СОВЕТС

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ПРОФЕССОРА В.В. БЕЛОКУРОВА С ЮБИЛЕЕМ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Дорогие физфаковцы!
Нашему факультету — 90 лет!

За эти годы выпускниками физического факультета стали многие тысячи юношей и девушек Советского союза, России и других стран, нашими учеными были получены выдающиеся научные результаты, которые составили гордость российской науки.

Мы свято чтим славные традиции, заложенные нашими великими предшественниками, главные из которых — постоянный поиск нового в науке, образовании, а также сохранение и развитие особого творческого климата на факультете.

Вместе мы сделаем все для того, чтобы физический факультет МГУ всегда оставался флагманом науки и образования.

С юбилеем всех нас, дорогие друзья!

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Теоретическая физика и математическое моделирование

Квантовая теория поля

Построена явно калибровочно-инвариантная решеточная формулировка Стандартной модели, в которой отсутствует вырождение спектра фермионов. Исследованы температурные фазовые переходы конфайнмент-деконфайнмент в КХД, при этом была вычислена критическая температура фазового перехода в КХД с динамическими фермионами на решетке, а также обнаружено и изучено явление разрыва кварк-антикварковой струны при докритических температурах.

Развиты методы вычисления квантовых поправок, определяющих ультрафиолетовое поведение в суперсимметричных теориях поля.

Исследованы радиационные эффекты в низкоразмерных эффективных теориях фермионных полей с компактификацией. Квантовые теории поля низших размерностей использованы при изучении моделей в физике конденсированного состояния таких веществ, как графен и графитовые нанотрубки. Предложена эффективная модель нанотрубки, основанная на лагранжиане, полученном на основе модели графена с жесткой связью.

Построена количественная модель, объясняющая происхождение иерархической структуры масс и смешиваний всех — заряженных и нейтральных — фермионов Стандартной модели элементарных частиц с помощью одного механизма с небольшим числом параметров.

Предложен механизм генерации первичных скалярных возмущений во Вселенной, отличный от инфляционного. Характерной его чертой является появление специфических свойств возмущений плотности: статистической анизотропии, указания на наличие которой имеются в наблюдательных данных; негауссовости специального вида, наклона спектра и др.

Теория гравитации и космология

Предложено объяснение происхождения спиральных рукавов галактик в неэйнштейновских теориях гравитации, обусловленное появлением короткодействующих сил за счет дополнительных степеней свободы гравитационного взаимодействия. Проанализированы ограничения, накладываемые галактическими параметрами (масса, светимость и т.д.) на неизвестные параметры неэйнштейновских теорий гравитации. Показана перенормируемость калибровочной аффинно-метрической теории гравитации в случае рассмотрения связности и метрики как независимых динамических переменных.

Развита теория гравитации струн Дирака и Мизнера, которые являются «тяжелыми» и дают отдельный вклад в термодинамику черных дыр.

В теории гравитационных волн и дополнительных измерений было показано, что присутствие нечетного числа дополнительных пространственных измерений в принципе может быть обнаружено методами гравитационно-волновой астрономии будущего благодаря эффектам, связанным с нарушением принципа Гюйгенса в нечетномерных пространствах событий.

Впервые сформулированы и доказаны теоремы, запрещающие устойчивые несингулярные решения в теории гравитации с дополнительным скалярным полем (теория Хорндески) для решений в виде кротовой норы и для несингулярных космологических решений. Впервые построены полностью устойчивые несингулярные космологические решения в расширенной теории Хорндески, обладающие хорошими асимптотиками и не имеющие сверхсветовых скоростей возмущений, и устойчивые при больших энергиях возмущений решения в виде кротовой норы в расширенной теории Хорндески.

Разработан метод вычисления функциональных интегралов в теориях, в которых функция Лагранжа выражается через производную Шварца. Предложен новый подход к построению непротиворечивой квантовой теории гравитации, в которой к действию Гильберта — Эйнштейна добавлены слагаемые, содержащие квадрат тензора кривизны пространства — времени. Показано, что в такой теории существует новая динамическая переменная, которая связана с конформным множителем метрического тензора. В результате вычислений фейнмановских интегралов по траекториям получено выражение для масштабного фактора ранней Вселенной.

Исследовано вакуумное взаимодействие топологических космических струн на малых расстояниях. Изучены теоретико-полевые эффекты в гравитационном поле многомерных черных дыр, глобальных монополей и космических струн. Исследованы эффекты поляризации вакуума в моделях контактных взаимодействий (в поле потенциала нулевого радиуса).

Предложен новый механизм генерации барионной асимметрии Вселенной, в котором лептонное число нарушается в осциллициях стерильных нейтрино, а затем передается обычным нейтрино через юкавские взаимодействия. Барионная асимметрия, то есть преобладание материи над антиматерией во Вселенной, появляется благодаря непертурбативным эффектам.

Системы многих взаимодействующих частиц

Предложена новая концепция рассмотрения систем многих взаимодействующих частиц в обобщенном фазовом пространстве, включающем в себя полный (бесконечный) набор кинематических величин всех порядков. Построена дисперсионная цепочка уравнений Власова и ее расширение — дисперсионная цепочка уравнений квантовой механики. В рамках единого описания в обобщенном фазовом пространстве, исходя из единственного первого принципа — закона сохранения вероятностей, получены обобщения фундаментальных уравнений из классической и квантовой физики, учитывающие высшие кинематические величины.

Теория фликкер-шума

Построена последовательная квантовая теория фликкер-шума в проводящих средах. Дано обобщение соотношения Винера–Хинчина на процессы с неограниченной автокорреляционной функцией, дано качественное объяснение и количественное описание наблюдаемых свойств фликкер-шума в высокотемпературных сверхпроводниках, полупроводниках и графене.

Методы математического моделирования

Разработаны алгоритмы построения асимптотик движущихся слоев в новых классах задач реакция-диффузия-адвекция. Доказаны теоремы существования и асимптотического приближения движущихся слоев в случае разрывных источников по пространственным переменным и при некоторых значениях искомой функции (так называемые модульные источники и коэффициенты адвекции).

Сформулирован новый подход, объединяющий вычислительные эксперименты с асимптотическим анализом, позволяющий получить достаточно точное описание процессов в двумерной и трехмерной эластографии.

Разработаны методы для решения задач восстановления распределения магнитной восприимчивости подземных тел по данным измерений магнитного поля на поверхности Земли.

Разработан и реализован программный комплекс, с помощью которого получены эффективные параметры волноведущих систем на основе метаматериалов, в частности, фотонных кристаллов. Комплекс позволяет рассчитывать усредненные эффективные параметры произвольных периодических диэлектрических и металлических метаматериалов с учетом как пространственной дисперсии, которой обладают большинство метаматериалов, так и частотной дисперсии.

Ведётся разработка программного комплекса, позволяющего моделировать явления дифракции на сложных телах в векторном трёхмерном случае. На данный момент имеется возможность строить численные решения задач дифракции на идеально проводящих телах и тонких экранах.

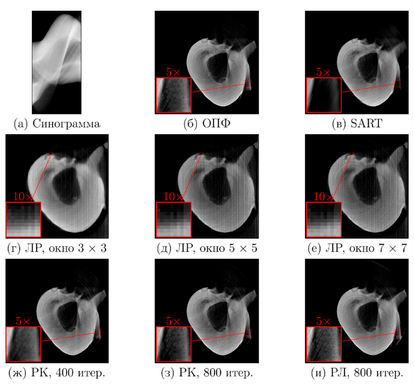
На основе математического моделирования объяснено явление изотермического пересыщения растворов в пористых средах.

Разработан программный пакет CompHEP, предназначенный для вычисления матричных элементов распада элементарных частиц или их рассеяния при высоких энергиях в рамках Стандартной модели.

Создан программный комплекс для моделирования и оптимизации динамики пучка многих взаимодействующих частиц для проектирования ускорительных комплексов, таких как циклотрон. Практическое применение разработанного программного комплекса было реализовано на ряде установок в различных странах Европы и Азии.

Предложены новые методы решения проблемы восстановления изображений по данным компьютерной томографии, основанные на теории измерительно-вычислительных систем и на сужении класса восстанавливаемых изображений за счет информации, не приводящей к возникновению артефактов.

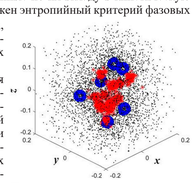
Построена теория и проведено моделирование гравитирующих Бозе-конденсатов, в том числе в экзотических астрофизических объектах.



Синограмма зуба (846 датчиков, 400 углов проецирования) и его изображения, восстановленные известными методами (обратное проецирование с фильтрацией прямоугольным фильтром), локальным методом редукции при изменении размера окна обработки и вариантом редукции измерения с использованием итеративных методов Качмажа и Ландвебера

Разработан эффективный численный метод получения решений уравнения Шредингера методом статистических испытаний, допускающий распараллеливание. Вычислительная процедура не лимитирована проблемой размерности волновой функции, характерной для традиционной постановки задачи численного решения уравнения Шредингера.

Разработан математический метод анализа фазовой траектории динамики молекулярных кластеров воды, позволяющий выделить коллективные моды движения частиц в кластере, упорядоченные по их вкладу в кинетическую энергию кластера. На его основе предложен энтропийный критерий фазовых переходов в исследуемых кластерах, он может быть использован при изучении фазовых переходов слабосвязанных атомных и молекулярных систем.



Пример расчета облаков рассеяния квантовых частиц гексамера воды

Разработан новый метод решения задачи определения скорости тяжелого иона в рамках формализма субъективного моделирования, позволяющий получать несмещенные оценки масс и скоростей тяжелых ионов. Метод прошел апробацию в Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований (Дубна) на реальных ядерно-физических данных.

Теория обработки больших данных

Разработана алгебраическая формализация распределенной обработки больших данных, в рамках которой было определено понятие информационного пространства для заданной процедуры обработки данных и доказано существование наименьшего информационного пространства, обеспечивающего самую компактную форму накопления информации и позволяющего наиболее эффективно распараллелить обработку. Показано, что в терминах информационного пространства естественным образом выражаются понятия сложения информации и качества информации.

Физико-математические методы управления

Получены необходимые условия экстремума задачи оптимального быстродействия в системе несинхронных осцилляторов с ограничением на управление. Доказана сильная достижимость и глобальная управляемость системы. Найдены достаточные условия непрерывности критерия по параметру задачи и найдены алгебраические уравнения для определения моментов переключений.

Рассмотрена модель системы, состоящей из атакующего объекта, носителя и автономных источников широкополосных помех. Имитационное моделирование позволило сравнить разные способы управления носителем и источниками широкополосных помех при заданном способе управлении атакующим.

Проведено исследование электрогидравлического эффекта для формирования периодических импульсных гидроакустических сигналов для зондирования геосреды. Исследована возможность использования мехатронных систем для организации эффективного противодействия скоординированному действию торпед противника.

Предложена стратегия ситуационно-целевого управления сложными динамическими многорежимными процессами, а также разработаны методы управления мехатронными подвижными объектамина основе методов «гибких» полиномиальных и кинематических траекторий, методов виртуальных силовых полей, а также методов вычислительного интеллекта применительно к задачам одиночного и группового управления мобильными роботами и беспилотными летательными аппаратами. Предложен новый алгоритм адаптивного светофорного регулирования, осуществляющий скоординированное централизованное управление на участке дорожно-транспортной сети методом предиктивного управления.

Проведено исследование динамики сред, обладающих внутренней структурой, которая является средой, образованной жесткими микроэлементами. Получена полная система дифференциальных уравнений для общих сред с внутренней структурой, основанная на законах сохранения импульсов (аналог уравнений Навье — Стокса), массы, энергии и термодинамических уравнений сплошной среды.

Рассмотрена система дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка гиперболического типа, описывающая процесс фильтрации суспензии в пористой среде. Найдены необходимые и достаточные условия приведения этой системы к системе с постоянными коэффициентами. Для уравнения одномерной фильтрации в неоднородной пористой среде построена конечномерная динамика второго порядка и соответствующее ей точное решение для любого коэффициента фильтрации.

Цифровой стенд реального времени на компьютерах Speedgoat Performance (Швейцария)

Разработаны и промоделированы в реальном времени новые методы и системы идентификации и управления положением, током и формой плазмы для сферического и D-образного токамаков.

Оптика и физика колебаний

Оптика метаматериалов, наноплазмоника и магнитоплазмоника

Исследованы свойства нового класса квантово-коррелированных состояний излучения — оптико-терагерцовых бифотонных полей, рождающихся при сильно-невырожденном параметрическом рассеянии. Разработаны квантовые методы фотометрии излучения и спектроскопии сред в терагерцовом диапазоне частот. Созданы терагерцовые фотопроводящие антенны и эффективные преобразователи частоты на основе топологических изоляторов. Обнаружено гигантское усиление нелинейных оптических и магнитооптических эффектов в нано- и магнитоплазмонных структурах. На основе новых нелинейно-оптических методик была реализована диагностика структурных, магнитных и резонансных свойств метаматериалов и фотонных кристаллов, разработаны новые метаматериалы, обеспечивающие сверхбыстрое управление светом и магнитооптическим откликом.

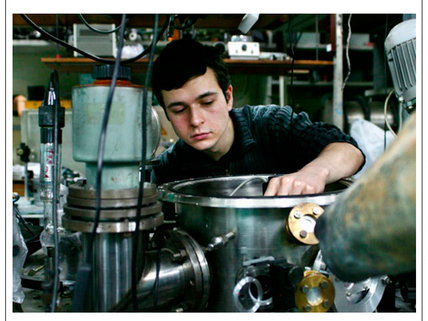
На основе генерации магнитоиндуцированной второй гармоники развиты нелинейно-оптические методы визуализации тороидного момента намагниченности, нетривиальных магнитных состояний, анизотропии магнитных свойств и низкодобротных плазмонных резонансов в субволновых наноструктурах. Продемонстрирована высокая чувствительность нелинейно-оптического отклика для исследования неоднородной намагниченности метаматериалов. Экспериментально показано, что метод генерации магнитоиндуцированной второй гармоники позволяет исследовать слабые плазмонные резонансы в магнитных структурах, наблюдение которых другими методами затруднено.

Предложен дизайн и исследована серия гетероструктур, представляющих собой тонкие пленки кобальта на поверхности опала и сочетающих в себе магнитные, фотоннокристаллические и плазмонные свойства. Показано, что существуют частотно-угловые области, в которых наблюдаются одновременно и аномальное пропускание, и усиление поперечного магнитооптического эффекта (примерно на порядок, по сравнению с однородной пленкой кобальта той же эффективной толщины), обусловленные возбуждением поверхностных плазмон-поляритонов. Показано, что наличие поверх кобальта тонкой пленки серебра увеличивает резонансный магнитооптический отклик в два раза.

Впервые проведена спектроскопия интенсивности и фазы второй гармоники в метаповерхности, представляющей собой массив трехслойных нанодисков Au/MgF_2/Au, расположенных в узлах квадратной решетки. Обнаружено усиление интенсивности квадратичного нелинейно-оптического сигнала примерно на порядок и изменение фазы ВГ на 360° в области возбуждения магнитодипольного резонанса. Предложена интерпретация наблюдаемых эффектов в терминах магнитодипольных компонент тензора квадратичной восприимчивости.

Впервые экспериментально исследованы особенности оптического и нелинейнооптического отклика квазидвумерной хиральной метаповерхности. Структуры представляли собой массивы винтообразных отверстий в серебряной мембране субволновой толщины, обладающие, как целое, вращательной симметрией 3-го, 4-го, 5-го и 6-го порядка. Показано, что исследуемые резонансные структуры сочетают в себе аномальное пропускание, и высокую оптическую активность, резонансная величина циркулярного дихроизма достигает десятков процентов. Обнаружено, что знак и величина циркулярного дихроизма как в линейном отклике, так и в нелинейно-оптическом, определяется вращательной симметрией массива.

Проведено детальное исследование оптических и магнитооптических эффектов в гиперболических метаматериалах (ГММ) на основе массивов металлических наностержней в диэлектрической матрице. Наблюдалось гигантское двулучепреломление в ГММ, обусловленное анизотропией оптических свойств и недостижимое в естественных средах — разница показателей преломления обыкновенного и необыкновенного луча в оптическом диапазоне достигает нескольких единиц. Такой эффект перспективен для создания на базе ГММ миниатюрных преобразователей поляризации электромагнитного излучения. Показано, что с помощью композитных магнитных ГММ такие устройства можно сделать магнитоуправляемыми.

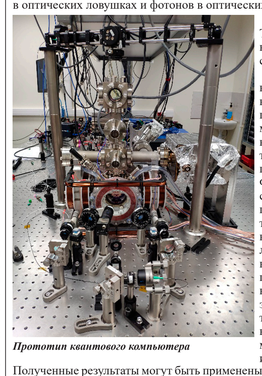


Старший научный сотрудник кафедры общей физики и волновых процессов Иванов К.А. проводит эксперимент с сверхсильными лазерными полями

Показана возможность создания эффективных компактных источников перестраиваемых сверхкоротких импульсов, умножителей частоты и оптических переключателей на основе фотонно-кристаллических волокон. Развита методика генерации импульсов с длительностью менее одного периода колебаний электрического поля в ближнем и среднем инфракрасном диапазонах.

Квантовые технологии

Созданы прототипы квантовых компьютеров на основе одиночных атомов в оптических ловушках и фотонов в оптических интегральных схемах.



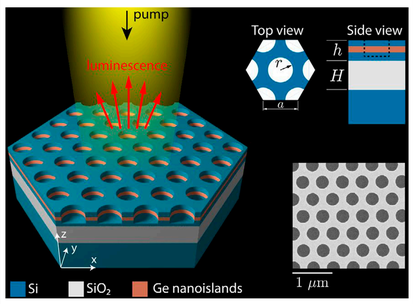
Прототип квантового компьютера

Совместно с ОАО ИнфоТеКС разработана и построена Университетская квантовая сеть (20 узлов, 50 км).

В рамках работ по квантовым вычислениям сформирован протокол формирования перепутанных состояний между спинами электронов в системе связанных квантовых точек и циркулярно поляризованными фотонами. Формирование перепутанных состояний происходит благодаря сильному спин-орбитальному взаимодействию в квантовых точках. Проанализированы эффекты, влияющие на величину степени перепутанности и исследованы особенности временной эволюции степени перепутанности, обусловленные наличием взаимодействия между квантовыми точками и неидеальностью полости. Полученные результаты могут быть применены для нужд современных квантовых технологий.

Лазерные системы и волоконно-оптические линии связи

Создан лазерный ультразвуковой дефектоскоп, позволяющий осуществлять неразрушающую диагностику структуры и свойств металлов и композитов, применяемых в критически важных отраслях промышленности. Его работа основана на лазерном возбуждении подповерхностной ультразвуковой волны и ее последующей регистрации пьезоэлектрическим приемником. Дефектоскоп способен обнаружить мельчайшие внутренние дефекты с точностью до сотых долей миллиметра.



Модель компактного поляритонного лазера на основе хирального полупроводникового брэгговского микрорезонатора

Аспиранты и студенты физического факультета на научной стажировке в лаборатории НТЦ Т8 отлаживают экспериментальный макет высокоскоростной системы волоконно-оптической связи

Теоретически разработан компактный поляритонный лазер на основе хирального полупроводникового брэгговского микрорезонатора с электрической (диодной) накачкой. Знак циркулярной поляризации контролируется типом хирального фотонно-кристаллического слоя на верхнем зеркале микрорезонатора и изменяется на противоположный в зеркально симметричной структуре.

Развита модель нелинейного интерференционного шума в волоконно-оптических линиях связи, установлен характер накопления и разработана методика ослабления нелинейного шума в длинных линиях связи. Результатом проведенных исследований стало достижение рекордной дальности (6000 км) без-регенерационной передачи информации в наземных линиях связи при суммарной скорости 8 Тбит/с.

Взаимодействие лазерного излучения с веществом

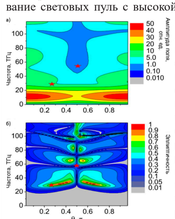
Исследованы кластеры и наноагрегаты, образующиеся при газодинамическом расширении среды в вакуум, а также особенности генерации обладающих высокой энергией электронов и ионов и жесткого рентгеновского излучения. Продемонстрирована возможность лазерной очистки мишеней для эффективного ускорения тяжелых многозарядных ионов. Впервые наблюдалось формирование потока быстрых отрицательных ионов при воздействии на твердотельные мишени интенсивного фемтосекундного лазерного излучения и гамма распада изомерного состояния Ta-181 с энергией 6.2 кэВ, а также конверсионного распада состояния Fe-57 с энергией 14.4 кэВ, при их возбуждении в лазерной плазме.

Создана нелинейная поляризационная сингулярная оптика сред, демонстрирующих нелокальный нелинейно оптический отклик вещества на внешнее световое поле. Исследовано изменение поляризации пучков и импульсов, взаимодействующих в нелинейных средах, изучена возможность появления сингулярностей поляризации распространяющегося излучения в задачах параксиальной оптики и при взаимодействии эллиптически поляризованного света с нанообъектами.

Предсказан квадратичный рост эффективности генерации выделенных групп гармоник в средах, представляющих собой набор газовых струй, взаимодействующих с двухчастотными лазерными полями, образованными первой и второй гармониками лазерного источника, при возрастании его длины волны. Показано, что при уменьшении ширины газовых струй, положение пика усиленных гармоник смещается в коротковолновую область спектра, амплитуда пика возрастает. Исследована генерация гармоник высокого порядка в газовых средах, находящихся вблизи периодической решетки, взаимодействующей с лазерным полем в условиях возбуждения плазменного резонанса. Показано, что усиление лазерного поля над поверхностью решетки приводит к существенному увеличению эффективности генерации гармоник и расширению спектра генерируемого излучения.

Изучены механизмы генерации произвольно поляризованного когерентного излучения терагерцового, ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов длин волн атомарными системами, взаимодействующими с интенсивными многокомпонентными произвольно поляризованными лазерными полями, а также развиты методы управления характеристиками (эффективностью, состоянием поляризации, частотно-угловым спектром) такого излучения.

Теоретически исследовано и экспериментально зарегистрировано образование световых пуль с высокой плотностью мощности в фемтосекундном лазерном импульсе в условиях аномальной дисперсии групповой скорости. Минимальная длительность световой пули составляет около двух периодов осцилляций светового поля. Исследованы закономерности формирования световых пуль с высокой плотностью энергии при экстремальной пространственно-временной компрессии фемтосекундного излучения среднего инфракрасного диапазона в прозрачных диэлектриках. Недавно показано, что постфиламент на протяженной трассе является источником инфракрасного суперконтинуума и может инициировать высоковольтный разряд. Впервые выполнено самосогласованное моделирование терагерцовой генерации при филаментации во внешнем постоянном поле и предсказано формирование кольцевых распределений высокочастотного терагерцового излучения, зарегистрированных недавно в эксперименте.

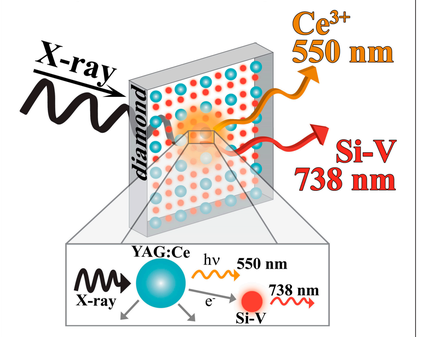


Генерация эллиптически поляризованного терагерцового излучения в двухчастотных лазерных полях, взаимодействующих с атомом аргона

Синхротронное излучение

Построена теория синхротронного излучения с учетом аномального магнитного момента излучающей частицы и возможного нарушения CPT- и лоренц-инвариантности.

Разработана аналитическая модель эволюции мощности гармоник спонтанного и вынужденного излучения ондуляторов в лазерах на свободных электронах (ЛСЭ), получившая подтверждение экспериментальными данными в спектральном диапазоне от видимого до рентгеновского.



Схематическое изображение процессов формирования изображения в композитном экране на основе CVD алмаза со встроенными наночастицами

По исследованиям различных классов соединений методами люминесцентной спектроскопии с использованием синхротронного излучения получены следующие результаты: предложены модели, объясняющие механизмы формирования квантового выхода и кинетики люминесценции твердых растворов; разработаны композитные материалы на основе CVD алмаза со встроенными наночастицами для регистрации высокоинтенсивных рентгеновских потоков; оценены перспективы создания пикосекундных сцинтилляторов на основе гибридных органо-неорганических перовскитов; продемонстрированы возможности метода люминесцентного Z-скана для оценки вкладов областей треков с различной плотностью электронных возбуждений, создаваемых высокоэнергетическими частицами или фотонами, в выход и кинетику сцинтилляционного отклика.

Акустика

Обнаружена тепловая самофокусировка ультразвука в идеальной среде без поглощения, которой нет в нелинейной оптике и других разделах физики нелинейных волн, установлена предельная интенсивность (эффект насыщения) при фокусировке акустических импульсов, явления в разрывных волнах, в частности, поведение ударных волн разрежения. Проведено обобщение точного решения Ландау-Слезкина уравнений гидродинамики, допускающее переход к идеальной жидкости и снимающее дефект нулевого потока массы затепленной струи. Развита теория физики сильно нелинейных волн.

Важные результаты получены в области прикладной гидроакустики, акустики органических инструментов и концертных залов, физической акустики твердых тел, нелинейной акустодиагностики, теории дифракции, аэроакустики и других направлений современной акустики.

Предсказаны и исследованы новые эффекты в акустооптике: многократное брэгговское рассеяние света, квазиколлинеарное акустооптическое взаимодействие, аномальное отражение акустических волн, анизотропная дифракция света в средах с акустической анизотропией. Предложены и реализованы новые методы обработки оптических сигналов: акустооптическая пространственная фильтрация изображений, визуализация оптического волнового фронта, управление характеристиками акустооптической дифракции с помощью внешнего воздействия.

Радиофизика

Создана универсальная широкополосная система связи для применений с беспилотными летательными аппаратами в условиях городской и полевой связи. Разработаны радиорелейные линии миллиметрового диапазона длин волн, не имеющие международных аналогов по скорости и дальности передачи информации (20 Гбит/с на расстоянии 25 км).

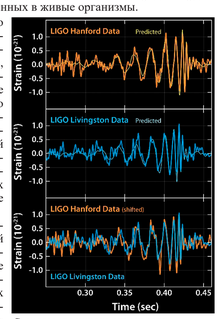
На основе развитой теории многослойных интерференционных структур, обладающих уникальными волновыми свойствами, создан не имеющий аналогов двухволновый ИК- радиометр, позволяющий дистанционно измерять температуру сильно нагретых объектов в сильно загазованной и влажной среде, в том числе и быстро истекающих (выше скорости звука) газовых потоков, а также высокочувствительные и широкополосные кроссмодуляционные приемники ИК-излучений в ближнем и среднем ИК-диапазоне, которые внедренны в различные отрасли отечественной промышленности.

СКИЙ ФИ

ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Создан и испытан многолучевой клистрон с выходной мощностью 6 МВт и КПД 62%, что на 15-20% выше КПД лучших зарубежных аналогов. Разработана технология беспроводной передачи энергии для подзарядки кардиостимуляторов и имплантов, вживленных в живые организмы.

Теоретически исследовано вынужденное излучение электронных пучков в пространственно-ограниченной плазме, работа плазменных СВЧ-генераторов, черенковские плазменные источники электромагнитного излучения субтерагерцового диапазона. Реализованы СВЧ усилители и генераторы с плазменной замедляющей системой, обеспечивающие значительную перестройку частоты излучения (до двух раз) при субгигаваттном уровне мощности.



Сигналы гравитационных волн от слияния черных дыр, принятые детекторами LIGO

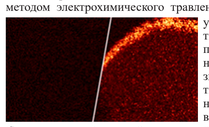
Созданы механические колебательные системы с рекордной добротностью для гравитационно-волновых детекторов, компактные микрорезонаторы для телекоммуникационных и навигационных технологий, решены фундаментальные и технологические проблемы, препятствующие увеличению чувствительности этих приборов.

Получены оценки силы эффекта самокомпенсации ошибок в толщинах слоев многорезонаторных узкополосных оптических фильтров при их производстве с использованием контроля толщин напыляемых слоев по методу поворотной точки.

Биофизика и медицинская физика

Биомедицинские технологии

Показана возможность использования кремниевых наночастиц, сформированных методом пикосекундной лазерной абляции в качестве биомаркеров в приложениях оптической когерентной томографии. При облучении мощными лазерными импульсами вместо используемых обычно кристаллических пластин кремния использовались плёнки пористого кремния, полученные методом электрохимического травления. Это позволило в несколько раз увеличить массовый выход наночастиц. Разработанный метод позволяет получать кремниевые наночастицы необходимого размера, которые не оказывают вредного воздействия на живые ткани и хорошо выводятся из организма. Использование данных частиц в качестве биомаркеров позволит увидеть скрытые в непрозрачной среде организма структурные неоднородности, например, опухоли.



Слева прозрачный агаровый гель без биомаркеров, справа — с внедрёнными кремниевыми наночастицами

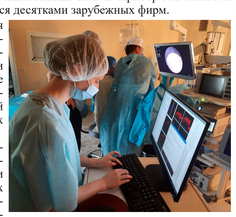
Синтезированы наночастицы оксида железа, стабилизированные олеиновой кислотой/олеатом натрия, которые могут использоваться при лечении опухолей с помощью магнитной гипертермии. Подтверждена эффективность магнитной гипертермии для лечения трансплантированной карциномы.

Разработан метод изготовления нанобиосенсорной системы на основе полевых транзисторов с каналом-нанопроводом, в которую интегрированы терморегулирующие устройства. Предлагаемая система позволяет поддерживать необходимые температурные режимы в биоаналитических исследованиях.

Изучено влияние наноалмазов на структуру и функцию белков плазмы и окигенацию и микрореологические свойства эритроцитов.

Одним из ярких достижений является изобретение эластографа, прибора для измерения сдвигового модуля упругости — наиболее чувствительного параметра патологически измененных мягких тканей. Прибор запатентован и в настоящее время производится десятками зарубежных фирм.

Развиты методы исследования глубоколежащих тканей головного мозга с использованием волоконно-оптических сенсоров и нейроинтерфейсов, позволившие проводить измерения функциональной активности и патологий свободно движущихся животных в режиме *in vivo*.



Сотрудники кафедры квантовой электроники проводят оптическую диагностику в ходе операционного процесса

Выполнены фундаментальные работы по синтезу и исследованию свойств одномерных и квазиодномерных углеродных структур, разработана теоретическая модель структуры карбина, создана технология получения углеродных покрытий, обладающих высокими биосовместимыми и антибактериальными свойствами, в том числе созданы биосовместимые покрытия для соседних хирургии.

Исследованы механизмы токсического воздействия ионов тяжёлых металлов на белки и ферменты. Проанализировано взаимодействие различных белков с наночастицами, используемыми для различных медицинских приложений.

Рефлектометр-офтальмоскоп, предназначенный для неинвазивного контроля состояния внешних отделов глаза человека

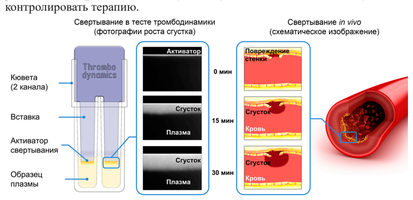
Разработаны неинвазивные методы измерения искажений изображения глазом человека, создан медицинский прибор-динамический аберрометр.

Создан терагерцовый рефлектометр-офтальмоскоп, предназначенный для неинвазивного контроля состояния внешних отделов глаза человека. Прибор позволяет определять *in-vivo* в динамике гидратацию роговичной ткани глаза человека и контролировать толщину слезной пленки.

Созданы биосовместимые нанокомпозитные коллоидные липидные везикулы, в мембраны которых встроены наночастицы магнетита и золота, содержащие капсулированный противоопухолевый препарат доксорубицин. Показано, что выход доксорубицина из таких везикул эффективно инициируется ультракороткими импульсами внешнего электрического поля.

Тромбодинамика

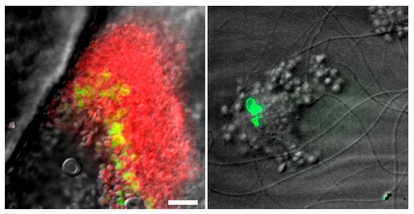
Разработан метод тромбодинамики — исследование динамики роста тромба в режиме «онлайн», — разработанный сотрудниками физического факультета в содружестве с ведущими российскими клиническими центрами, показал высокую чувствительность и специфичность, позволяя детектировать как гипер-, так и гипокоагуляцию у пациентов с COVID-19 и успешно контролировать терапию.



Свертывание крови в тесте тромбодинамики

Разработана концепция иерархических математических и компьютерных моделей неравновесных процессов структурообразования в ходе гемостатического ответа. Было показано, что растущий тромб может быть рассмотрен как нелинейная динамическая система. Гидродинамические силы способны останавливать его рост и препятствовать окклюзии сосуда, если размер тромба меньше порогового значения. Помимо этого, показано, что гидродинамические силы способствуют «переключению» тромбоцитов в активное состояние путем механического растяжения белков клеточной адгезии.

Показано, что механическое сжатие тромба приводит к вытеснению умирающих тромбоцитов на его поверхность, что может влиять механическую стабильность сгустка.



Перераспределение клеток в тромбах

Биокинетика наночастиц

Разработаны новые уникальные методики исследования и математического моделирования биокинетики наночастиц серебра, золота, селена, диоксида титана и углеродных нанотрубок в живых организмах. Установлено, что наночастицы серебра способны избирательно накапливаться в головном мозге, тестикулах и легких, а также оказывать негативное влияние на когнитивные функции. При этом, серебро в ионной форме не проявляет выраженной нейротоксичности.

Молекулярные биологические машины

Разработано представление о сопряженном нарушении симметрии и смене формы энергии при движении молекулярной машины по рабочему циклу в ходе совершения «полезной работы».

Предложен и обоснован новый механизм сборки тубулиновых микротрубочек (функционирующая на пространственных масштабах от нанометров до десятков микрометров и на временных масштабах от микросекунд до часов), а также новый механизм переключения микротрубочек от сборки к разборке. Теоретически описан процесс генерации силы микротрубочкой для транспорта хромосом во время деления клеток.

С помощью вычислительных и экспериментальных подходов найдены новые перспективные соединения, нарушающие взаимодействия микротрубочек и белков, обеспечивающих прикрепление микротрубочек к хромосомам. На основе этих соединений разрабатываются средства противоопухолевой химиотерапии нового принципа действия, обладающие существенно сниженной токсичностью.

Поляризационная микроскопия в клеточных технологиях

Разработан метод оценки внешних морфологических параметров клеток и их внутренней структуры с помощью поляризационной микроскопии. Показано, что при таком исследовании клетки могут сохраняться живыми.

Криобиология

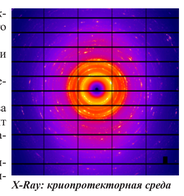
Развиты методические подходы к эффективному криохранению биологического материала.

Предложены новые режимы заморозки и новые составы криопротекторных сред.

Изучены физико-химические характеристики криопротекторных сред.

Методом рентгеноструктурного анализа исследовано влияние отдельных компонент среды для криоконсервации на формирование кристаллов.

Создана математическая модель, описывающая механизм проникновения глицерина в клетки в качестве криопротектора.



X-Ray: криопротекторная среда

Физика низкоразмерных систем и конденсированного состояния вещества

Наноэлектроника

Созданы прототипы солнечных элементов на основе гетероперехода аморфный гидрогенизированный кремний — монокристаллический кремний, характеризующиеся высокой эффективностью преобразования солнечного излучения. Продемонстрирована возможность получения эффективной электролюминесценции на таких структурах.

Разработана методика детектирования водорода с помощью нанокомпозита In_2O_3/ZnO при комнатной температуре. Созданы прототипы сенсоров, в которых вместо нагрева используется освещение чувствительного элемента зелёным светом. Это позволяет существенным образом снизить энергопотребление и обеспечивает возможность использования сенсора для детектирования малых концентраций различных горючих и взрывоопасных веществ в атмосфере.

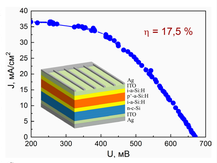


Схема солнечного элемента и его вольт-амперная характеристика

Продемонстрирована возможность оптической записи информации на поверхности халькогенидных стеклообразных полупроводников, таких как GeSbTe (GST), с помощью фемтосекундных лазерных импульсов.

Схема распределения аморфной и кристаллической фазы в облучённых образцах GST и СЭМ изображения их поверхности

Использование предлагаемой технологии записи открывает возможность увеличения в несколько раз плотности кодирования информации на единицу площади. Подбор режимов облучения позволяет не только записывать, но и перезаписывать информацию за счет обратимых лазерно-индуцированных переходов из кристаллической фазы в аморфную.

Синтез и диагностика твердых тел и наноструктур

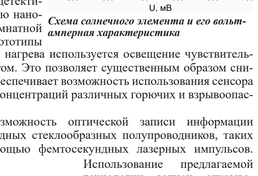
Создана технологическая база для выращивания монокристаллов и синтеза керамических образцов высокотемпературных сверхпроводников, низкоразмерных магнетиков и топологических изоляторов. Получен ряд фундаментальных результатов по этим направлениям, включая обнаружение и исследование спиновой жидкости в уникальных неорганических соединениях с решеткой квадратного кагоме.

Разработаны методы получения динатронного покрытия с углеродными нанотрубками, подавляющего эффект изменения тока в электровакуумных приборах. Разработанные композитные материалы на основе полимерных матриц с включением углеродных нанотрубок, в том числе ориентированных углеродных нанотрубок, могут быть использованы в качестве функциональных и конструкционных материалов для наноструктур.

Разработан новый оригинальный метод определения положения энергетических уровней спиновых центров (дефектов) в запрещенной зоне полупроводниковых наноматериалов с помощью электронного парамагнитного резонанса.

Разработана теория и созданы экспериментальные устройства для реализации 3D сканирующей электронной микроскопии рельефа поверхности микроструктур и томографии многослойных наноструктур, создана теория кинетики радиационной зарядки диэлектриков.

Разработана методика определения энергетического спектра полупроводниковых гетероструктур. Обнаружен эффект зависимости направления фототока от длины волны возбуждения (фоторевертивный эффект), перспективный для диагностики качества гетероструктур в процессе роста.



Динатронные покрытия (вверху) и проводящие композитные (внизу) материалы под микроскопом

Разработан, изготовлен, апробирован и внедрен в серийное производство комплекс из 19 типов аппаратуры для рентгеноструктурных исследований.

Разработана методика дифференциальной конверсионной мессбауэровской спектроскопии.

Разработан и экспериментально реализован рентгендифракционный метод контроля управляемых атомных смещений.

Предложен метод создания перспективных материалов для твердотельного магнитного охлаждения.

Физика магнитных явлений

Выявлены различия в процессах магнитного фазового перехода, индуцируемого нагревом от внешнего магнитного поля в тонкой пленке сплава железо-родий (FeRh). Результаты работы помогут сформулировать теорию магнитных фазовых переходов, а также лягут в основу твердотельных охлаждающих систем.

В композитной двухслойной структуре на основе пьезополимерного слоя и слоя магнитного эластомера с железными микрочастицами исследован магнитоэлектрический эффект в градиентном переменном магнитном поле. Получено резонансное усиление эффекта, зависящее от состава магнитоэластомерного слоя, в частности, от концентрации частиц, толщины слоя и его модуля упругости, а также обнаружена зависимость от амплитуды переменного поля и величины внешнего однородного магнитного поля смещения. Определены условия линейного усиления эффекта, а также обнаружено уменьшение резонансной частоты при увеличении поля смещения.

Показана возможность получения редкоземельных составов с 3d- и 4f-металлами, а также их гидридов, с высокими значениями магнитокалорического эффекта и магнитострикции в заданной области температур. Экспериментально продемонстрировано, что намагниченность структурно изотропных ферромагнитных пленок приводит к возникновению анизотропии интенсивности второй гармоники.

Создан новый класс магнитоактивных эластомеров (МАЭ) на основе молекулярных щеток, которые воспроизводят вязкоупругий отклик живых тканей и демонстрируют гигантский магнитореологический эффект.

Созданы гибридные МАЭ, демонстрирующие гигантское изменение диэлектрической проницаемости и проводимости при намагничивании.

Разработаны теоретические подходы для описания магнитного отклика МАЭ.

Разработан магнитный фиксатор сечатки шлаза на основе МАЭ.

Обнаружено влияние размерных эффектов и совершенства структуры на намагниченность наночастиц.

Усовершенствована технология создания элементов магнитной памяти.

Ядерная физика, физика плазмы и физика элементарных частиц

Физика ядра

Получены ориентационные характеристики возбужденных состояний легких ядер и даны предсказания относительно стабильности протон-избыточных гиперядер.В частности, теоретически предсказано существования тетранейтрона — резонанса в системе четырех нейтронов, получившее надежное экспериментальное подтверждение.

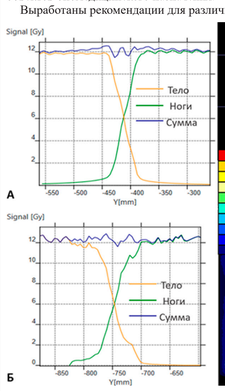
Создан жидкий сцинтилляционный детектор нейтрино, предназначенный для мониторинга работы ядерного реактора по регистрации реакторных антинейтрино.

Предложен метод расчета энергий связи тяжелых и сверхтяжелых ядер.

Радиационная физика

Разработаны алгоритмы и методы, позволяющие оптимизировать равномерность и однородность радиационной обработки продуктов питания и объектов биомедицинского назначения.

Выработаны рекомендации для различных видов лучевой терапии.



Профиль поглощенной дозы в области наложения радиационных полей и распределение дозы в коронарной плоскости пациента для медицинских линейных ускорителей: а) TomoTherapy и б) Elekta

Элементарные частицы и физика высоких энергий

В рамках работы международных коллабораций внесен определяющий вклад в получение таких важнейших результатов, как открытие одиночного электрослабого рождения топ-кварка в протон-антипротонных столкновениях на коллайдере Тэватрон и открытие бозона Хиггса с массой 125 ГэВ на Большом адронном коллайдере, измерение характеристик рождения топ-кварка в pp- и PbPb-столкновениях, а также редких распадов B-мезонов на пару мюонов.

Ведутся активные работы по созданию сверхпроводящего коллайдера протонов и тяжёлых ионов в рамках реализации Мегасайенс-проекта NICA на базе Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ). В рамках эксперимента BM@N по исследованию барионной материи создан трековый детектор и проведен первый сеанс по набору статистики.

В рамках работы международных коллабораций в эксперименте на детекторе CLAS12 определено сечение электророждения пар заряженных пионов на протонах в области масс нуклонных резонансов до 2.0 ГэВ.

Строящийся в Дубне сверхпроводящий коллайдер протонов и тяжёлых ионов NICA. Сотрудники физического факультета и НИИЯФ МГУ являются ключевыми участниками экспериментов BM@N, MPD, SPD.

Проанализированы результаты экспериментов на электрон-позитронных коллайдерах Belle, BaBar и BES III, в которых были открыты тетракварки Y (экзотические мезоны), образующие семейство из четырех частиц, каждая из которых состоит из двух кварков и двух антикварков. На основе дикварковой модели предсказано существование новых тетракварковых состояний с предсказанием их масс и квантовых чисел.

Физика плазмы

Разработан ряд автоматизированных систем и сенсоров для диагностики низкотемпературной плазмы, в том числе, плазмы, используемой в современных высокочастотных плазмохимических реакторах травления и осаждения.

Создан диагностический комплекс измерения полноты сгорания, степени ионизации и температуры пламени, возникающего в условиях плазменно-стимулированного горения газообразного и жидкого углеводородного топлива в дозвуковых и сверхзвуковых воздушных потоках в свободном пространстве и внутри гладких аэродинамических каналов различной конфигурации.

Исследовано влияние плазмы наносекундных разрядов на процессы сверхзвукового обтекания, на ударные волны, вихревые структуры, зоны отрыва потока, на теплообмен с обтекаемой поверхностью во внутренних и внешних аэродинамических течениях.

Астрономия и физика космоса

Галактическая астрономия и космическая физика

Предложен оригинальный метод определения радиусов, величины межзвёздного поглощения и светимости пульсирующих переменных звёзд — цефеид, опирающийся на данные многоцветной фотометрии, лучевые скорости и мультифазные измерения эффективных температур. Определены точные значения поглощения и светимости более 45 цефеид и выведена новая зависимость «период–светимость», лежащая в основе современной универсальной шкалы расстояний во Вселенной.

По данным эксперимента TAIGA, восстановлен энергетических спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности, достаточно хорошо совпадающий с мировыми данными в области 5-100 ТэВ.

В эксперименте НУКЛОН определен спектр космических лучей (КЛ) по энергии и зарядам частиц до энергий $3 \cdot 10^{12}$ - $8 \cdot 10^{14}$ эВ, определен химический состав КЛ от 10^{12} до энергий ~ 10^{15} эВ и спектр никеля в составе КЛ при энергиях выше $2 \cdot 10^{12}$ эВ/частица, а также найден ряд важных особенностей в составе КЛ, которые в настоящее время нуждаются в общепринятой астрофизической интерпретации.

Приборы, созданные для радиационных измерений в космосе, устанавливались на борту орбитальных пилотируемых станций САЛЮТ, МИР в течение всего времени их существования, а также на космических объектах специального назначения. С 2001 года созданная дозиметрическая аппаратура, обеспечивает радиационную безопасность космонавтов на борту МКС, в этом году начата разработка системы радиационного контроля для новой Российской орбитальной станции. Спектрометр космических излучений СКИФ-ВЭ входит в состав целевой аппаратуры на борту космических аппаратов серии «Арктика-М», «Метеор-М», «Электро-Л».

Создана научная аппаратура для малых космических аппаратов типа кубсат (детектор космической радиации и гамма-трансгрессоров, прибор для измерения потоков солнечных энергичных частиц и частиц внутреннего радиационного пояса и др.).

Проведено моделирование воздействия факторов космического пространства на материалы и разработаны защитные покрытия для космических аппаратов. В частности, разработанную физико-математическую модель Coulomb, международная организация по стандартизации ISO рекомендовала к использованию для расчетов электризации КА.

Разработан механизм эволюции для спутников и астероидов, состоящих из каменного ядра и ледяной оболочки. Это позволило объяснить загадку существования мощного горного хребта на спутнике Сатурна Япете .

Разработаны модели движения и эфемериды естественных спутников планет. Создана и поддерживается уникальная мировая база данных всех наблюдений всех спутников больших и малых планет, имеющая фундаментальное и прикладное значение для изучения кинематики и физики планет и их спутников.

Для восстановление гравитационного поля Земли по спутниковым данным, его вариаций в пространстве и во времени разработано программное обеспечение для моделирования и обработки реальных данных: измерений межспутникового расстояния между двумя космическими аппаратами и компонент тензора гравитационного потенциала Земли.

Разработаны новые методы в небесной механике для решения актуальных задач по эволюции орбит небесных тел, в частности, на основе прецессирующих колец Гаусса. Раскрыта загадка существования острых локальных минимумов на кривых вращения у плоских галактик. Рассчитана вековая прецессия кольца вокруг планеты Хаумеа.

Разработан механизм эволюции для спутников и астероидов, состоящих из каменного ядра и ледяной оболочки. Это позволило объяснить загадку существования мощного горного хребта на спутнике Сатурна Япете.

Разработаны модели движения и эфемериды естественных спутников планет. Создана и поддерживается уникальная мировая база данных всех наблюдений всех спутников больших и малых планет, имеющая фундаментальное и прикладное значение для изучения кинематики и физики планет и их спутников.

Введение в строй телескопов и разработка приборов для астрономического учебно-научного комплекса «Кавказская горная обсерватория МГУ»

Закончена модификация и наладка 2.5-м телескопа Кавказской горной обсерватории (КГО) МГУ. Разработаны и созданы следующие оригинальные приборы для наблюдений на 2.5-м телескопе КГО: для фотометрии объектов до 18-20 звездной величины и для спектральных наблюдений низкого разрешения объектов ярче 15 звездной величины, а также для наблюдений и классификации оптических транзиентов (нестационарных галактических и внегалактических объектов). Исследован ряд массивных и маломассивных рентгеновских двойных систем с черными дырами. Изучены свойства фотосфер звёзд и особенности звездообразования в некоторых карликовых спутниках нашей Галактики.

2.5-м телескоп Кавказской горной обсерватории МГУ

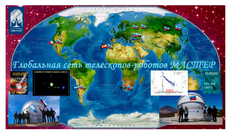
Штатный спектрограф ТДС для 2.5-м телескопа МГУ

Мониторинг транзиентных космических явлений глобальной сетью роботов-телескопов МАСТЕР

Впервые определена постоянная Хаббла по измерению гравитационно-волнового импульса и детектирован всплеск-сирота (orphan GRB) на стадии роста.

Обнаружен оптический источник GRB 161017A. Выполнены синхронные наблюдения быстрых радиовсплесков в рамках самого масштабного (155093 изображений с общим временем экспозиции 31.3 дня) оптического мониторинга одного из ближайших радио-всплесков FRB 180916.J0158+65.

Исследованы многочисленные оптические транзиенты, в том числе уникальная яркая Красная Новая, затменный поляр, блазары и квазары, сверхновые, самая долгопериодическая затменная система и другие объекты, включая потенциально опасные астероиды и кометы.



Глобальная сеть роботов-телескопов МАСТЕР

Разработан и построен прибор МАСТЕР-ШОК для космической обсерватории МГУ «Ломоносов», с помощью которого обнаружены и определены параметры околоземных объектов.

Новый космический телескоп МГУ-270

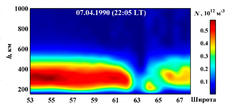
Ведется разработка нового космического телескопа МГУ-270, которыйбудет оснащен телескопом диаметром 550 мм с 4-х канальным фотометрическим блоком на диапазон электромагнитных волн от ближнего УФ до ближнего ИК, а также приборами для мониторинга космической погоды. Основными научными задачами разрабатываемого телескопа будут: 1) прецизионная фотометрия нескольких сотен экзопланет и их родительских звезд; 2) поиск черных дыр промежуточных масс в центрах карликовых галактик, которые пока крайне мало исследованы, неизвестны законы их образования и эволюции; 3) Исследование транзиентных событий во Вселенной, сопровождающихся вспышками излучения в оптическом диапазоне электромагнитного спектра.

Проект космического телескопа «МГУ-270» для наблюдений экзопланет, черных дыр промежуточных масс и транзиентных космических явлений.

Геофизика

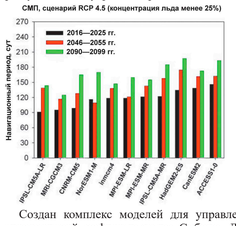
Физика атмосферы

Разработаны основы теории различных методов радиотомографии ионосферы, позволившие впервые в мире детально исследовать особенности глобальной структуры ионосферы и ее локальных неоднородностей.



Первое радиотомографическое сечение электронной плотности в ионосфере между Москвой и Мурманском 7 апреля 1990 г. в 22:05LT

Созданы перспективные методы дистанционного мониторинга природных и техногенных катастроф (в том числе — по прогнозированию опасных для авиации стихийных турбулентных явлений, сильного ветра и ветровых сдвигов) на основе использования их атмосферных предвестников в диапазонах инфразвуковых и внутренних гравитационных волн.



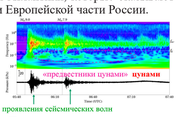
Продолжительность навигационного периода на Северном морском пути (СМП) по расчетам с ансамблем климатических моделей для разных периодов 21 века при сценарии антропогенных воздействий RCP 4.5: 2016–2025 гг., 2046–2055 гг., 2090–2099 гг.

Создан комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики в условиях изменения климата. Сделаны прогностические оценки продолжительности навигационного периода на Северном морском пути по расчетам с ансамблем климатических моделей для разных периодов 21 века.

Физика моря и вод суши

Установлено, что в последние 100 лет произошел сильный нагрев верхнего 1-км слоя Северной Атлантики (на 0.6 °C), который способствовал потеплению климата в Европе и Европейской части России. Показано, что колоссальное количество тепла, накопленное океаном, определяет инерцию климатического потепления. Выявлен океанический механизм формирования холодных и теплых фаз колебаний климата Северной Атлантики, которые оказывают определяющее влияние на климат Европы и Европейской части России.

По данным глубоководных обсерваторий обнаружен эффект генерации гравитационных волн в океане («предвестников цунами») пакетом длиннопериодных поверхностных сейсмических волн. Разработан и апробирован метод *in situ* проверки точности калибровки сенсоров глубоководных обсерваторий. Создана полностью автоматическая система оценки цунамиопасности землетрясения «Tsunami Observer».



«Предвестники цунами» — волны, сформированные в океане пакетом длиннопериодных поверхностных сейсмических волн

Выполнены комплексные полевые исследования мелководных метановых пузырьковых газовыделений (сипов) у побережья Крыма. Разработана методика измерения газового потока пассивным гидроакустическим методом. Проанализировано влияние пузырьковой и флюидной разгрузки морского дна на газовый состав воды, в том числе на содержание растворенного кислорода.

Получены условия потери устойчивости ламинарного движения на границе равномерного и тормозящегося потоков, где возникает максимальный перепад скорости из-за периодического торможения жидкости на втором участке. Разработана гипотеза о формировании гряд на берегах северной части Каспийского моря (бугров Бэра) за счет трехмерных нелинейных волн, возникших при внезапном понижении уровня моря. Методом лабораторного моделирования исследовано возникновение передового фронтального вала воды, прошедшего по руслу р. Адагум через г. Крымск 07.07.2012 при наводнении во время ливневых дождей, приведшего к катастрофическим разрушениям и жертвам.

С использованием оригинальных численной и лабораторной моделей исследована термогидродинамика весеннего и осеннего термобара в различных гидрометерологических условиях.

ЗИК

7(166)/2023

ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

Физика земли

Выявлены закономерности переходных режимов сейсмического процесса, вызванных природными и техногенными воздействиями на земную кору. Разработаны новые, физически обоснованные методы мониторинга сейсмической опасности, обусловленной заполнением и эксплуатацией крупных водохранилищ.

Развиты методики применения спутниковых методов геодинамического мониторинга опасных природных и техногенных процессов.

Разработана и реализована концепция моделирования переходных режимов сейсмического процесса в лабораторных исследованиях.

Установлено, что в районе разлома Романш (центральная Атлантика) в течение последних 0.78 млн. лет имеет место процесс растяжения океанской коры поперек простирания самого разлома; в интервале 0-3.5 млн лет назад характер формирования океанической коры различных сегментов срединно-Атлантического хребта существенно не менялся; выявлены два периода активного формирования Красноморского рифта в голоцене.

Установлены факторы, приводящие к потере палеоинформативности базальтов и повышению надежности определения по ним древнего геомагнитного поля. Выявлена аномально высокая величина магнитного поля в районе Красного моря в интервале 0-10 тыс лет назад. Подтверждено значительное изменение интенсивности магнитного поля Земли в пределах одной полярности и уменьшение его на границе последней смены полярности.

Предложен экспресс-метод оценки продуктивности алмазов по магнитным характеристикам кимберлитов.

Разработаны прототипы специализированного программного обеспечения, позволяющего численно воспроизводить фазовое поведение многокомпонентных смесей природных углеводородов, а также моделировать течение флюидов через неоднородные пористые породы-коллекторы.

А сегодня на улицах яблони расцвели

К 90-летию физического факультета

Сегодня по просьбе редакции легендарный Дмитрий Гальцов вспоминает, рассказывает о настоящем, делится планами на будущее.

«Сегодня деревья в белой пыли — в белой-белой. Облака застревали, как на мели, все затихло и разомлело». Эти стихи я, первокурсник, услышал в переполненной ЦФА, где Валерий Канер, тихим и слегка дрожащим от волнения голосом, читал свою поэму на комсомольском собрании вместо отчетного доклада бюро ВЛКСМ. Зал был переполнен,и стояла абсолютная тишина, какая бывает в моменты откровений. Когда полетел Гагарин — вновь переполненная аудитория и Канер читает стихи «Одни плывут в кильватере, другие в авангарде». Я пришел на физфак в 1959 г., и эти стихи в учебной аудитории ошеломили меня не меньше, чем величественность здания МГУ, огромность ЦФА и заданий по математике, возможность заниматься музыкой и математикой одновременно. Конечно, я тут же записался в фортепианный класс, который с довоенных лет вела в МГУ Ундина Михайловна Дубова-Сергеева, ученица Нейгауза, и уже в 1964 г. выступал в Малом зале консерватории и даже готовился ко 2-му конкурсу Чайковского. Еще поразила немыслимая для вчерашнего школьника атмосфера юмора и остроословия. Помню лекции Ландау в той же переполненной ЦФА, ответы на записки: «Лев Давидович, извините, мы угнали Вашу машину» — «Неправда, я сегодня приехал на машине академии» (хохот). Потом эпохальный День Физика 1960 года, когда настоящий Дау вместе с ряжеными Архимедом и Ломоносовым объезжали толпу на электрокаре. Плакат с призывом участвовать в дне Физика: «Веселиться — не сеять или пахать, не умеешь работать — умей отдыхать» (кажется, сочинил Валерий Миляев) — провисевший всего полдня, пока не снял партком. Последовавшее феерическое представление «Архимеда» в ДК МГУ. Толпа снесла трехметровую дубовую дверь в зал (после чего и поставили железные решетки), я сидел в зале на втором этаже и отчетливо видел эту сцену. В последующие годы я стал одним из аккомпаниаторов оперы и наблюдал действие в основном из-за кулис.

1962 г. Фортепианный класс Дубовой-Сергеевой

Осенью 1961 г. Ольга Зубкова, также ученица Дубовой-Сергеевой, пригласила меня в агитбригаду, которая была зачата летом в Липецком стройотряде, где я работал электромонтажником (в фортепианном классе занималась также участница агитбригады Ирина Егорова). В агитбригаде было целое созвездие поэтов: Канер, Миляев, Крылов, Иванов, да и многие другие писали стихи. Поэтические дуэли, в простоте никто слова не скажет. Только Ольга с ее железным характером и умением осадить любого могла справиться с этой компанией — осмелевший Валерий Миляев однажды придумал частушки «Я пойду газировочки напьюсь, я теперь Зубкову не боюсь». Осенью был выезд в Липецк с концертом. Вспоминаю незабываемое ощущение единения и душевного подъема от поездок в наполненном угарным газом автобусе, когда под аккомпанемент нескольких гитар оглушительный хор начинал: «Свечерело, солнце село…», «Сиреневый туман», «За что ж вы Ваньку-то Морозова» и прочие полуподпольные шедевры. А потом тихо и деликатно пели «Желтого цыпленка» Сергея Крылова, отчего щемило сердце. Темпераментно играл на гитаре и пел Толя Черепащук. Замечательно пели Валя Козлов и Оля Бадалян. Зажигательные танцы в исполнении Светы Ковалевой и Славы Тонеева, а также Саши Гусева, сделавшего через много лет блестящую театральную карьеру. Стихи Сергея Крылова «Да здравствуют подснежники, фанатики и мятежники, в своем предначертанном рвении родившиеся до времени». Мне приходилось играть сонату Прокофьева на расстроенном пианино в сельских клубах, и ведь слушали! Конечно, стержнем был хор, которому профессионально аккомпанировал на аккордеоне Сергей Смирнов. Потом появился Сергей Никитин, создавший знаменитый квартет. А когда на сцене звучал необыкновенной красоты голос Виктора Дубинчука, начинались овации, его хотели слушать бесконечно. Позже пришла Любовь Богданова — и затмила всех. Одно время в агитбригаде даже был кукольный театр, где Сева Твердислов играл поросят. Агитбригада работала не только на зрителя, но и на себя. Когда Витя Чирков показывал пантомиму «Хирург», достоверно вынимая кишки из пациента и наматывая их на руку — от смеха катался не только зал, но и сами артисты, смотревшие на это из-за кулис. Иногда завершал выступление нехитрый номер «безмоторный самолет» с разбрызгиванием набранной в рот воды — уже разогретая аудитория приходила в полный восторг.

Для всех участников агитбригада была праздником души, учеба часто уходила на второй план. У агитбригадовцев было ощущение важности их миссии — нести культуру в уголки, отдаленные и не очень, куда артисты, а тем более ученые, не заглядывали. Несмотря на царивший дух раскрепощенности и свободы, в агитбригаде не было тогда никаких признаков диссидентства. Это уже позже Валерий Сойфер, кандидат сельскохозяйственных наук и студент физфака, ставивший в 1961 г. ура-патриотический спектакль «Целинная поэма» на стихи Канера, будет лишен гражданства за диссидентскую деятельность, уедет в США и в 90-е годы станет правой рукой Сороса и куратором его образовательной программы. Но что уж тут говорить, если предательство пошло с самого верха.

Знаковой фигурой в агитбригаде был Геннадий Иванов, автор знаменитого гимна «Всю Сибирь прошел в лаптях обутый» (Кто он — "Генка Иванов"? — *https://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2008/6(66)-2008/8382/*) У меня с ним была астральная связь: мы в детстве учились в одной школе и жили в соседних квартирах в доме на Ленинском проспекте, Гена был на год старше. Я также учился в музыкальной школе и усердно разучивал фуги Баха. Тогда не было металлических дверей, и звуки разносились по всему подъезду. Гена потом напишет: «На небе заиграли Баха, печально-мудрый звон плывет. И небо шапкой Мономаха главы себе достойной ждет». Светлана Ковалева утверждала, что это было навеяно детскими воспоминаниями. Гену действительно часто посещали музыкальные ассоциации: «Я ждал, когда зазвучат эти скрипки, а в ожиданьи рождались строчки». А небо для Гены было естественным персонажем его во многом пантеистического мироощущения. Не случайно он переиграл всех богов в «Архимеде», кроме Венеры, и сам чем-то напоминал греческого философа. Ему я обязан решением поступать на физфак, его восторги по поводу университетской жизни (летом 1959-го, когда я выбирал между физикой и музыкой, он уже стал известной личностью на физфаке) разрешили мои сомнения.

С Валерием Миляевым меня связал «Ласкающийся еж», который появился также в агитбригаде. Валера сказал мне, что на эти стихи никто не может написать музыку, что меня раззадорило, и я через час предложил свой вариант. Валерий Сакун, уже известный тогда джазовый музыкант, также учившийся на физфаке, послушал и сказал, что музыка хорошая, и предложил Валере написать для нее другие стихи. Но это оказалось излишним — песня «пошла», в особенности после того, как она прозвучала в исполнении квартета Никитина, и была удостоена премии на Московском фестивале. Много лет спустя Валера назовет свою книгу стихов «Ласкающийся еж». Уже в двухтысячные я однажды спел «Ежа» в театре «Экспромт» и обнаружил, что все считают, что это музыка Миляева. На стихи Валеры я написал еще несколько песен, в частности «Когда я снова буду молодым». После его кончины Людмила Иванова издала книгу о Валере с таким названием.

Мне были очень созвучны стихи Сергея Крылова, особенно про осень, стихи грустные и светлые. Я придумал музыку на «Пахнет дымом и грустно очень», но наши две грусти сошлись в довольно тоскливой мелодии. Потом Сергей Никитин нашел в стихах Крылова «лучик света» и написал на них целый ряд очень ярких песен — «Белые тихие вьюги», «Маленький трубач», «Бродячая» (более десятка), и это было так убедительно, что я больше не пытался (хотя недавно обновил старые попытки в новой редакции). В 1965 г. Сергей Крылов и Александр Гусев (сделавший впоследствии большую театральную карьеру) организовали «Феникс», вторую версию агитбригады, прославившую физфак за рубежом. За несколько лет до своей кончины в 2021 Сергей Крылов выпустил две книги — сборник песен «Нарисовал я лучик света» (2018), куда вошло более ста пятидесяти его песен и песен на его стихи, и сборник стихов, статей и заметок «Аквариум из акварели» (2019). Увы, мы всегда лучше узнаем человека, когда его уже нет. Дед Сергея родился крепостным, но получил образование, стал учителем математики, а на пике карьеры — смотрителем уездных учебных заведений, что давало право на дворянство. Сергей после окончания физфака работал в ФИАНе, защитил кандидатскую, получил дозу облучения на ускорителе, лежал на Каширке — и победил болезнь, как он сам считал, благодаря поэзии — читал стихи соседям по палате. Потом оставил физику, работал в «Высшей школе», занимался журналистикой, стал членом Союза журналистов Москвы. Активно участвовал в бардовском движении как автор, исполнитель и организатор фестивалей. Это был чистый и цельный человек, для которого слово «отечество» имело значение. Поэтому и стихи «Маленький трубач» и «Осторожно, не топчите подорожники», написанные, когда ему было немногим больше двадцати. А когда было за шестьдесят — «Куда плывешь, Россия, мне за тебя тревожно…», «Пришли другие времена, а мы не очень-то другие». Он во всем был настоящий, в его стихах никогда не было ерничества, но было чувство единения с природой, вспомните «Зимний вечер» или такие строчки: «Вот постою. Вот помолчу немного. И вновь уйду за журавлями вслед. Куда б ни шел, всегда я у порога — пришелец на родной земле». Удивительны его деликатность, доброта и оптимизм. Вот ссылка на замечательный авторский концерт Сергея Крылова, один из последних (Сергей Крылов, Александр Костромин. 22.02.2018 ЦАП — *https://www.youtube.com/watch?v=br3F9Ygm5Yw*) Много песен на его стихи написал также Сергей Смирнов — участник агитбригады и квартета Никитина, сейчас известный бард.

Недавно в теледискуссии об идеологическом бренде для современной России прозвучало: «Россия — страна для счастья». Мне не показалось это высокопарным или фальшивым: ведь было же тогда ощущение счастья у многих, соприкоснувшихся с «физическим искусством». Наверное, для этого нужно, чтобы звезды сошлись, и не только небесные, но и земные. «Мир так круговоротно создан — и вниз уходят без следа за горизонт людские звезды, не возвращаясь никогда», — напишет Канер в 1997 г. А за год до этого: «Стоит Россия в переходе под яркой лозунга строкой — стоит при всем честном народе, стоит с протянутой рукой». (И вот снова Россия в переходе — хотя уже и не с протянутой рукой.) Агитбригада показала замечательную живучесть, пережив и эпоху застоя, и лихие 90-е. В 2008 г. благодаря усилиям Владимира Радченко, большого энтузиаста самодеятельности на физфаке, в Культурном центре МГУ прошел «Всемирный день агитбригады всех времен и народов», собравший коллективы разных лет (Торжество физической культуры // целый день счастья — *https://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2008/6(66)-2008/8384/*) На фото праздника можно видеть около полутора сотен совершенно счастливых лиц, для многих из которых это оказалось последней совместной фотографией.

А изгнанный в 1970 г. с физфака «Архимед» обрел новую жизнь в Курчатовском институте под мудрым руководством Юрия Гапонова, приложившего немало сил для популяризации «физического искусства» (Архимед | Физфак 1970 г — *https://fizfak1970.ru/архимед/*). Членами курчатовской студии были Валерий Миляев, Юрий Рыбаков, Виктор Дубинчук, Геннадий Иванов, Светлана Ковалева, Анатолий Прохоров, создатель «Смешариков», поэт Сергей Семенов, бессменная с 2002 г. Венера — Ирина Сокольская, Дмитрий Афонин и много других талантливых людей. История курчатовской студии подробно описана в статьях Юрия Гапонова (VIVOS VOCO: Ю.В. Гапонов, «ОТРЫВКИ ИЗ НЕНАПИСАННОГО» — *http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/BONMOTS/GAPONOV.HTM*) и книгах Светланы Ковалевой, последняя из них «Архимеду-60 лет», вышла в 2020г.

Фортепианный класс МГУ У.М. Дубовой-Сергеевой также оставался центром притяжения физиков вплоть до ее кончины в 1986 г., и остается таковым до сих пор (Фортепианный класс имени У.М. Дубовой-Сергеевой — *https://www.msu.ru/info/struct/kcmgu/fortepiannyy-klass.php#:~:text=Фортепианный класс имени У.М. Дубовой-Сергеевой*). Его участниками были Александр Гетлинг, Вадим Бронгулеев, Игорь Бобошин и многие другие. Во времена СССР класс принимал участие в многочисленных фестивалях и конкурсах в разных городах страны, в зарубежных поездках. Существует и поныне сообщество «фортеклассников» тех времен, не оставляющих музыкальную деятельность. Вадим Бронгулеев (скончавшийся в 2016 г.) создал коллектив «Musica Amatorum», участники которого реанимируют и исполняют на разных площадках Москвы редко играемые фортепианные произведения. Я продолжал выступать с ними как пианист вплоть до ковидной эпохи (Фортепианный коллектив MUSICA AMATORUM — *https://vk.com/musica_amatorum?z=photo-131728717_439294358+album-131728717_0*).

Еще одной реинкарнацией агитбригады и «Архимеда» стал театр ДУЭТ в Центральном доме ученых (ЦДУ) РАН. В 1985 г. Наталья Селезнева, художественный руководитель ЦДУ, сама сочинявшая стихи, стала пытаться оживить в ЦДУ капустник. Валентин Руденко, автор и один из исполнителей танца жертвоприношения в «Архимеде» и активный участник секции туризма ЦДУ, предложил пригласить Канера и Миляева. Я тогда был членом симфонического оркестра ЦДУ, и мы вместе с Валентином писали им рекомендации. В итоге получился ДУЭТ (Дом Ученых — Эстрадный Театр, аббревиатуру придумал, конечно, Канер, история подробно описана им в книге «Шизики Футят»). Валентин вскоре стал одним из ведущих артистов ДУЭТа и режиссером спектаклей, а я вошел в бригаду музыкантов. Мы с Канером написали песню «Пусть играет не в терцию скрипка», которая до сих пор исполняется в начале и конце всех спектаклей (театр продолжает жить — очередной, тридцать первый спектакль был показан в этом году). А первый спектакль был поставлен Канером и очень напоминал физфаковские оперы. Появились солисты с оперными голосами — великолепный баритон Петр Лягин, громогласный бас (бывший летчик) Владимир Гребняк, богатое меццо Любовь Гордина. Незаменимой в течение многих летбыла Ольга Сухаревская, автор текстов, аккомпаниатор и режиссер. Активной участницей была Марина Сучкова, артистка и координатор ДУЭТа. Своей устойчивостью ДУЭТ во многом обязан Ирине Зубовой, которую пригласил Канер, замечательной артистке, певице и видеолетописцу. Помимо поэтического таланта, у Канера был необыкновенный талант общения, круг его друзей (а лучше сказать, братства), сложившийся в стройотрядах, был широк и далеко не все были участниками самодеятельности. Он привел в ДУЭТ целый взвод рабочих сцены и оформителей (их назвали «детьми подземелья») — докторов наук, известных ученых: Григория Похила, Валерия Шарапова, Валерия Чечина, Владимира Недорезова. По инициативе последнего в 2015 г. была написана коллективная книга «Вернуть былое» объемом 600 страниц большого формата, в которой участвовало 35 авторов. В нее вошли также ранее не публиковавшиеся стихи Канера. Это последняя на настоящий момент книга о Канере, ушедшем в 1999 г. Сам Владимир ушел из жизни в 2021 г. А Наталья Селезнева была другом всего коллектива и после ухода из ЦДУ, она скончалась несколько недель назад из-за трагической случайности.

Валерий Канер остался в памяти многих как автор песен («Сто стихов», «Недопетый звук») и как непревзойденный мастер капустников, юбилейных речей и прочего юмора. Но в моем восприятии он прежде всего лирический поэт, далеко выходящий за рамки самодеятельности. Об этом убедительно говорит книга «Листья лета», появившаяся на свет через год после кончины Валеры благодаря усилиям Наталии Тиме (также выпустившей несколько дисков с голосом Валеры) и его друзей. Канеру хотелось выносить на сцену и серьезную поэзию, что было так востребовано в 60-е годы на физфаке. У него был замысел соединения музыки и стихов в театрализованном действии, к чему он хотел привлечь и меня. Это, отчасти, было реализовано позднее в выступлениях нашего коллектива в ЦДУ, выступавшего под девизом «Поэзия в музыке и музыка поэзии». Я стал писать музыку на стихи классиков русской и советской поэзии, сочинил много песен на стихи Канера и Иванова и поэтов ЦДУ (Марины Князевой, Натальи Селезневой). Постоянными участниками нашего коллектива были заслуженный работник культуры России Петр Лягин, бывшие солистки Камерного хора МГУ Ольга Добровольская и Елена Петраш, также принимали участие Ирина Зубова и заслуженная артистка России Татьяна Вишневская. С 2003 года мы дали около двух десятков концертов в ЦДУ и на других площадках Москвы. Исполнялись в них и мои песни на стихи Канера, Иванова и Миляева. Сейчас ищу новых исполнителей для продолжения этой деятельности, очень хотелось бы устроить вечер «физической» поэзии и музыки на физфаке.

Закончить хочу строчками Канера «А все кончается, кончается, кончается…». Все ли? Пропойте про себя как заклинание: «И мы когда-нибудь, куда-нибудь вернемся…»

Профессор Д.В. Гальцов

Владимир Ильич Трухин

29 декабря 2023 года исполнилось бы 90 лет профессору Владимиру Ильичу Трухину. В эти праздничные дни уместно вспомнить о нем, ровеснике факультета, руководившем физическим факультетом девятнадцать лет — с 1992 по 2011 год.

В.И. Трухин окончил физический факультет МГУ в 1958 г. и начал работать в Институте физики Земли (тогдашний Геофиан), а через полгода уехал на геофизическую станцию, расположенную на берегу Рыбинского водохранилища в поселке Борок. Эта станция была построена в рамках программы Международного геофизического года. В те времена государство не жалело денег на проведение научных исследований. За короткий срок было построено два лабораторных корпуса и 3-х этажный жилой дом для сотрудников.

Ко времени начала работы Владимир Ильич успел побывать в двух экспедициях по сбору образцов горных пород для палеомагнитных исследований. В 1956 г. состоялась очень трудная экспедиция по Енисею и его притокам. В дебрях Нижней Тунгуски были отобраны образцы древних траппов, а в другой экспедиции, в горах Армении — образцы древних вулканических лав. Это были первые в СССР палеомагнитные экспедиции по отбору образцов изверженных горных пород.

Через полтора года работы в Борке Владимира Ильича Трухина назначили исполняющим обязанности начальника геофизической станции, которая была расположена на территории научного городка Института биологии водохранилищ. Его директором был легендарный Иван Дмитриевич Папанин, который часто приходил в гости и не без юмора «учил» В.И. быть начальником.

В 1962 г. Владимир Ильич вернулся в Москву и начал работать и заниматься в заочной аспирантуре в Энергетическом институте АН СССР им. Г.М. Кржижановского. Работая под руководством член-корреспондента АН СССР Александра Саввича Предводителева над проблемами электрогазоразрядной плазмы, ему впервые удалось измерить давление и температуру в плазме, образующейся при взрыве тонкой металлической проволоки при воздействии высоковольтного импульсного разряда. Однако ему хотелось вернуться в геофизику.

В 1964 г. академик Владимир Васильевич Меннер пригласил Владимира Ильича Трухина на работу в Геологический институт АН СССР, где создавалась палеомагнитная лаборатория. Он участвовал в оборудовании этой лаборатории, проводил палеомагнитные измерения, а летом ездил в экспедиции, где Владимир Васильевич Меннер как геолог определял места для отбора палеомагнитных образцов.

В 1967 году Владимир Ильич защитил кандидатскую диссертацию на физическом факультете по результатам исследования свойств вязкой намагниченности осадочных горных пород. Это дало начало новому научному направлению в геомагнетизме — палеомагнетизму плейстоцена. Владимир Александрович Магницкий — выдающийся учёный, академик, заведовавший в то время кафедрой физики Земли на физфаке, пригласил В.И. Трухина на работу на кафедре. Владимир Ильич, не задумываясь, принял приглашение Владимира Александровича Магницкого и, успешно пройдя конкурс на должность ассистента кафедры физики Земли, был назначен с января 1968 года заведующим геомагнитной лабораторией.

Он начинает читать лекции, сначала по геомагнетизму и магнетизму горных пород для студентов кафедры, а чуть позже курс лекций «Внутреннее строение и физика Земли» для студентов астрономического отделения.

В этот период Владимир Ильич интенсивно продолжает свои научные изыскания в области палеомагнетизма, участвует в многочисленных экспедициях по отбору образцов, проводит эксперименты по изучению структуры и физических механизмов образования остаточной намагниченности. В 1974 году в Геофиане Владимир Ильич успешно защитил докторскую диссертацию так же, как и кандидатскую, с единогласным голосованием.

После защиты докторской диссертации он выполнил цикл работ по магнетизму кимберлитов и траппов. В образцах алмазоносных кимберлитов удалось обнаружить уникальное природное явление — намагничивание пород антипараллельно направлению намагничивающего поля. Это явление получило название самообращения намагниченности. Оказалось, что оно связано с продуктивностью алмазоносных пород. Владимиром Ильичём был написан большой цикл статей по этим проблемам и две монографии: «Магнетизм кимберлитов и траппов» и «Самообращение намагниченности природных пикроильменитов».

Основным направлением его научной деятельности с 1975 г. стало исследование магнетизма океанских горных пород, образцы которых либо драгировались со дна океана, либо добывались в результате подводного бурения. Он был непосредственным участником ряда океанских экспедиций, в том числе на знаменитом корабле науки — научно-исследовательском судне «Витязь». Были детально изучены механизмы намагничивания подводных базальтов, исследована кинетика их ферромагнитной фракции и происходящие при этом изменения магнитных свойств. По этим проблемам опубликованы две коллективные монографии «Геология и геофизика дна Индийского океана» (1981 г.) и «Магнитные аномалии океанов и новая глобальная тектоника» (1982 г.)

Параллельно в геомагнитной лаборатории проводились также исследования магнетизма современных почв, которые являются основой жизни для всего растительного и животного мира. Оказалось, что магнитные материалы и процессы их намагничивания в геомагнитном поле в значительной степени определяют свойства почв, в том числе и их плодородие. Было обнаружено, что предварительное намагничивание почв приводит к ускорению в 1,5-2 раза темпов роста растений, высаженных на этих почвах (авторское свидетельство «Способ ускорения роста растений»). По результатам исследования почв позднее была опубликована коллективная монография «Магнетизм почв» (1995 г.)

На физическом факультете МГУ В.И. Трухин активно занимался общественной и научно-организационной работой. В течение ряда лет Владимир Ильич был секретарем партийной организации отделения геофизики, заместителем секретаря парткома физического факультета по учебной, научной и производственной работе. В мае 1981 г. он был назначен заместителем декана по научно-исследовательской части факультета, а в 1985 г. — заместителем декана по научной работе. В то время деканом факультета был выдающийся ученый и организатор науки профессор Василий Степанович Фурсов. Заместителем декана по научной работе Владимир Ильич был около 10 лет и по должности входил в состав университетского Совета по научно-исследовательской работе.

В июне 1992 г. Ученый совет физического факультета избрал Владимира Ильича Трухина деканом. Он победил в первом туре голосования, набрав голосов больше, чем в сумме два его соперника. Это было тяжелое время для России, для высшего образования и для Московского университета — время новой власти, рыночной экономики, время разрушительных для страны либеральных реформ. Финансирование образования и науки в государственных университетах было сведено до минимума — выплачивалась очень низкая заработная плата. В обществе резко упал интерес к высшему образованию — конкурс при приеме студентов на физический факультет в 1992 г. составил 1,2 человека на место.

За 19 лет пребывания Владимира Ильича в должности декана физический факультет МГУ не только выстоял в трудное время, но и укрепил свои позиции по всем направлениям деятельности. В образовательной области факультет сохранил свою главную ценность — физическое образование, на базе которого в сочетании с привлечением студентов к актуальным исследованиям ведется подготовка высококвалифицированных физиков, что признано в России и за рубежом.

Им опубликовано более 300 научных статей, 8 монографий, 4 учебных пособия, в том числе монографии «Введение в магнетизм горных пород», «Геофизика дна Индийского океана», «Магнетизм кимберлитов и траппов», учебники «Ферримагнетизм минералов», «Общая физика твердой Земли», «Основы экологической геофизики» и др. В 2005 году в серии «Классический университетский учебник» издан учебник «Общая и экологическая геофизика».

Он подготовил 15 кандидатов и 7 докторов наук. Владимир Ильич Трухин — действительный член Международной Академии наук высшей школы и Общенациональной Академии знаний.

Владимир Ильич Трухин — Заслуженный профессор МГУ, «Почетный работник высшего профессионального образования России». Лауреат 2-х Ломоносовских премий за педагогическую и научную деятельность. Награжден орденами «Знак почета», «Академическая пальмовая ветвь» (Франция), медалями «Ветеран труда» и «В память 850-летия Москвы», орденом Почёта.

С 1996 г. по 2001 г. В.И.Трухин исполнял обязанности Проректора МГУ по академической политике и организации учебного процесса, являясь при этом с 1992 по 2011 г. одновременно деканом физического факультета. С 1992 г по 2013 г. он заведовал кафедрой физики Земли.

Владимир Ильич был разносторонней творческой личностью, писал стихи, коллекционировал картины русских художников, любил классическую музыку.

Друзья, коллеги

О юбилее ССО

Центральный штаб Молодежной общероссийской общественной организации «Российские Студенческие Отряды» обратился на физический факультет с просьбой предоставить список бойцов (участников) первого студенческого строительного отряда, который был создан на физическом факультете.

Юбилей ССО планируется широко отметить во всероссийском масштабе!

Полного списка участников пока не существует. Инициативная группа уже работает над составлением такого списка, но требуется ваша помощь!

Обращаемся ко всем, кто имеет сведения об участниках первых стройотрядов, предоставить такую информацию в профком сотрудников физфака.

Сырьев Николай Егорович
Почта niksyr@mail.ru
Телефон +7903-75041-69

Сырьев Н.Е.

Памяти Валерия Петровича Кандидова

18 марта 2023 года ушел из жизни Валерий Петрович Кандидов, ученый-физик, Заслуженный профессор МГУ. Валерий Петрович был яркой, социально значимой, широко мыслящей личностью, Гражданином с большой буквы. Его научная и преподавательская деятельность сочеталась с общественной, гражданской активностью. Всю жизнь он «сеял разумное, доброе, вечное», выполнял главнейший долг российской интеллигенции.

Став студентом МГУ в 1953 году, в год открытия Главного здания МГУ на Ленинских горах, Валерий Петрович в течение последующих 70 лет оставался надежной кадровой опорой физического факультета.

После окончания аспирантуры в 1963 году он начал свою деятельность с ассистента, защитив кандидатскую диссертацию (1966), получил звание доцента в 1973 году, защитив докторскую диссертацию (1987), получил звание профессора кафедры общей физики и волновых процессов в 1989 году. В 2015 году ему было присвоено звание «Заслуженный профессор МГУ».

В чем особенность личности Валерия Петровича? Он был не только ученым, но и гражданином, общественником. В студенческие годы он был комсомольским лидером, в годы, когда профессорско-преподавательский состав физфака нуждался в правовой и социальной защите, — профсоюзным активистом, а в последние годы — активистом по организации учебного и научного процесса на физическом факультете.

В аспирантуре Валерию Петровичу пришлось пробыть не три, а четыре года. Он согласился на предложение Ленинского РК ВЛКСМ поработать один учебный год (1959-1960) освобожденным секретарем бюро ВЛКСМ физического факультета, комсомольская организация которого насчитывала около 2500 членов и была сравнима с районной комсомольской организацией г. Москвы. Год жизни комсомольской организации физфака под руководством Кандидова имел ряд особенностей. Во-первых, надо было закрепить и развить успехи, связанные с реализацией в летние каникулы 1959 года задуманной еще год назад идеи использовать студентов не на уборке урожая, а на строительстве. Отряд из 339 студентов-физиков строил жилые дома и животноводческие помещения в Булаевском районе Северо-Казахстанской области. Организатором и командиром этого отряда был Сергей Филиппович Литвиненко — секретарь бюро ВЛКСМ факультета в 1958-1959 учебном году. Это была инициатива комсомольцев, ССО родился не по решению «сверху». Конечно, учебный год на физфаке в 1959 году начался не с первого сентября, а почти на месяц позже (последняя группа студентов прибыла из Казахстана 9 октября). Такая практика существенно осложнила реализации учебных программ, что вызвало недовольство ряда преподавателей. С другой стороны, результат от поездки 1-го строительного отряда оказался очень значимым как для студентов (они увидели свою полезность!), так и для совхозов Булаевского района, где на первом месте были сельскохозяйственные работы, а на какое-либо строительство не хватало как средств, так и людей. И эта инициатива была подвержена.

1959 год. Президиум комсомольской конференции физического факультета. Слева направо: член комитета ВЛКСМ МГУ Д.Ф. Киселёв (аспирант), профессор В.И. Иверонова, секретарь бюро ВЛКСМ физфака В.П. Кандидов (аспирант), председатель конференции А.В. Баранов (член бюро ВЛКСМ, аспирант), секретарь партбюро проессор А.И. Кузовников, декан физфака профессор В.С. Фурсов и зам. декана И.И. Ольховский

В 1960 году 7 мая на физическом факультете состоялся первый массовый праздник физиков «День рождения Архимеда».

Решение о проведении праздника было принято в октябре 1959 года на X комсомольской конференции: *«Учредить праздник День Физика. Считать Днем Физика день рождения Архимеда. Постановить, что Архимед родился 7 мая 287 г. до н.э.»*. Вершиной праздника являлась шуточная опера «Архимед», подготовленная Валерием Канером и Валерием Миляевым.

В 1965 году Валерий Петрович стал кандидатом физ.-мат. наук, защитив диссертацию на тему «Электронное моделирование флаттера крыла малого удлинения».

На кафедре общей физики для мехмата, которую возглавлял профессор С.П. Стрелков, при активной роли Валерия Петровича был развит метод численного анализа, позволивший повысить точность расчета динамики распределенных упругих тел. Метод был применен для изучения флаттера, ставшего особо грозным явлением в пору преодоления самолетами сверхзвукового барьера.

В 1974 году после смерти С.П. Стрелкова кафедру общей физики для мехмата возглавил профессор С.А. Ахманов, которая в дальнейшем объединилась с частью кафедры волновых процессов и получила название общей физики и волновых процессов.. С этого времени научные интересы В.П. Кандидова связаны с атмосферной и адаптивной оптикой и лазерной физикой.

Валерий Петрович предложил метод расчета динамики тонких упругих пластин и оболочек разбиением их на элементы, известный в настоящее время как метод конечных элементов. В работах, посвященных динамическому демпфированию колебаний, предложил оригинальный метод фильтрации упругих волн (1975). С 1978 г. вел исследования в области нелинейной волновой оптики, лазерной физики и нелинейной атмосферной оптики. Разработал и обосновал метод моделирования фазовых искажений светового поля при распространении в атмосфере в условиях турбулентности и рассеяния на частицах аэрозоля, изучил трансформацию статистических характеристик частично-когерентного светового поля при самовоздействии интенсивного лазерного излучения в турбулентной атмосфере. Предложил моментную модель полидисперсного аэрозоля, модальный принцип формирования фазы светового пучка в системах адаптивной оптики. В 1990-е годы исследовал фазовую синхронизацию генерации лазерных решеток на основе эффекта Тальбо, изучил явление филаментации мощного фемтосекундного лазерного импульса в прозрачных диэлектриках, развил модель движущихся фокусов для объяснения этого явления. В его работах раскрыта физическая природа формирования протяженных филаментов с высокой концентрацией энергии и каналов с лазерной плазмой, процесса генерации суперконтинуума и конической эмиссии в фемтосекундном лазерном импульсе, исследована множественная филаментация в импульсах высокой мощности. Имеет патент на изобретение и четыре авторских свидетельства.

Докторская диссертация Валерия Петровича «Самовоздействие лазерного излучения в регулярных и случайно-неоднородных средах» была посвящена исследованиям физических явлений, которые возникают при прохождении лазерного луча высокой мощности в атмосфере и приводят к дефокусировке луча, рассеянию энергии и, соответственно, снижению поражающих свойств лазерной пушки.

За создание специальной техники В.П. Кандидов в 1985 году был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники.

В 1997 году за цикл работ «Статистика светового поля лазерного излучения и закономерности ее преобразования в нелинейно-оптических процессах» В.П. Кандидов стал лауреатом премии им. М.В. Ломоносова МГУ (в авторском коллективе с В.А. Алешкевичем и А.С. Чиркиным).

В.П. Кандидов является автором более 450 трудов, среди которых 6 книг. Под руководством В.П. Кандидова было подготовлено 22 кандидата и один доктор физико-математических наук.

Валерий Петрович создал и читал «Численные методы», «Оптика случайно-неоднородных сред», «Математическое моделирование» на физическом факультете МГУ, общий курс «Физика волновых процессов» на факультете ВМК. Совместно с коллективом преподавателей кафедры создал цикл компьютерных демонстраций «Физик-лектор».

В 1995 году на Валерия Петровича было возложено научное руководство молодежной группой научно-технического сотрудничества в ЦПНПК (Центр по подготовке научно-педагогических кадров МГУ).

В.П. Кандидов был одним из активных создателей организации Некоммерческое партнерство «Выпускники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова».

Он являлся одним из учредителей «Товарищества взаимной поддержки» (ТВП «Дружба»), созданного в 2002 году с целью оказания финансовой поддержки физиков МГУ выпусков 1959–1966 годов, оказавшихся в тяжелых жизненных условиях. В 2007–2015 годах Валерий Петрович активно вел общественную работу в профсоюзной организации физического факультета.

В.П. Кандидов относится к тем ученым, широта кругозора которых не замыкается только на науке, которая дает возможность видеть окружающий мир во всей его сложности, противоречивости и загадочности, но и наталкивает на осмысление общечеловеческих проблем, связанных с научно-техническим прогрессом.

Светлая память о Валерии Петровиче Кандидове сохранится в сердцах его коллег и товарищей.

Коллеги, друзья.

Главный редактор К.В. Показеев
sea@phys.msu.ru
http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/
Выпуск готовили: Е.В. Крылова, Н.В. Губина, В.Л. Ковалевский, К.В. Показеев, Е.К. Савина, О.В. Салецкая.
Фото из архива газеты «Советский физик» и С.А. Савкина.
27.11.2023