроновая кислота оказывает ряд терапевтических эффектов и поэтому используется при лечении зубов, глаз, кожи, сердечно-сосудистой системы. Также ее используют в качестве импланта в эстетической медицине.

Недостаток таких методов — невозможность изучения поведения отдельных молекул. Авторы статьи развили подходы для исследования отдельных молекул гиалуроновой кислоты с помощью атомно-силовой микроскопии. В частности, они разработали методику иммобилизации молекул гиалуроновой кислоты на модифицированную поверхность графита и определили персистентную длину этого биополимера в различном ионном окружении. Персистентная длина — одна из фундаментальных характеристик молекулы полимера, длина примерно прямолинейного ее участка. Она напрямую связана с размером и гибкостью макромолекулы. Для ее определения ученые анализировали контуры молекул гиалуроновой кислоты на АСМ-изображениях.

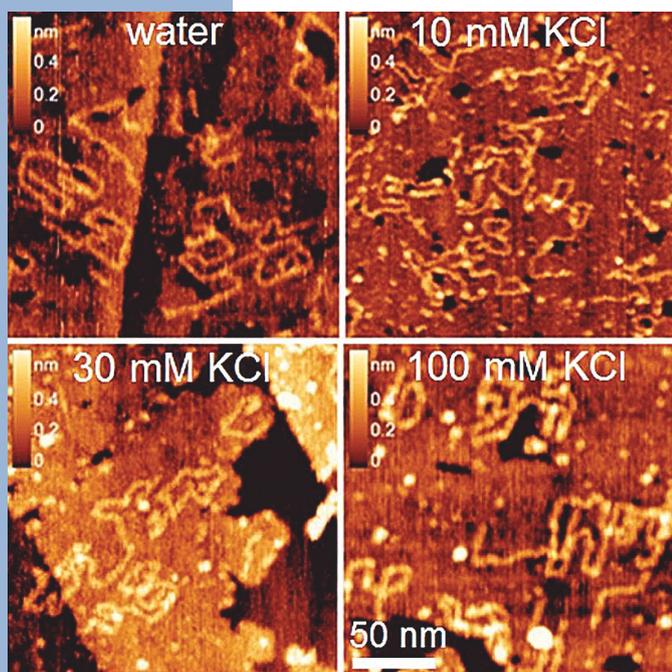
В результате ученые подтвердили закономерность — с увеличением ионной силы в растворе гибкость молекулы увеличивается, а персистентная длина уменьшается. Этот процесс описывается моделью Одийка-Сколника-Фиксмана (OSF): в растворе ионов происходит дебаевская экранировка зарядов вдоль молекулы гиалуроновой кислоты и уменьшение их самоотталкивания.

«В своей работе мы, грубо говоря, впервые напрямую увидели, как изменяется конформация и гибкость отдельных молекул гиалуроновой кислоты в растворах солей. Значения персистентной длины, рассчитанные на основе анализа отдельных молекул гиалуроновой кислоты, имеют тот же порядок, что и значения, определенные оптическими методами, вискозиметрией, хроматографией и молекулярным моделированием. Однако конформация и персистентная длина гиалуроновой кислоты, определенные на основе анализа отдельных молекул, могут быть более важными для разработки молекулярных наноструктур с требуемыми свойствами и архитектурой. Кроме этого, мы внесли вклад в методологию АСМ-исследования полисахаридов с субмолекулярным разрешением», — прокомментировал работу д.ф.-м.н. Дубровин Евгений Владимирович.

Гиалуроновая кислота — отрицательно заряженный полисахарид (длинная молекула). Для применения гиалуроновой кислоты полезно знать ее фундаментальные свойства: конформацию (пространственное расположение атомов), размер и механические свойства. Молекула ведет себя по-разному в окружении разных ионов и концентрации солей в растворе из-за наличия у нее заряда. Поэтому важно определить изменение свойств в разных средах.

Свойства гиалуроновой кислоты хорошо охарактеризованы методами исследования в объеме, то есть основанными на анализе

Ученые продолжают работу в направлении разработки биоматериалов на основе гиалуроновой кислоты.



«Single-molecule AFM study of hyaluronic acid softening in electrolyte solutions». Evgeniy V. Dubrovin, Nikolay A. Barinov, Dmitry A. Ivanov, Dmitry V. Klinov. *Carbohydrate Polymers*. **303**, 120472, 2023.

НОВАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ДВОЙНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГРЕБЕНКИ

В исследовании приняли участие профессор физического факультета МГУ Сергей Манцевич и выпускник физического факультета МГУ, сотрудник Российского квантового центра Андрей Волошин.

Двойная оптическая гребёнка — результат интерференции двух оптических гребёнок с немного отличающимися интервалами между компонентами оптического спектра. Она используется в оптической электронике, спектроскопии и метрологии.

Похожие исследования проводились и ранее. «Обычно считается, что акустооптическое устройство только смещает частоту света. Мы показали, что при помощи изменения условий дифракции можно управлять всеми основными параметрами получаемой оптической гребёнки», — рассказал Сергей Манцевич.

Обычно в системах с последовательным смещением частоты для получения двойных гребёнок используют две петли обратной связи и две акустооптические ячейки, работающие на немного разных частотах ультразвука. Для того, чтобы убрать вторую петлю обратной связи, ученые предложили подавать на пьезоэлектрический преобразователь акустооптического устройства несколько электрических сигналов параллельно.

При этом в кристалле возбуждаются несколько ультразвуковых волн с соответствующими частотами и амплитудами, а свет дифрагирует в этих акустических пучках независимо, получая сдвиг по частоте на частоту ультразвука за счет эффекта Доплера.

Новизна исследования заключается в том, что была предложена схема с одной петлей обратной связи, работа которой аналогична схеме с двумя петлями. Преимущества этого метода — простота и использование одной акустооптической ячейки вместо двух, а также идентичность оптических путей световых пучков, получающих различные сдвиги по частоте.

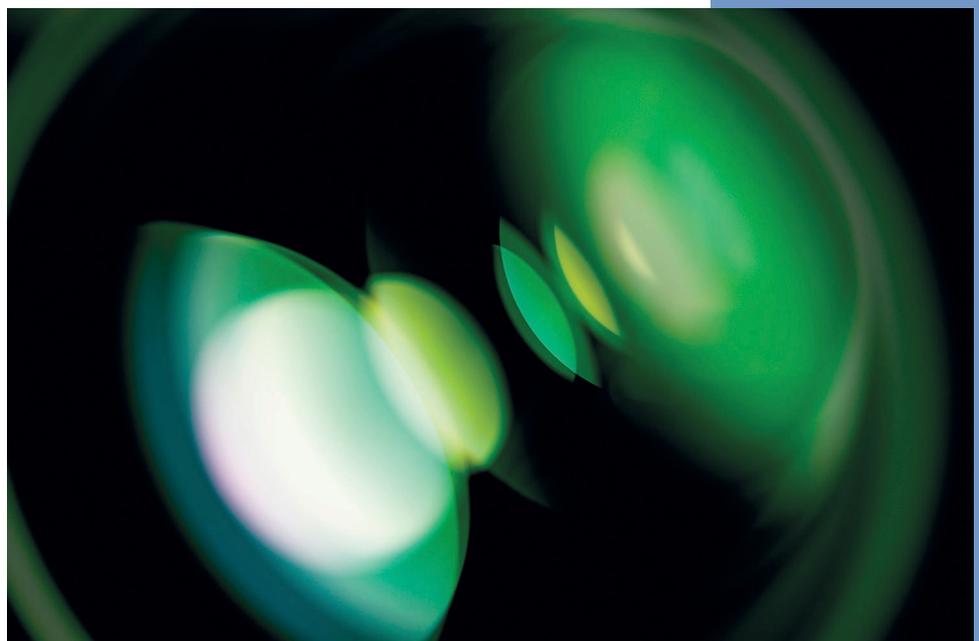
Кроме того, в работе впервые было экспериментально рассмотрено влияние параметров акустооптического взаимодействия на характеристики получаемых оптических гребёнок.



Проф. Сергей Манцевич

Московские физики предложили и экспериментально реализовали новый метод генерации двойных оптических гребёнок. В основе метода находятся системы с последовательным смещением частоты сигнала оптической накачки, включающие одну петлю обратной связи и акустооптическую ячейку. Результаты работы опубликованы в журнале Optics Letters.

"Tunable acousto-optic optical frequency combs." Voloshin Andrey, Mantsevich Sergey. Optics Letters, 47, 17, с. 4540–4543. 2022.



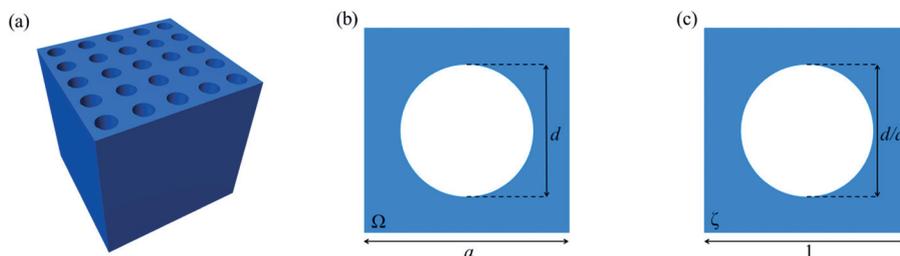
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ



Ученые с кафедры физики колебаний, представляющие лабораторию акустооптики, провели моделирование акустического метаматериала — двумерного фонованого кристалла. В результате работы были исследованы акустические свойства новой структуры и предложены способы практического использования. Работа получила награду «выбор редакции» от редакции журнала «Materials» (Базель, Швейцария) в январе 2023 года.

Фонованые кристаллы — это среды, в которых периодически меняются свойства, что позволяет влиять на особенности распространения звука. Они могут использоваться в различных областях, в частности, как показала работа, в акустооптике. Акустооптические устройства используют звуковые волны в кристалле, чтобы посредством дифракции управлять световым пучком — например, лазерным излучением. В акустооптике, как правило, используются монокристаллические среды, которые обладают рядом недостатков. Монокристаллы выращиваются определенным способом, с заданными свойствами, на которые сложно повлиять и изменить в соответствии с требованиями конкретной задачи. Кроме того, это длительный, дорогостоящий и технологически сложный процесс. Фонованые кристаллы позволяют обойти эти недостатки и открывают огромные возможности, поскольку, регулируя в материале размер, форму и расположение неоднородностей, можно получить структуру с необходимыми свойствами.

В работе исследован недавно предложенный фонованый кристалл: в изотропном кристалле плавленого кварца размещены периодически повторяющиеся круглые отверстия. Авторы провели численное решение волнового уравнения в вариационной форме методом конечных элементов и рассчитали основные акустические характеристики: скорость звука и поляризацию, а также направление распространения энергии всех распространяющихся в материале волн. Оказалось, что величина акустической анизотропии, которая появляется при появлении неоднородностей, определяется геометрией отверстий — отношением диаметра к периоду элементарной ячейки. Выбор различной геометрии позволяет изменять основные акустические параметры среды в соответствии с нашими желаниями и создавать материал с оптимальными свойствами, диктуемыми конкретной практической задачей.



"Polarization of Acoustic Waves in Two-Dimensional Phononic Crystals Based on Fused Silica." Mikhail V. Marunin and Nataliya V. Polikarpova. Materials, 15(23), 8315, (2022)

«Такие фонованые кристаллы удовлетворяют необходимым требованиям для создания на их основе акустооптических приборов: фильтров, дефлекторов и модуляторов, в которых необходимо иметь заданную скорость звука. Мы планируем и дальше исследовать поведение волн в фонованых кристаллах теоретически и экспериментально», — прокомментировала работу доцент, к.ф.-м.н. Поликарпова Наталия Вячеславовна.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант 19-12-00072.

Ученые МГУ измерили шестой по мощности гамма-всплеск в истории астрономии

30 мая 2019 года обсерватория FERMI на орбите засекла гамма-всплеск — шестой по мощности в истории астрономии. FERMI является широкопольным телескопом, и его ошибки определения координат очень велики. Для полноценного изучения всплеска в широком диапазоне было необходимо найти его источник с оптической точностью. Но крупнейшие телескопы мира обладают маленьким полем зрения.

Эту задачу первым решил МАСТЕР МГУ — система небольших оптических телескопов, расположенных по всему миру, которая, главным образом, специализируется на поиске коротких оптических вспышек на больших участках неба и работает с гравитационно-волновыми источниками, источниками нейтрино, сверхновыми, потенциально-опасными астероидами и гамма-всплесками. Кроме того, в ходе наблюдения гамма-всплеска МАСТЕР измерил поляризацию.

Далее по представленным координатам для подробного изучения вспышки навелись крупнейшие мировые телескопы. В результате ученые получили спектры и поляризацию как излучения самой вспышки в рентгеновском диапазоне, так и послесвечения в оптическом. Последнюю задачу также решил МАСТЕР МГУ. Кроме того, было показано, что наиболее вероятным механизмом свечения в столь широком диапазоне является синхротронное излучение релятивистских частиц, выброшенных образующейся чёрной дырой в магнитном поле узкой струи — «джета».

«Подобные исследования важны, чтобы лучше понять процесс возникновения гамма-всплесков. Это позволит нам точнее определять их параметры: количество энергии, расстояние и другие. К тому же, гамма-всплески — это самые далекие объекты, которые мы можем наблюдать, кроме реликтового излучения», — рассказал студент кафедры экспериментальной астрономии физического факультета МГУ Аристарх Часовников.

«В дальнейшем опыт обнаружения коротких оптических вспышек на больших участках звездного неба мы планируем применять в двух приоритетных областях мировой науки: для поиска и локализации гравитационно-волновых событий, а также для поиска источников нейтрино сверхвысоких энергий во Вселенной», — прокомментировал почетный профессор МГУ и руководитель проекта МАСТЕР Владимир Липунов.

Для справки:

Роботизированная система телескопов МАСТЕР представляет из себя 9 телескопов в 5 странах: России, ЮАР, Испании (Канарские острова), Мексике и Аргентине. МАСТЕР обладает собственным программным обеспечением, позволяющим ему выполнять две основные функции. Первая — МАСТЕР непрерывно фотографирует все небо, сравнивает между собой снимки и с помощью алгоритмов ищет новые объекты. Вторая — поиск объекта по целеуказанию от телескопа из другого диапазона. Например, гамма-телескоп присылает сигнал о том, что он обнаружил всплеск, однако не может дать точные координаты в силу особенностей наблюдения в данном диапазоне. Тогда МАСТЕР наводится на указанный сектор неба и ищет там новый объект в оптическом диапазоне, собирая дополнительные данные. Таким же образом МАСТЕР взаимодействует с гравитационно-волновыми лабораториями и нейтринными обсерваториями, осуществляя оптическую поддержку практически всех крупных астрофизических экспериментов.

Астрономы МГУ совместно с коллегами со всего мира представили результаты наблюдения гамма-всплеска GRB 190530A, которые опубликованы в журнале Q1 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.



"Probing into emission mechanisms of GRB 190530A using time-resolved spectra and polarization studies: synchrotron origin?" Rahul Gupta, S. Gupta, T. Chattopadhyay, V. Lipunov, A. J. Castro-Tirado, D. Bhattacharya, S. B. Pandey, S. R. Oates, Amit Kumar, Y-D Hu... Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 511, Is. 2, P. 1694–1713 (2022)



КОНФЕРЕНЦИЯ «ЛОМОНОСОВ-2023»

2023-й год — юбилейный для Московского университета. Физическому факультету исполняется 90 лет, а Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» проводится 30-й раз.

Конференция в 2023-м году проходила с 10 по 21 апреля. Количество участников секции «Физика» в настоящем году значительно увеличилось по сравнению с 2022-м годом. Всего подана 891 заявка на участие (625 в 2022), из них авторов — 795 (551 в 2022), соавторов — 41 (30 в 2022) и слушателей — 55 (44 в 2022).

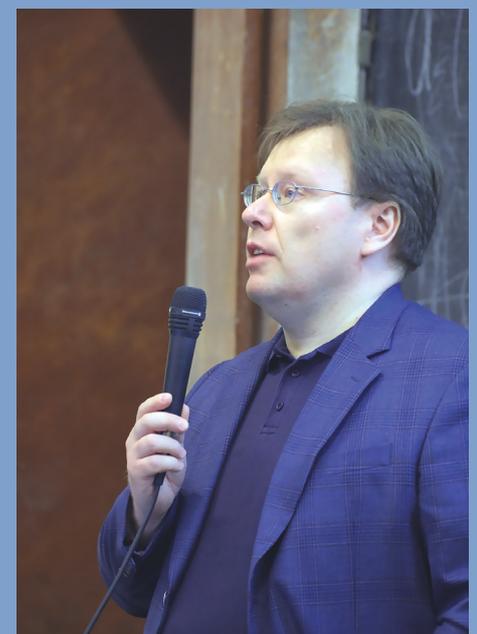
Традиционно заседания секции «Физика» проводятся за один день — «День Науки». И все студенты, не выполняющие в это время задачи практикума, освобождаются от занятий после второй пары. В 2023-м году «Днем Науки» было выбрано 11 апреля. Открытие работы секции «Физика» состоялось в Центральной физической аудитории. С вступительным словом выступил и. о. декана, профессор Владимир Викторович Белокуров. Затем последовал доклад директора музея физического факультета, заведующего кафедрой физики твердого тела, профессора Алексея Павловича Орешко «К истории Физического факультета Московского университета».



И.о. декана физфака проф. В.В. Белокуров на открытии конференции

Жюри секции «Физика»

1. Акустика доц. Одина Наталья Ивановна
2. Астрофизика – I доц. Потанин Сергей Александрович
Астрофизика – II проф. Засов Анатолий Владимирович
3. Атомная и ядерная физика – I доц. Широков Евгений Вадимович
Атомная и ядерная физика – II доц. Кузнецов Александр Александрович
Атомная и ядерная физика – III проф. Платонов Сергей Юрьевич
Атомная и ядерная физика – IV проф. Попов Александр Михайлович
4. Биофизика – I проф. Твердислов Всеволод Александрович
Биофизика – II проф. Яковенко Леонид Владимирович
Биофизика – III с.н.с. Нечипуренко Дмитрий Юрьевич
5. Геофизика – I проф. Максимочкин Валерий Иванович
Геофизика – II доц. Захаров Виктор Иванович
6. Математика и информатика проф. Ягола Анатолий Григорьевич
7. Мат. моделирование – I проф. Чуличков Алексей Иванович
Мат. моделирование – II проф. Голубцов Петр Викторович
Мат. моделирование – III в.н.с. Плохотников Константин Эдуардович
Мат. моделирование – IV проф. Филимонов Николай Борисович
8. Молекулярная физика проф. Уваров Александр Викторович
9. Нелинейная оптика – I проф. Гордиенко Валерий Михайлович
Нелинейная оптика – II проф. Савельев-Трофимов Андрей Борисович
10. Оптика – I в.н.с. Доленко Татьяна Альдефонсовна
Оптика – II проф. Короленко Павел Васильевич
Оптика – III проф. Наний Олег Евгеньевич
Оптика – IV доц. Вохник Ольга Михайловна
11. Медицинская физика – I проф. Пирогов Юрий Андреевич
Медицинская физика – II с.н.с. Берловская Елена Евгеньевна
12. Радиофизика – I проф. Митрофанов Валерий Павлович
Радиофизика – II доц. Королев Анатолий Федорович, доц. Князев Григорий Алексеевич



Проф. А.П. Орешко. Открытие конференции

13. Сверхпроводящие и электронные свойства твердых тел проф. Кульбачинский Владимир Анатольевич
14. Твердотельная наноэлектроника – I доц. Павликов Александр Владимирович
Твердотельная наноэлектроника – II с.н.с. Трифонов Артем Сергеевич, с.н.с. Преснов Денис Евгеньевич
Твердотельная наноэлектроника – III доц. Мартышов Михаил Николаевич, ст. преп. Ильин Александр Сергеевич
15. Теоретическая физика – I проф. Борисов Анатолий Викторович
Теоретическая физика – II проф. Поляков Петр Александрович
Теоретическая физика – III доц. Казаков Кирилл Александрович
Теоретическая физика – IV проф. Грац Юрий Владимирович
16. Физика магнитных явлений – I проф. Шалыгина Елена Евгеньевна
Физика магнитных явлений – II проф. Ганьшина Елена Александровна
Физика магнитных явлений – III проф. Грановский Александр Борисович
17. Физика Космоса – I проф. Свертилов Сергей Игоревич
Физика Космоса – II проф. Галкин Владимир Игоревич
18. Физика твердого тела – I проф. Бушуев Владимир Алексеевич
Физика твердого тела – II проф. Орешко Алексей Павлович
Физика твердого тела – III проф. Лебедев Александр Иванович
Физика твердого тела – IV доц. Ормонт Михаил Александрович
Физика твердого тела – V проф. Манцевич Владимир Николаевич
19. НОШ Фотонные технологии – I с.н.с. Долгова Татьяна Викторовна
НОШ Фотонные технологии – II доц. Мурзина Татьяна Владимировна
20. НОШ Квантовые технологии – I н.с. Стручалин Глеб Игоревич
НОШ Квантовые технологии – II с.н.с. Сайгин Михаил Юрьевич
21. НОШ Цифровая медицина – I проф. Черняев Александр Петрович
НОШ Цифровая медицина – II с.н.с. Луговцов Андрей Егорович
НОШ Цифровая медицина – III доц. Приезжев Александр Васильевич

Далее начались заседания подсекций секции «Физика». Параллельные заседания проходили одновременно в 44 аудиториях физического факультета очно, и 8 заседаний проводились дистанционно.

В жюри подсекций вошли ведущие сотрудники физического факультета, а также молодые ученые, добившиеся значительных успехов в науке.



Всего было проведено 53 заседания в рамках секции «Физика». По итогам заседаний жюри выбрало лучшие доклады. С их списком можно ознакомиться по ссылке из QR-кода:



От души поздравляем лучших докладчиков! Спасибо всем участникам за интересные доклады.

Авторы наиболее интересных докладов получили рекомендацию опубликовать результаты исследований в журнале «Ученые записки физического факультета Московского Университета». Со списком рекомендованных можно ознакомиться по ссылке из QR-кода:



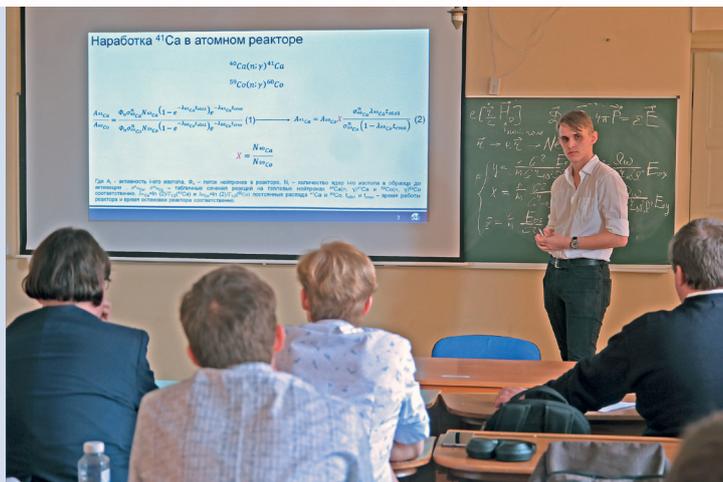
Хотелось бы выразить благодарность председателям подсекций за отбор докладов, проведение заседаний и выбор победителей.

Сборник тезисов секции с 2019 года публикуется только в электронном виде. Также центральный оргкомитет перестал готовить диск с тезисами всех докладов конференции (несколько тысяч штук), начиная с этого года. Любой желающий может скачать сборник тезисов секции «Физика» по ссылке из QR-кода.



Огромная благодарность издательскому отделу, который в очень сжатый срок подготовил электронный макет сборника тезисов, причем эта работа велась одновременно для нескольких факультетских конференций.

Также большое спасибо студенческому профкому и студентам нашего факультета, которые помогли с организацией и проведением конференции:



№	ФИО	Группа
1	Сопетик Александр Витальевич (Зам. председателя профкома)	340
2	Самченко Серафима Викторовна (Председатель профкома)	219
3	Федотова Анастасия Евгеньевна	332
4	Галиуллин Карим Радикович	212
5	Лейкин Арсений Ильич	214
6	Арзангулян Марк Эмилевич	402
7	Молокова Алисия Павловна	129М
8	Удовенко Полина Игоревна	113
9	Рачишена Полина Александровна	109
10	Андреева Ирина Владимировна	109
11	Пацкевич Владислав Викторович	104
12	Вахонин Артемий Андреевич	332
13	Тен Егор Юрьевич	115
14	Гречухина Мария Максимовна	337
15	Баранова Дарья Алексеевна	442
16	Попова Софья Алексеевна	213
17	Самсонова Виктория Сергеевна	340

Каждый год мы стараемся сделать конференцию лучше и интересней. Желаем всем участникам и их научным руководителям больших научных успехов, удачи и крепкого здоровья. Ждем ваши доклады в следующем году.

Ответственные секретари секции «Физика» Александр Паршинцев, Перова Наталья и весь коллектив научного отдела.



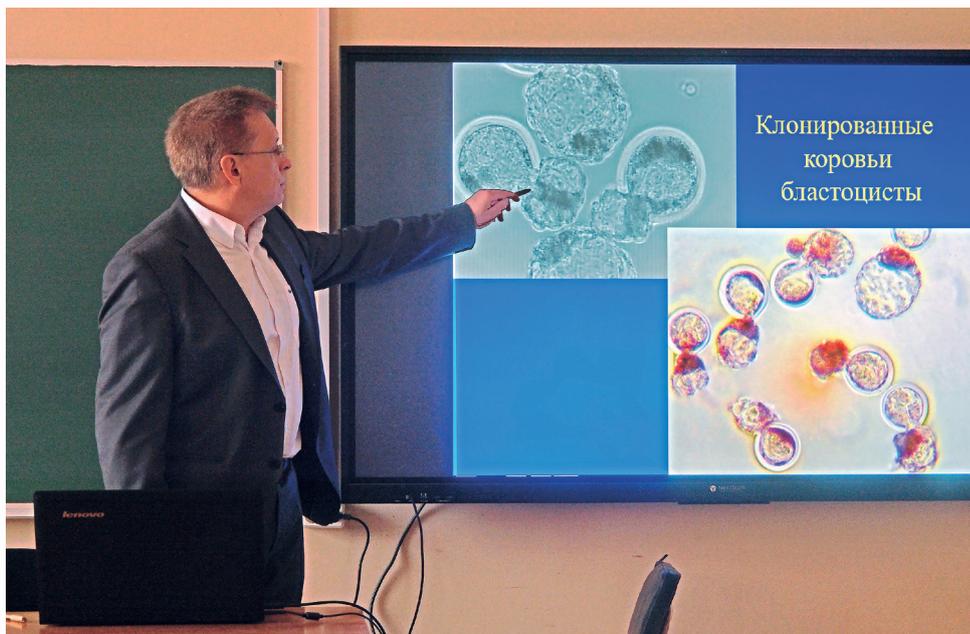


ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ СЕКЦИЯ ФИЗИКА 2023 год



Ежегодная апрельская научная конференция «ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ» благополучно завершилась. Исторически сложилось, что эта конференция на протяжении многих лет проходит весной перед концом очередного учебного года и началом отпусков, когда уже можно подвести итоги не только учебной деятельности факультета, но и оценить достижения в научной работе. Для этого в Московском университете создано огромное информационное пространство, в котором каждый желающий из сотрудников университета, а также институтов Российской академии наук, различных организаций и учреждений, ведущих совместные с Московским университетом работы, может свободно представить результаты своих научных исследований и участвовать в обсуждении результатов исследований других авторов. В этом году заседания конференции проводились по 40 секциям. На физическом факультете работала «Секция Физика».





В течение семи дней проходили заседания 12 под-секций нашей секции. Более 100 докладов были пред-ставлены тремястами авторами. В качестве соавторов выступили сотрудники как физического, так и других факультетов МГУ, а также институтов РАН таких, как ИФЗ, ИПУ, ИКИ, Институт океано-логии, Институт системного программирования и т.д. Большое количество работ наших ученых было выполнено в соавторстве с учеными НИЦ «Курча-товский институт». Актуальностью и новизной решаемых задач отличались практически все работы, представленные на конференции. Наибольшее коли-чество докладов было сделано на заседаниях под-секций «Медицинская физика» и «Прикладная матема-тика и математическое моделирование». Обширность и разнообразие тематических направлений — это то,

что отличало работы, представленные в под-секции «Квантовые и фотонные технологии. Цифровая ме-дицина». Особенный интерес был проявлен к заседа-нию под-секции «Методика преподавания». В докла-дах авторов этой под-секции озвучены оригинальные результаты исследований в области использования компьютерных технологий при обучении студентов, повышения качества проработки студентами общих курсов физики, а также расширения и разнообра-зия задач общего физического практикума.

По итогам конференции «Ломоносовские чтения. Секция Физика» лучшие работы будут представлены на ежегодные Шуваловскую и Ломоносовскую пре-мии.





Доцент

**Петр
Николаевич
ЗАХАРОВ**



Профессор

**Владимир
Чеславович
ЖУКОВСКИЙ**

*Указом Президента Российской Федерации
награждены медалью ордена "За заслуги перед
Отечеством" II степени
сотрудники физического факультета.*

Профессор

**Николай
Николаевич
НЕФЕДОВ**

Профессор

*Сердечно поздравляем наших ученых и
желаем им дальнейших успехов в научной и
преподавательской деятельности!*

**Сергей
Павлович
КУЛИК**





Профессору

**Анатолию
Григорьевичу
ЯГОЛЕ**

Присвоено почетное звание

**"ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК ВЫСШЕЙ
ШКОЛЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"**

Сердечно поздравляем!

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ СОВЕТЫ МГУ С ЗАЩИТАМИ В 2023 г.

МГУ.011.2 (МГУ.01.06)

*Председатель – Садовников Борис Иосифович, д.ф.-м.н., проф.
Зам. председателя – Жуковский Владимир Чеславович, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Нефедов Николай Николаевич, д.ф.-м.н., проф.
Поляков Петр Александрович, д.ф.-м.н., проф.*

20.04.2023

1. ЧУХНОВА Александра Владимировна «Квантово-полевое описание влияния вещества и электромагнитного поля на распространение нейтрино» 1.3.3 – Теоретическая физика. Кандидатская диссертация.

2. КОЛОТОВ Игорь Иванович «Регуляризирующие алгоритмы восстановления магнитных полей по экспериментальным данным» 1.3.3 – Теоретическая физика. Кандидатская диссертация.

18.05.2023

3. АЛЕКСАНДРОВ Илья Игоревич «Дисперсионная цепочка уравнений Власова» 1.3.3 – Теоретическая физика. Кандидатская диссертация.

4. ДЕРЮГИНА Наталья Николаевна «Контрастные структуры в нелинейных двухкомпонентных системах с сингулярным возмущением и их применение в физическом моделировании» 1.3.3 – Теоретическая физика. Кандидатская диссертация.

1.06.2023

5. МИХАЙЛОВ Евгений Александров «Эволюционные модели промежуточного типа для магнитного поля в проводящей среде» 1.3.3 – Теоретическая физика. Докторская диссертация.

6. МОСТОВОЙ Сергей Дмитриевич «Исследование фазовых явлений в решеточных моделях физики конденсированного состояния вещества и теории поля» 1.3.3 – Теоретическая физика. Кандидатская диссертация.

МГУ.013.3 (МГУ.01.01)

Председатель – Хохлов Алексей Ремович, д.ф.-м.н., проф., акад. РАН
Зам. председателя – Орешко Алексей Павлович, д.ф.-м.н., проф.
 Уваров Александр Викторович, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Малышкина Инна Александровна, к.ф.-м.н., доц.

13.04.2023

1. ФАДЕЕВ Максим Сергеевич «Мессбауэровские исследования железосодержащих нанотрубок и наночастиц» 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. Кандидатская диссертация.

25.05.2023

2. МУСИН Артем Игоревич «Исследование механизмов распыления монокристаллов методами молекулярной динамики» 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. Кандидатская диссертация.

8.06.2023

3. КАДЕТОВА Александра Владимировна «Дефекты структуры и нелинейно-оптические свойства легированных кристаллов ниобата лития» 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. Кандидатская диссертация.

4. СМИРНОВ Максим Владимирович «Структурные дефекты и рекомбинационные процессы в монокристаллических и керамических твердых растворах LiNbO₃:Me (Me – Nb, Zn, Mg) и ANbO₄ (A – Gd, Y)» 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. Кандидатская диссертация.

МГУ.013.4(МГУ.01.13)

Председатель – Андреев Анатолий Васильевич, д.ф.-м.н., проф.
Зам. председателя – Макаров Владимир Анатольевич, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Коновко Андрей Андреевич, к.ф.-м.н.

2.03.2023

1. ВАСИЛЬЕВ Евгений Владимирович «Филаментация фемтосекундных оптических вихрей при аномальной дисперсии групповой скорости в прозрачных твердотельных диэлектриках» 1.3.19 – Лазерная физика. Кандидатская диссертация.

20.04.2023

2. ГУЛЬКИН Дмитрий Николаевич «Микроскопия резонансных оптических состояний в фотонных кристаллах и полупроводниковых метаповерхностях» 1.3.19 – Лазерная физика. Кандидатская диссертация.

3. ФРОЛОВ Александр Юрьевич «Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия кремниевых наноантенн и магнитооптическая спектроскопия плазмонных наноантенн» 1.3.19 – Лазерная физика. Кандидатская диссертация.

18.05.2023

4. КРОЙЧУК Мария Кирилловна «Генерация третьей оптической гармоники и усиление фотолюминесценции квантовых точек в полупроводниковых кластерах наночастиц с резонансами типа Ми» 1.3.19 – Лазерная физика. Кандидатская диссертация.

МГУ.013.5 (МГУ. 01.18)

Председатель – Перов Николай Сергеевич, д.ф.-м.н., проф.
Зам. председателя – Васильев Александр Николаевич, д.ф.-м.н., проф.
 Кашкаров Павел Константинович, д.ф.-м.н., проф.
Уч. секретарь – Шапаева Татьяна Борисовна, к.ф.-м.н.

9.02.2023

1. ГУБАНОВА Елизавета Михайловна «Оптимизация свойств магнитных наночастиц для применения в магнитной гипертермии» 1.3.12 – Физика магнитных явлений. Кандидатская диссертация.

16.03.2023

2. ГРИГОРЬЕВА Людмила Николаевна «Влияние частиц карбида кремния на фотопроводимость систем множественных квантовых ям GaAs/AlGaAs» 1.3.11 – Физика полупроводников. Кандидатская диссертация.

МГУ.013.6 (МГУ.01.08)

*Председатель – Салецкий Александр Михайлович, д.ф.-м.н., проф.
Зам. председателя – Балакиев Владимир Иванович, д.ф.-м.н., проф.
Васильев Андрей Николаевич, д.ф.-м.н.
Уч. секретарь – Косарева Ольга Григорьевна, д.ф.-м.н., доц.*

23.06.2023

1. ШУРУП Андрей Сергеевич «Модовая томография неоднородных сред с приложениями к гидро- и сейсмоакустике» 1.3.7 – Акустика. Докторская диссертация.



МГУ.01.12

*Председатель – Федянин Андрей Анатольевич, д.ф.-м.н., проф., проф. РАН
Зам. председателя – Вятчанин Сергей Петрович, д.ф.-м.н., доц.
Кузев Михаил Викторович, д.ф.-м.н., проф.
Черныш Владимир Савельевич, д.ф.-м.н., проф
Уч. секретарь – Карташов Игорь Николаевич, к.ф.-м.н.*

16.02.2023

1. ЗАВИДОВСКИЙ Илья Алексеевич «Влияние параметров импульсно-плазменного осаждения углеродных покрытий на их структуру, электрофизические и антибактериальные свойства» 1.3.5 – Физическая электроника. Кандидатская диссертация.

15.06.2023

2. ГАЙНУЛЛИН Иван Камилевич «Трехмерный неадиабатический подход к расчетно-теоретическому описанию электронного обмена ионных пучков с металлическими поверхностями» 1.3.5 – Физическая электроника, 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Докторская диссертация.



К 100-летию со дня рождения физика и поэта Валентина Сергеевича Никольского (09.04.1923–31.05.2019)

Валентин Сергеевич Никольский родился 9 апреля 1923 г. в Москве. Его отец, Сергей Лю-Вей-Бин, работавший в прачечной, умер, когда Валентину было всего лишь пять лет. Мать Таисия Константиновна всю жизнь трудилась модисткой в мастерской по изготовлению женских шляпок. Валентин был младшим ребенком в семье, у него был старший брат Георгий.

В 1930 г. Валентин поступил в первый класс московской средней школы № 268, которую окончил за несколько дней до начала Великой Отечественной войны, в середине июня 1941 г. Во время обучения в выпускном классе он был принят в ряды комсомола. В дни, когда проходили школьные выпускные экзамены, у Валентина умерла мать и он остался на попечении брата, который в то время уже работал на фабрике, производившей баяны. Получив аттестат, юноша сразу же поехал в Киев, чтобы попытаться поступить в танково-техническое училище. 21 июня 1941 г. он явился в училище на заседание медицинской комиссии, которую не прошел из-за слабого зрения. На следующий день в 4 часа утра немецко-фашистские захватчики вероломно напали на СССР — началась война, и Киев сразу же подвергся налетам вражеской авиации.

Валентин Сергеевич срочно вернулся в Москву и через комитет комсомола Ростокинского района Москвы записался в отряд, который планировали использовать для проведения различных оборонительных работ. Этот отряд, состоявший из комсомольцев, только что окончивших школу, был направлен в Смоленскую область для подготовки противотанковых рвов. В августе Валентин вернулся в Москву и поступил работать на оборонный завод № 58. В его обязанности входила наладка станков, на которых производились детали для мин и артиллерийских снарядов. Осенью 1941 г. вражеские войска рвались к Москве, столицу ежедневно бомбили, особенно сильно — по ночам. Поэтому, отрабатывая днем полную смену на заводе, Валентин Сергеевич по ночам в составе отряда противовоздушной обороны дежурил на крышах московских домов и тушил падавшие с фашистских самолетов зажигательные бомбы.



В апреле 1942 г. В. С. Никольский был призван в ряды действующей Красной Армии — Дзержинский райвоенкомат Москвы направил его в школу радистов в город Горький. Однако, при его прибытии в школу оказалось, что свободных мест в ней уже не было. В результате Валентин Сергеевич был определен в стрелковую роту запасного полка и направлен в Гороховецкие военно-учебные лагеря, находившиеся здесь же, под Горьким. За короткий срок он овладел винтовкой, изучил основы ведения штыкового боя, научился применять гранаты и освоил станковый пулемет системы «Максим».

Уже в июне 1942 г. В. С. Никольский прибыл на Западный фронт. Его маршевая рота послужила пополнением Сибирской стрелковой дивизии, сформированной в Барнауле. В те дни дивизия дислоцировалась под Юхновом, во втором боевом эшелоне. Рядовой Никольский был зачислен в стрелковую роту 892-го стрелкового полка. Поскольку он был комсомольцем и имел законченное среднее образование, ему поручили



В. С. Никольский — студент 1-го курса физического факультета МГУ (1944 г.)

помогать политруку организовывать политические беседы с бойцами и выпускать ротный «Боевой листок».

В середине августа 1942 г. дивизию, входившую в состав 24-й армии, перебросили под Сталинград, и прямо с марша ввели в бой. В те дни как раз начинала разворачиваться грандиозная Сталинградская битва — вражеская авиация ожесточенно бомбила город, а передовые части 6-й армии немецкого генерала Паулюса вышли к Волге. Рота, в которой воевал Валентин Сергеевич, штурмовала хорошо укрепленные вражеские огневые точки, которые представляли собой зарытые в землю подбитые немецкие танки. 6 сентября во время атаки он получил пулевые ранения обеих ног и был отправлен в прифронтной госпиталь в город Елань Сталинградской области.

После выписки в январе 1943 г. В. С. Никольский был направлен в запасной полк, дислоцировавшийся под Мичуринском. Там он был назначен замполитом минометной роты, научился стрелять из 82-х и 120-ти миллиметровых минометов. В мае 1943 г. его отправили на Брянский фронт — в 283-ю стрелковую дивизию, воевавшую в составе 3-ей армии под Мценском, на северном фланге Курской дуги. Младший сержант Никольский был зачислен в роту связи 856-го стрелкового полка 283-й стрелковой дивизии. Ему пришлось срочно осваивать тонкости организации военной телефонной связи и обучаться радиоделу. В дальнейших боях Валентин Сергеевич участвовал уже в качестве связиста.

12 июля 1943 г. советскими войсками была начата операция «Кутузов», целью которой являлся разгром группировки противника в районе Орла. Части 3-ей армии прорвали оборону врага в районе Мценска и стремительно продвинулись вперед на 10–15 километров. Но затем темп наступления заметно снизился — немцы оказывали ожесточенное сопротивление, которое все более возрастало по мере приближения частей Красной Армии к Орлу. Остававшиеся до Орла 50 километров рота преодолевала почти 25 дней. Впоследствии Валентин Сергеевич вспоминал, что в ходе этих боев ему многократно приходилось в тяжелейших условиях восстанавливать связь: «... бомбежка или артналет, пулеметный или минометный обстрелы, в ночь, в дождь выскакиваешь из окопов, бежишь, ползешь вдоль телефонной линии, ищешь повреждения, устраняешь разрывы телефонного кабеля».

5 августа 1943 г., в день освобождения Орла и Белгорода, Москва салютовала в честь воинов-освободителей двадцатью артиллерийскими залпами из 120-ти орудий. В тот же день командир 856-го полка майор Абрамичев подписал приказ, в котором говорилось, что красноармеец роты связи Никольский Валентин Сергеевич «при наступлении на Апальково в период с 27.7 по 30.7.43 года исправил 75 порывов на линии, тем самым обеспечил бесперебойную связь». За героизм, проявленный в этих боях, В. С. Никольский был награжден медалью «За боевые заслуги» и ему было присвоено звание старшего сержанта.

После освобождения Орла Валентин Сергеевич продолжил службу в том же полку в должности начальника рации. 3-я армия успешно наступала на запад, освобождая от врага Орловщину и Брянщину. В сентябре 1943 г. соединения Брянского фронта вступили на белорусскую землю и начали продвигаться по Могилевской области. В брянских лесах действовали многочисленные партизанские отряды, которые не давали покоя немцам. Гитлеровцы поспешно отходили, сжигая всё, что успевали, минировав дороги и мосты. В. С. Никольский вспоминал, что немцы отступали так поспешно, что иногда советские части походным

порядком проходили по несколько десятков километров, не встречая никакого сопротивления. Тем не менее, иногда на пути встречались небольшие немецкие боевые группы, а также отряды предателей-власовцев, которые прикрывали отход основных сил противника.

23 сентября наступающий батальон В. С. Никольского подвергся артобстрелу противника, и Валентин Сергеевич был ранен в грудь осколком снаряда. На крестьянской подводе его срочно доставили в медсанбат, где оказали экстренную помощь и сделали переливание крови. Затем на санитарном поезде его отправили в Москву, в военный госпиталь. Рентгеновский снимок показал, что осколок пробил левое плечо и сустав левой руки, задел ребро и застрял в легком, недалеко от сердца. Хирургам не удалось извлечь осколок, и они направили Валентина Сергеевича в другой госпиталь, в Загорск, а оттуда — в Александров. Только там нашелся хирург, который, спустя два месяца после ранения, смог удалить осколок. После этого раненый быстро пошел на поправку.

Уже в январе 1944 г. его выписали из госпиталя и вновь направили на передовую — под Витебск, на Западный (затем — 3-й Белорусский) фронт. Сержанта Никольского определили в 585-й стрелковый полк, который в то время находился в обороне и вел активные артиллерийские и минометные дуэли с противником. 5 февраля во время одного из обстрелов осколок мины перебил Валентину Сергеевичу кости левой руки ниже локтя. Тяжелая боевая обстановка не позволила своевременно оказать ему необходимую медицинскую помощь. Из-за этого началась гангрена, и в результате врачи не смогли спасти руку — ее пришлось ампутировать.

После этого В. С. Никольский долго лечился в госпиталях — сначала в Вязьме, а затем в Балашихе Московской области. В августе 1944 г. его демобилизовали из армии как инвалида Отечественной войны 3-ей группы. В сентябре того же года 21-летний Валентин Сергеевич, со школьных лет проявлявший интерес к технике, подал заявление на физический факультет Московского университета. После успешной сдачи вступительных экзаменов он был зачислен на первый курс. Среди его однокурсников было 30 фронтовиков, из которых 18 являлись инвалидами войны.

Через пять с половиной лет, в декабре 1949 г., он успешно завершил обучение по специальности «физика», защитив дипломную работу на «отлично». Ему была присвоена квалификация научного сотрудника в области физических наук, преподавателя ВУЗа и ВТУЗа, и звание учителя средней школы. Валентин Сергеевич обучался на кафедре физики сверхвысоких частот, которая была создана в конце 1946 г. в связи с необходимостью подготовки специалистов в области

радиолокации и радиофизики. Основателем этой кафедры и ее первым заведующим был выдающийся ученый и организатор науки профессор С. Д. Гвоздовер.

В феврале 1950 г. В. С. Никольский поступил в аспирантуру физического факультета и через три года окончил ее, защитив в марте 1953 г. кандидатскую диссертацию «Возбуждение электромагнитных волн электронным потоком в замедляющих структурах в присутствии электронной плазмы (возбуждение электронной плазмы электронным потоком)». В 1952 г., во время обучения в аспирантуре, В. С. Никольский был принят в ряды КПСС. В октябре этого же года в Журнале технической физики была опубликована его первая научная статья «Электроника плоской гребенки» (в соавторстве с В. М. Лопухиным). 1 июня 1953 г. Валентин Сергеевич был зачислен на должность ассистента кафедры общей физики физического факультета «в счет вакансии доцента кафедры до замещения этой должности по конкурсу». С этого момента вся его жизнь была неразрывно связана с кафедрой, на которой он более 65 лет преподавал физику студентам младших курсов — вел семинары и занятия в практикуме, читал лекции. В 1955 г. В. С. Никольский прошел по конкурсу на должность доцента, а в июне 1956 г. ему было присвоено и ученое звание доцента по кафедре «общая физика».



В. С. Никольский — доцент кафедры общей физики физического факультета МГУ (1958 г.)

В годы обучения на факультете В. С. Никольский активно занимался общественной работой. Он являлся членом бюро ВЛКСМ Научно-исследовательского института физики (НИИФ), был членом профбюро, агитатором, руководил студенческим физическим кружком. Еще будучи аспирантом, он вел занятия в общем физическом практикуме, где проявил себя способным педагогом. Поэтому после того, как Валентин Сергеевич официально стал преподавателем кафедры, ему, помимо практических занятий, поручили вести еще и семинары, а также читать лекции по курсу общей физики для студентов философского факультета МГУ. В 1953–1954 гг. он курировал электрический раздел общего физического практикума и руководил монтажом оборудования этого раздела в новом здании факультета на Ленинских горах. В 1957 г. был командирован в Государственный Монгольский университет для организации там физического практикума и успешно справился с этой задачей, получив благодарности ректора указанного университета и ректора МГУ.

Научную работу в конце 50-х гг. В. С. Никольский вел в группе академика И. К. Кикоина, занимаясь изучением магнитных свойств сплавов ферромагнетиков и неферромагнитных компонентов. В дальнейшем его научные исследования были преимущественно посвящены изучению возбуждения, распространения и усиления электромагнитных волн сверхвысоких частот в замедляющих структурах. Всего В. С. Никольским было опубликовано около 60 научных работ. Он в течение многих лет являлся секретарем Ученого Совета «Строение вещества», а позже — членом Ученого Совета Отделения экспериментальной и теоретической физики (ОЭТФ).

В 1957–1975 гг. Валентин Сергеевич заведовал общим физическим практикумом кафедры общей физики. Под его руководством было вновь поставлено и модернизировано множество лабораторных работ, написаны описания к ним. В 1973 г. он участвовал в разработке обновленной программы для университетов СССР по общему физическому практикуму. Ряд задач, созданных В. С. Никольским, используются в модернизированном виде до настоящего времени. Кроме того, в течение десяти лет Валентин Сергеевич являлся ответственным за обучение в физическом практикуме слушателей инженерного потока, а также руководил стажировкой в практикуме преподавателей-иностранцев.

В первой половине 70-х гг. В. С. Никольский начал большую систематическую работу по изучению истории физического факультета МГУ в военный период. Его первая публикация по этой теме вышла в 1975 г. Вклад Валентина Сергеевича в исследование данного вопроса поистине огромен. Результатом его многолетних кропотливых изысканий, в том числе

в архиве МГУ и в Центральном архиве Министерства обороны СССР, стали 12 книг, посвященных деятельности физфака в военные годы, судьбам физфаковцев, павших на фронтах, а также тех из них, кому посчастливилось вернуться с войны. В. С. Никольским написаны книги «Физический факультет МГУ в годы Великой Отечественной войны» (1975 г.), «Памяти вечный огонь» (1995 г.), «Ветераны Великой Отечественной войны физического факультета МГУ» (2000 г.), «Физфаковцы МГУ на защите Москвы» (2001 г.), «Кавказ – Крым. Ленинград» (2007 г.), «Вперед к победе» (2010 г.) и другие.



В течение многих лет В. С. Никольский вел на физическом факультете большую общественную работу в партийной, профсоюзной и ветеранской организациях. Он был секретарем партбюро кафедры, членом месткома физфака, профоргом ОЭТФ, членом Совета ветеранов МГУ, председателем Совета ветеранов войны и труда ОЭТФ.

Боевые заслуги и многолетний труд В. С. Никольского были отмечены многочисленными наградами — орденом Отечественной войны I степени и двадцатью медалями, среди которых медали «За боевые заслуги» и «За победу над Германией в Великой Отечественной войне». В 2000 г. В. С. Никольскому было присвоено звание «Заслуженный преподаватель Московского университета», в 2005 г. он был награжден почетным знаком «250 лет МГУ», а в 2019 г. — медалью Ученого Совета факультета «За вклад в развитие традиций физического факультета МГУ».

С юных лет В. С. Никольский глубоко интересовался поэзией и сам писал стихи. Им были сделаны стихотворные переводы песен Латинской Америки — Аргентины, Боливии, Бразилии и Кубы. Четыре сборника этих песен были изданы в 1962–1967 гг. в издательстве «Музгиз». В 1999 г. издательство физического факультета МГУ опубликовало сборник стихов Валентина Сергеевича «Пока я видеть умею...» (второе, дополненное издание, вышло в свет в 2021 г.). Валентин Сергеевич часто читал свои стихи на

кафедральных вечерах и юбилеях сотрудников. Многократно звучали они и на митингах, ежегодно проводившихся в майские дни возле стеллы, установленной возле физфака в память о сотрудниках и студентах факультета, павших на полях сражений Великой Отечественной войны. В творчестве В. С. Никольского находили отражение самые разные темы — бытовая, семейная, лирическая, физическая и, конечно же, военная.

*Дороги нашей жизни невозвратны.
Назад их повернуть мы не вольны...
Уходят безвозвратно ветераны,
Пришедшие с отчаянной войны.*

*И, чуя, что их сроки подступают,
В наследство, как живой ориентир,
Живущим ветераны завещают
Ответственность за Землю и за Мир.*

*Уходят, утвердивши человечность,
Отчизну защитившие от бед...
И отступает перед ними вечность,
И память салютует им вослед...*

Многие свои стихи Валентин Сергеевич посвятил жене и дочери, которых он очень любил. Супруга В. С. Никольского — Елизавета Сергеевна Шишова-Горская — известный специалист-музыковед, заслуженный работник культуры РФ, член Союза московских композиторов, почетный член Всероссийского музыкального общества, лектор-музыковед Московской государственной академической филармонии, автор повестей, поэм, песен и баллад. Дочь В. С. Никольского — Мария Валентиновна — гитаристка, преподаватель по классу гитары в Детской школе искусств.

В течение всей своей многолетней трудовой деятельности на родном факультете Валентин Сер-

геевич отдавал много сил педагогической работе, всегда относился к ней творчески и неформально. Те, кому доводилось выполнять задачи практикума в лаборатории, в которой работал В. С. Никольский, отмечали его стремление прежде всего научить студентов, дать им знания. Он мог снисходительно отнестись к студенту, который недостаточно хорошо отвечал на вопросы во время «допуска» к выполнению работы, но всегда требовал в таких случаях, чтобы студент хорошо разобрался в учебном материале к моменту сдачи выполненной работы.

Когда В. С. Никольский перешагнул 90-летний рубеж, его здоровье стало ухудшаться. Валентина Сергеевича начало подводить зрение, все больше давали о себе знать военные раны. Весной 2015 г. он попросил, чтобы его перевели на должность ведущего инженера кафедры. По мере сил он продолжал вести педагогическую работу в практикуме, в котором ему была хорошо знакома каждая установка. Его интерес к изучению истории родного факультета также не угасал. Однако, годы брали свое. 9 апреля 2019 года Валентину Сергеевичу исполнилось 96 лет, а 31 мая 2019 г. его не стало.

Все сотрудники кафедры общей физики, которым довелось работать вместе с Валентином Сергеевичем Никольским, сохраняют о нем самые светлые воспоминания как о человеке, который в течение всей своей жизни служил интересам своего народа, страны и Московского университета, обладал яркими талантами ученого, педагога и поэта, отличался прекрасными нравственными качествами, чувством высокой ответственности за порученное ему дело, человеколюбием и стремлением помогать ближнему.

Доцент кафедры общей физики А. А. Якута.

При подготовке статьи использован автобиографический очерк В. С. Никольского, опубликованный в поэтическом сборнике «Пока я видеть умею» (М.: ООО «Белый ветер», 2021), а также материалы, предоставленные семьей В. С. Никольского и доцентом кафедры общей физики О. Н. Васильевой.

Валентин Сергеевич Никольский (третий слева). 70-тые Дня Победы. У мемориальной доски физического факультета МГУ (2015 г.)





ISSN 2500–2384

Бюллетень «НОВОСТИ НАУКИ».
© 2023 Физический факультет МГУ.

Главный редактор:
В.В. Белокуров

Редакторы:

П.А. Форш, В.Н. Задков, Н.Б. Баранова

Начальник отдела оперативной печати:
Салецкая О.В.

Дизайн и верстка:
И.А. Силантьева

Фотограф
С.А. Савкин

Подписано в печать 10.06.2023. Формат 60×90/8.

Усл.-печ. л. 2.5 Бумага мелованная.

Тираж 150 экз.

Физический факультет МГУ имени

М.В.Ломоносова,

119991, Москва ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2