



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**



**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
имени Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА**

ИННОВАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ИИЯФ МГУ

Отчет за 2022 год

*Москва
2023*

УДК 539.165:537,591
БИК 22.38

ИННОВАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В НИИЯФ МГУ

Отчет за 2022 год

Под редакцией член-корр. РАН Э.Э. Бооса, Е.А. Сигаевой

ИННОВАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В НИИЯФ МГУ.

Отчет за 2022 год /Под редакцией член-корр.РАН Э.Э. Бооса, Е.А. Сигаевой; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына. — М., 2023.

В сборнике содержится краткое описание полученных в НИИЯФ МГУ в 2022 г. результатов в области инновационного обучения студентов и школьников, составленное отделом научной информации на основе данных, предоставляемых информационно-аналитической системой «Наука – МГУ».

**К 270-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**



СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ИННОВАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В НИИЯФ МГУ. КРАТКАЯ СПРАВКА | 5 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПРАКТИКУМА НИИЯФ МГУ | 6 |
| РАЗВИТИЕ ДИСТАЦИОННО ДОСТУПНЫХ РАБОТ ПРАКТИКУМА | 7 |
| ФАКУЛЬТАТИВЫ И КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ | 8 |
| НИИЯФ МГУ ШКОЛАМ И ВУЗАМ В 2022 г. | 9 |
| Проект Space-π | 9 |
| Проект «Воздушно-инженерная» школа | 10 |
| «Школьная суббота» в НИИЯФ МГУ | 11 |
| Проект «Вернадский» | 12 |
| Школьники из Владимирской области в НИИЯФ МГУ | 13 |
| Однодневный семинар по ядерной физике в НИИЯФ МГУ | 13 |
| ЛЕКЦИИ, СПЕЦКУРСЫ И СЕМИНАРЫ <i>сотрудников НИИЯФ МГУ на Отделении ядерной физики физфака МГУ</i> | 14 |



НИИЯФ МГУ проводит инновационное обучение студентов физического факультета МГУ, других российских университетов и школьников на учебных экспериментальных установках и на методической базе института. Цель такого обучения – дать студентам и школьникам представление о том, как можно проводить реальные научные исследования в области ядерной физики, атомной физики и физики космоса.



Инновационное обучение проходит в Лаборатории общего и специального практикума НИИЯФ МГУ (Москва) и на базе Отдела ядерных исследований ОЯИ (Дубна) с использованием самых современных методов и системы обработки результатов физического эксперимента. В последнее время имеется возможность выполнять задачи дистанционно через сеть интернет, что актуально в связи с тем, что многие образовательные учреждения не имеют таких развитых учебных лабораторий. Для школьников старших классов созданы модификации задач общего практикума. Ежегодно около 900 студентов физического факультета МГУ проходят экспериментальную подготовку по общим курсам атомной и ядерной физики.

После успешного запуска первого университетского микроспутника «Университетский – Татьяна» в 2005 г. в НИИЯФ МГУ основана уникальная образовательная программа «Космический практикум» для студентов российских университетов, использующая в экспериментальном обучении результаты реальных космических экспериментов.



В НИИЯФ МГУ реализуется также программы повышения квалификации для специалистов различных отраслей по нейросетевым методам, применению ускорителей и радиационной медицине:

«Машинное обучение. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы»;

«Физика радиационной медицины».



ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПРАКТИКУМА НИИЯФ МГУ

В 2022 г. в Лаборатории общего и специального практикума (ЛОСП) задачи по общим курсам атомной и ядерной физики выполнили 413 студентов 2-го курса и 341 студент 3-го курса физического факультета и по курсам «Введение в квантовую физику» и «Атомная физика» – 42 студента 3-го курса факультета космических исследований. По спецкурсам Отделения ядерной физики в специальном ядерном, космическом и радио практикумах работали 90 студентов.

После выделения централизованных средств МГУ на модернизацию практикумов в 2022 г. были проведены следующие работы:

- ремонт учебных лабораторных помещений ЛОСП 5-01 и 5-02;
- закуплены компьютеры, мониторы и оргтехника с целью полной замены существующего парка, выработавшего все возможные сроки эксплуатации;
- в ауд. 5-01 приобретены недостающие дорогостоящие импортные комплектующие для двух установок «Рентгеновский спектрометр», которые не эксплуатировались в течение 10 лет из-за отсутствия финансирования, и закуплена новая установка «ЭПР- спектрометр»;
- в ауд. 5-02 с приобретением дорогостоящего специализированного электронного оборудования были переведены на современную элементную базу измерительные тракты всех лабораторных установок задач № 5 и № 6 общего ядерного практикума. В результате в следующем рабочем семестре атомный практикум получит три новые современные установки, что серьезно увеличит его пропускную способность, а 12 установок ядерного практикума перейдут в качественно новое состояние.

В 2022 г. сотрудниками ЛОСП и преподавателями ОЯФ завершена разработка нового специального практикума для студентов и слушателей, не обладающих знаниями по атомной и ядерной физике в объеме соответствующих курсов физического факультета. Практикум состоит из пяти задач:

1. «Спектральная астрофизика на Земле» (авторы Е.А. Крылова, К.Ю. Малышев);
2. «Дозиметрия. Радиация на Земле и в космосе». (И.М. Зверева);
3. «Взаимодействие излучения с веществом». (А.А. Голубенко, Л.А. Янин);
4. «Космические лучи и элементарные частицы». (А.А. Брусницын);
5. «Детекторы ядерных излучений». (П.Д. Ремизов).

Весной 2022 г. задачи были апробированы на двухдневной практике, которую традиционно проходят в ЛОСП студенты физического факультета Московского государственного областного педагогического университета в соответствии с Меморандумом «Вернадский-Подмосковье». Практикум включен в учебный план 3-го курса факультета космических исследований МГУ в рамках Междисциплинарной Школы «МГУ-Космос».



РАЗВИТИЕ ДИСТАНЦИОННО ДОСТУПНЫХ РАБОТ ПРАКТИКУМА В ОТДЕЛЕ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НИИЯФ МГУ (Дубна)

Ряд кафедр Отделения ядерной физики физфака МГУ направляют своих студентов и аспирантов на научную работу в лаборатории Объединенного института ядерных исследований (Дубна). Поэтому проведение семинаров и лабораторных работ на базе ОЯИ НИИЯФ МГУ в Дубне позволяет учащимся проводить большее количество времени в научных группах и широко привлекать действующих научных сотрудников ОИЯИ к учебному процессу. Так, в течение 2022 г. более 40 студентов учились на базе ОЯИ по несколько дней в неделю. В 2022 г. был осуществлен ввод системы дистанционных задач и тестов на программной платформе Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) с сервера в Дубне в единый образовательный портал МГУ distant.msu.ru. Также был введен ряд новых практических задач:

1. «Анализ отклика детекторных систем установок физики высоких энергий. Введение в анализ экспериментальных наблюдаемых эксперимента CMS»;
2. «Анализ отклика детекторных систем установок физики высоких энергий. Фильтрация событий для поиска топ-кварков эксперимента CMS».

В настоящее время в банке системы тестирования более тридцати тестов, которые включают в себя более 800 заданий разнообразных типов, в системе зарегистрировано несколько десятков пользователей.

The screenshot shows a Moodle course page. At the top, there is a navigation bar with the URL 'distant.msu.ru' and the course title 'Современные методы анализа данных: Задание DetReply, ч.2. Пример анализа данных CMS'. Below the navigation bar, there are several menu items: 'О Центре', 'Видеоархив МГУ', 'Список курсов', and 'Мои курсы'. The main content area has a title 'Задание DetReply, ч.2. Пример анализа данных CMS' and a subtitle 'Повышение эффективности выделения ttbar-событий из фона'. Below the subtitle, there are four numbered tasks. Task 1 is about setting up event distribution output. Task 2 is about Monte-Carlo analysis and selecting decay channels. Task 3 is about graphical output (PDF) of histograms and signal selection efficiency. Task 4 is about submitting an answer with three sub-tasks: a) a text file explaining cuts, b) a file with histograms, and c) a file with analysis code. Below the tasks, there is a section 'Краткая информация об оценках' (Brief information about evaluations) with a table showing the status of the course for students.

| Статус | Количество |
|---------------------|------------|
| Скрыто от студентов | Нет |
| Участники | 15 |
| Принято | 11 |
| Требуют оценки | 1 |

At the bottom of the page, there are two buttons: 'Посмотреть/оценить все ответы' and 'Оценка'.

Пример задания и сводки ответов дистанционных задач ОЯИ

ФАКУЛЬТАТИВЫ И КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В области машинного обучения созданы и реализуются 2 курса : «Машинное обучение в физике» (факультатив для студентов) (осень) и «Машинное обучение. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы» (курсы повышения квалификации и факультатив для студентов). На курсах изучаются искусственные нейронные сети и другие алгоритмы машинного обучения; основы предобработки данных; генетические алгоритмы, генетическое программирование; нечёткая логика, метод группового учёта аргументов. Курсы базируются на современном инструментарии для практической работы по анализу данных. Практические занятия ведутся с использованием языков R и Python. Слушатели выполняют самостоятельные работы под руководством преподавателя. Для студентов, аспирантов и сотрудников МГУ обучение бесплатное.



В области радиационных технологий действует курс повышения квалификации «Физика радиационной медицины». По окончании подготовки слушателям выдается удостоверение государственного образца. Программа курсов рассчитана на специалистов, имеющих высшее образование в области физико-математических или технических наук. Занятия, наряду с преподавателями МГУ, ведут врачи-радиотерапевты и медицинские физики из МНИОИ имени П.А. Герцена, ФНКЦ ДГОИ имени Дмитрия Рогачева, а также специалисты компаний «МСМ-Медимпекс» и «Elekta». В первой части курсов слушатели изучают базовые разделы физики взаимодействия излучений с веществом и медицинских ускорителей, клинической дозиметрии и радиобиологии, знакомятся с общими принципами диагностики и лечения злокачественных опухолей. Вторая часть курсов посвящена освоению методов дозиметрического планирования, процедур гарантии качества лучевого лечения, знакомству с опытом работы медицинских физиков в онкологических центрах Москвы.

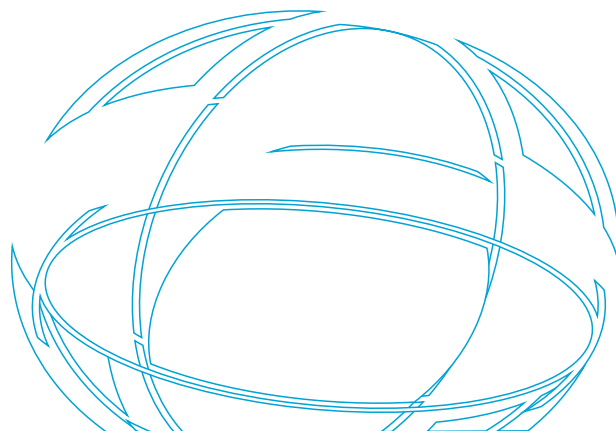
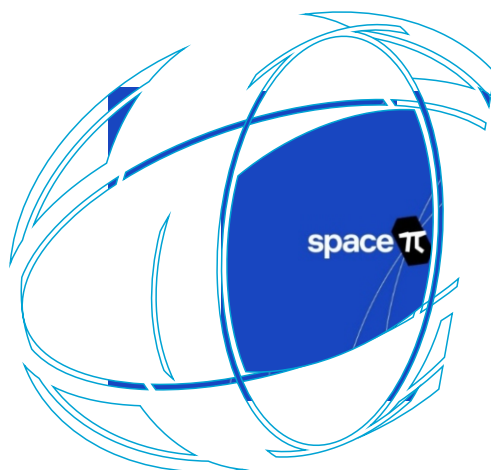
Проект Space-π

В связи с участием НИИЯФ МГУ в широкомасштабном космическом проекте «Space-π» в качестве разработчика научно-исследовательских приборов, которые устанавливаются на серии сверхмалых космических аппаратов, возникла необходимость создания образовательной программы для привлечения школьников к космическим исследованиям. Идеи программы были опробованы в проектной работе с учащимися Университетской гимназии, в которой сотрудники НИИЯФ в 2022 году вели два школьных проекта: «Стратосферный спутник» (Д.И. Ефремов, В.В. Радченко) и «Космический мониторинг» (В.В. Радченко, И.А. Золотарёв, С.А. Красоткин, И.М. Мягкова). Кроме еженедельных занятий в Гимназии участники проектов (12 человек) выполнили ряд задач в ЛОСП и участвовали в экскурсиях в Центр космического мониторинга НИИЯФ, ИКИ РАН и РКК ЭНЕРГИЯ.

Эти наработки были модифицированы для занятий с широкой аудиторией интересующихся космофизической тематикой. В отчетном году прошли дистанционные лекционно-практические занятия цикла «Погода в Космосе», состоящего из трех модулей: «Солнечная активность» (С.А. Красоткин), «Солнечно-земные связи» (И.М. Мягкова), «Спутники и радиация» (И.А. Золотарев). Идея этой программы – дать возможность школьникам, интересующимся космическими исследованиями, выполнить проектные работы на реальной научной информации, поступающей с космических аппаратов и ответить на вопросы:

- Что такое космическая погода;
- Как живет Солнце;
- Как узнать, активно Солнце или «спит»;
- Что такое солнечная вспышка;
- Что происходит в окрестностях Земли во время и после солнечной вспышки;
- Как и по каким орбитам летают искусственные спутники Земли;
- Как найти «свой» спутник;
- Как влияет солнечная активность на орбиты и движение спутников;
- Какие опасности подстерегают аппараты и космонавтов на разных орбитах;
- Что такое космическая радиация и как от нее защититься.

Одним из таких спутников является аппарат Тюменского госуниверситета, на котором установлена научная нагрузка НИИЯФ. В ноябре 2022 года сотрудниками НИИЯФ (С.И. Свергилов, В.В. Богомолов, И.М. Мягкова, С.А. Красоткин, В.В. Радченко) была проведена Молодежная космическая школа на базе ТюмГУ и Тобольского педагогического института для вовлечения в космофизическую тематику студентов и школьников Тюменской области.

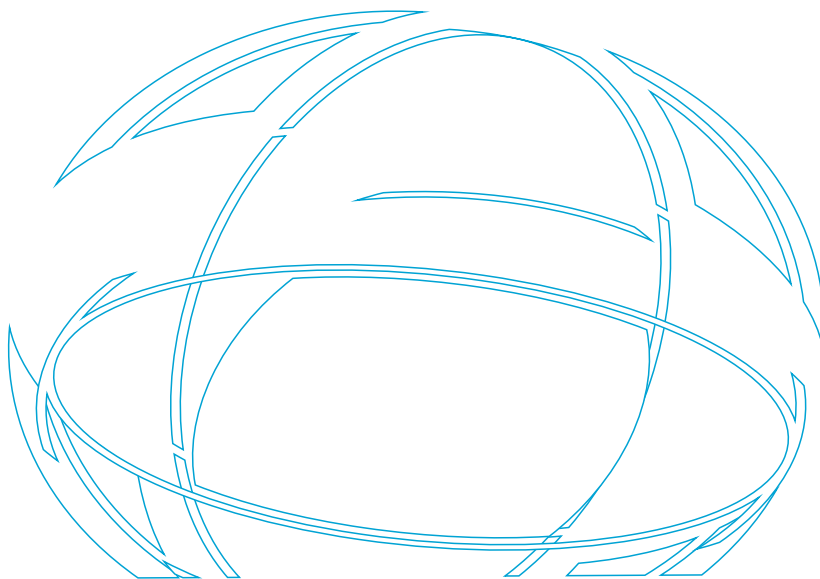


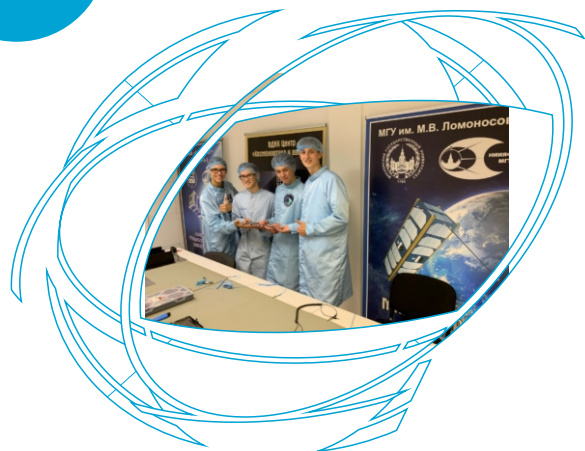


НИИЯФ МГУ является одним из инициаторов и организаторов молодежного образовательного проекта Воздушно-инженерная школа по разработке и запуску действующих моделей ракет и космических аппаратов. Проект реализуется в форме соревнования школьных и студенческих команд. Ежегодно около 150 школьных и студенческих команд из многих регионов России выходят на старт всероссийского чемпионата этого проекта.

В феврале 2022 года на базе НИИЯФ была проведена Отборочная сессия 11-го Российского чемпионата Воздушно-инженерной школы. Из-за пандемийных ограничений она прошла в смешанном очно-дистанционном режиме и по сокращенной программе. Однако финал чемпионата в июле состоялся уже в традиционном формате во Владимирской области. Четвертого июля в Актовом зале Владимирского государственного университета состоялась церемония открытия финала, на котором с приветственным словом к участникам обратился декан факультета космических исследований МГУ Василий Сазонов. В программе финала были защиты проектов команд-участниц, лекции для участников и слушателей Курсов повышения квалификации с участием ведущих ученых НИИЯФ МГУ, и конечно, самая зрелищная и волнующая часть – старты летательных аппаратов, спроектированных и созданных участниками. В заключительном этапе соревнований принимали участие 60 команд. Это школьники и студенты из Владивостока, Благовещенска, Новосибирска, Уфы, Перми, Самары, Курска, Санкт-Петербурга, Калуги, Королёва, Феодосии, Москвы и других городов.

В подготовке и проведении финала чемпионата приняли участие сотрудники ЛОСП: Н.В. Коропченко, А.В. Перепелов, В.В. Радченко, Г.М. Шефель, Д.И. Ефремов, Л.Я. Янин. Лекции по актуальным проблемам физики микромира и космоса участникам чемпионата и школьникам Камешковского района прочитали: А.А. Голубенко, С.И. Свертилов и Е.В. Широков.

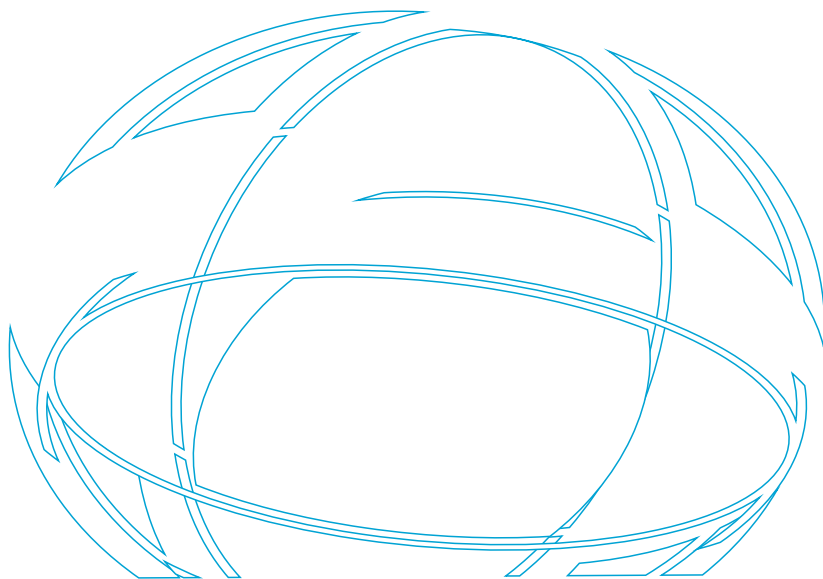




Семнадцатого августа НИИЯФ МГУ посетила команда школьников «Red Space». Ученики 11 класса из космического города Краснознаменск, победители «Лиги Младший ГИРД» в 11-м Всероссийском чемпионате Воздушно-инженерной школы побывали в Центре малых космических аппаратов отдела космических наук НИИЯФ МГУ. Ребята познакомились с историей разработки приборов для изучения космоса, а также созданных малых космических аппаратах Московского университета. Побывали в чистой зоне, где в то время проходили испытания малого космического аппарата Авион. Встреча вышла интересной и весьма познавательной для будущего поколения исследователей космоса.

«Школьная суббота» в НИИЯФ МГУ

9 апреля сразу две школьные группы, из московской школы № 904 и лицея «Вторая школа», побывали в НИИЯФ МГУ и познакомились с научными установками института. Старшеклассники из школы № 904, помимо этого, поработали в лабораториях атомного и ядерного практикумов. Большое количество заданных ребятами интересных вопросов – свидетельство того, что посещение института произвело на них очень сильное впечатление. Многие из тех, кто был в этот день в институте, настроены на поступление на физический факультет МГУ и вполне возможно, будут потом учиться на кафедрах ядерного отделения.



Проект «Вернадский»

Лаборатория общего и специального практикума НИИЯФ сотрудничает с Московским государственным областным университетом (МГОУ) в реализации проекта «Вернадский – Подмоскovie». Ежегодно студенты-физики МГОУ проходят практику в Лаборатории общего и специального практикума, выполняя лабораторные работы по атомной и ядерной физике. В апреле-мае 2022 года они стали первыми «подопытными», на ком были испытаны задачи нового практикума, разработанного сотрудниками ЛОСП и преподавателями ОЯФ для внешних пользователей: студентов и специалистов, интересующихся современной ядерной и космической физикой, но не имеющих фундаментальной подготовки по этим дисциплинам. Будущие физики-исследователи и физики-учителя в количестве 30 человек с энтузиазмом занимались повышением их образовательного уровня и доработкой своих задач. Обоюдное и полезное общение будет продолжаться. Это сотрудничество отмечено благодарностью Ректора МГОУ.



15 ноября 2022 г. прошел Всероссийский студенческий круглый стол «Применение радиационных технологий в науке, в медицине и промышленности» в рамках развития научно-образовательных консорциумов «Вернадский». Организаторами мероприятия выступили Студенческое научное общество МГУ, кафедра физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ, НИИЯФ МГУ, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Медицинский радиологический научный центр имени А.Ф. Цыба, а также филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. В рамках мероприятия студенты, аспиранты и молодые ученые вузов ознакомились с успешными исследованиями и проектами в области применения радиационных технологий, а также обсудили дальнейшее расширение сотрудничества. Слушатели узнали об особенностях трудоустройства медицинских физиков, опыте адронной терапии в МРНЦ имени А.Ф. Цыба, применении медицинской физической аппаратуры в Центре нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко, а также о технологиях обработки продуктов питания и медицинских изделий ионизирующим излучением.



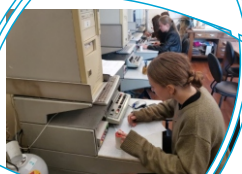
Школьники из Владимирской области в НИИЯФ МГУ

Продолжается взаимодействие НИИЯФ МГУ со школами Владимирской области. В рамках соглашения с региональным технопарком «Кванториум-33» 116 учащихся школ из городов и поселков области в 2022 году посетили в НИИЯФ. Ребята 7-11 классов познакомились с научной деятельностью института, побывали на экскурсии по научным установкам и поработали на учебных установках в лабораториях ядерного и атомного практикумов. Судя по отзывам, у школьников осталась масса впечатлений и большое количество совершенно новой информации, а шесть владимирских школьников выполнили проектные работы под руководством сотрудников ЛОСП (И.М. Зверева, Л.А. Янин).



Однодневный семинар по ядерной физике в НИИЯФ МГУ

Однодневный семинар по ядерной физике уже привычная для института форма взаимодействия со школьниками. Сотрудниками ЛОСП и преподавателями НИИЯФ в течение 2022 года было проведено 7 занятий по программе однодневного семинара для школьников, включающего в себя лекцию по физике микромира и космоса (Е.В. Широков, А.А. Брусницын), экскурсию по ускорительному комплексу НИИЯФ и выполнение задачи в общем атомном и ядерном практикуме. Всего через эту программу прошло 176 школьников. Семинар действительно занимает весь день и пользуется популярностью у школьных групп из регионов, которые могут приезжать к нам не так часто и стремятся использовать весь день для знакомства с лабораториями. Московские же школы обычно выбирают какую-то часть из всей программы. «Поломать систему» удалось московской школе № 1547, 10-классники которой прошли полную программу однодневного семинара: лекцию, экскурсию в Лабораторию электронных ускорителей и работу в общем ядерном практикуме, а заодно школьники выполняли и «сопутствующие задачи», например, записали видеointerview с заместителем заведующего ОЯФ физического факультета Е.В. Широковым о перспективах развития научных направлений в физике ядра и частиц.



ЛЕКЦИИ, СПЕЦКУРСЫ И СЕМИНАРЫ сотрудников НИИЯФ МГУ
на Отделении ядерной физики физфака МГУ

г.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Елизавета Евгеньевна АНТОНОВА*

- *Физика магнитосферных процессов: Последние результаты*

в.н.с., д.т.н., проф. *Сергей Геннадьевич БАСИЛАДЗЕ*

- *Электронные методы ядерно-физического эксперимента*

в.н.с., д.ф.-м.н. *Елена Семёновна БЕЛЕНЬКАЯ*

- *Физика планетных магнитосфер и атмосфер*

- *Физика космической плазмы в солнечной системе*

г.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Леонид Дмитриевич БЛОХИНЦЕВ*

- *Избранные вопросы теории рассеяния*

- *Физика деления атомных ядер и избранные вопросы теории рассеяния*

с.н.с., к.ф.-м.н. *Анна Викторовна БОГАЦКАЯ*

- *Физика плазмы в задачах*

- *Современные проблемы квантовой и нелинейной оптики*

- *Атомная физика*

Директор НИИЯФ, член-корр. РАН, д.ф.-м.н. *Эдуард Эрнстович БООС*

- *Стандартная модель и ее расширения*

- *Теория фундаментальных взаимодействий*

- *Физика за пределами Стандартной модели*

с.н.с., к.ф.-м.н. *Вячеслав Евгеньевич БУНИЧЕВ*

- *Аналитические и численные методы вычислений характеристик процессов на коллайдерах*

зав. отд., д.ф.-м.н. *Андрей Николаевич ВАСИЛЬЕВ*

- *Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом*

- *Оптика конденсированного состояния вещества*

в.н.с., д.ф.-м.н. *Игорь Павлович ВОЛОБУЕВ*

- *Теория групп в физике элементарных частиц и атомного ядра*

- *Физика фундаментальных взаимодействий. Современные методы теории групп*

в.н.с., д.ф.-м.н. *Алексей Николаевич ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО*

- *Атомы в полях излучения источников нового поколения*

- *Основы теории новых нелинейных процессов в небольших квантовых системах под действием излучения синхротронных источников нового поколения*

(дистанционный курс)

с.н.с., к.ф.-м.н. *Елена Владимировна ГРЫЗЛОВА*

- *Основы теории новых нелинейных процессов в небольших квантовых системах под действием излучения синхротронных источников нового поколения*

- *Теоретическая субмолекулярная физика*

зав. лаб., к.ф.-м.н. *Сергей Анатольевич ДОЛЕНКО*

- *Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы*

- *Машинное обучение в физике*

в.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Михаил Николаевич ДУБИНИН*
- *Физика частиц на коллайдерах и Вселенная*
- *Моделирование процессов в физике элементарных частиц на коллайдерах*

зав. лаб., д.ф.-м.н. *Лев Владимирович ДУДКО*
- *Применение методов машинного обучения в анализе данных коллайдерных экспериментов, астрофизики космических лучей и гамма-астрономии*

зав. отд., д.ф.-м.н., проф. *Дмитрий Олегович ЕРЕМЕНКО*
- *Современные проблемы физики*
- *Теория ядерных реакций*
- *Ядерная физика с тяжелыми ионами*

с.н.с., к.ф.-м.н. *Андрей Николаевич ЕРМАКОВ*
- *Электронные ускорители*

с.н.с., к.ф.-м.н. *Евгений Леонидович ИСУПОВ*
- *Физика ядра и частиц*
- *Рассеяние электронов на нуклонах и ядрах*
- *Физика частиц: обработка данных и результаты экспериментов*

зав. лаб., д.ф.-м.н. *Владимир Владимирович КАЛЕГАЕВ*
- *Введение в космофизику*

г.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Николай Николаевич КАЛМЫКОВ*
- *Ветвящиеся случайные процессы в физике космических лучей*
- *Космические лучи сверхвысоких энергий*

н.с., к.ф.-м.н. *Анна Александровна КЛИМОЧКИНА*
- *Физика атомного ядра*
- *Научно-исследовательский семинар*

г.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Александр Сергеевич КОВАЛЕВ*
- *Основы физики плазмы (спецкурс)*
- *Основы физики газового разряда*

в.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Владимир Леонидович КОРОТКИХ*
- *Эффекты кварк-глюонной плазмы в столкновениях релятивистских ионов*

зав. лаб., к.ф.-м.н. *Александр Павлович КРЮКОВ*
- *Применение методов машинного обучения в анализе данных коллайдерных экспериментов, астрофизики космических лучей и гамма-астрономии*

зав. лаб., д.ф.-м.н., проф. *Леонид Александрович КУЗЬМИЧЕВ*
- *Современные эксперименты в астрофизике частиц высоких энергий*
- *Проблема темной материи и экзотических частиц*
- *Природа космических лучей*
- *Темная материя: прямые и косвенные методы поиска*
- *Астрофизические источники гамма-излучения*

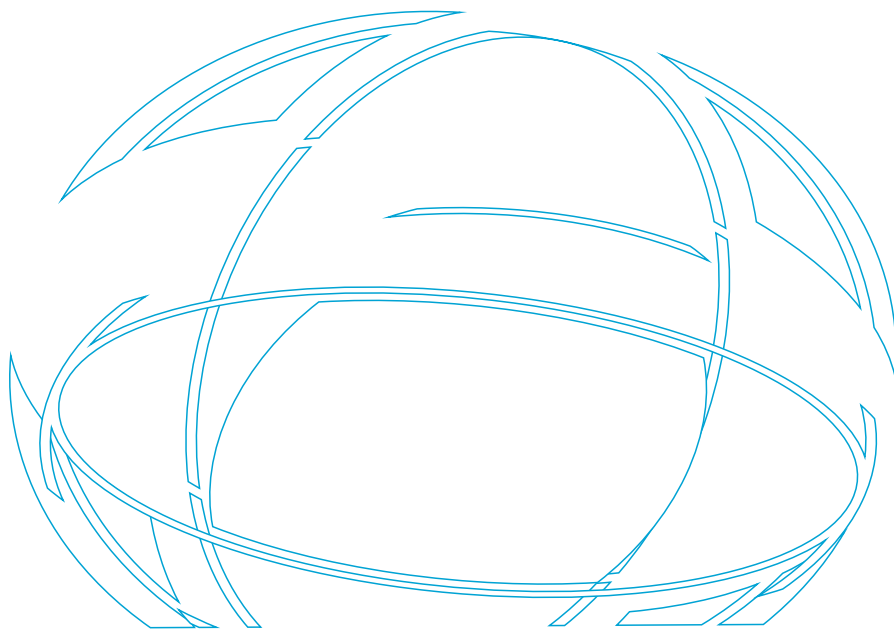
в.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Игорь Петрович ЛОХТИН*
- *Фундаментальные взаимодействия в физике космических лучей*
- *Введение в физику элементарных частиц*

- зав. лаб., д.ф.-м.н. *Михаил Моисеевич МЕРКИН*
- *Современные методы регистрации частиц*
- *Детекторы в физике астрочастиц*
- с.н.с., к.ф.-м.н. *Игорь Тимофеевич ОБУХОВСКИЙ*
- *Спектроскопия и структура адронов*
- в.н.с., д.ф.-м.н. *Александр Дмитриевич ПАНОВ*
- *Введение в современную космологию*
- в.н.с., д.ф.-м.н., проф. *Сергей Юрьевич ПЛАТОНОВ*
- *Современные проблемы физики*
- *Физика деления атомных ядер и избранные вопросы теории рассеяния*
- *Статистическая теория ядерных реакций*
- н.с., к.ф.-м.н. *Михаил Владимирович ПОДЗОЛКО*
- *Физика космоса*
- зав. отд., д.ф.-м.н., проф. *Виктор Иванович САВРИН*
- *Научно-исследовательский семинар*
- в.н.с., д.ф.-м.н. *Сергей Игоревич СВЕРТИЛОВ*
- *Природа космических лучей*
- *Детекторы ядерных излучений на космических аппаратах*
- в.н.с., д.ф.-м.н. *Александр Михайлович СНИГИРЕВ*
- *Квантовая хромодинамика*
- зав. отд., д.ф.-м.н., проф. *Александр Турсунович РАХИМОВ*
- *Физика неравновесных процессов в газовых средах*
- с.н.с., к.ф.-м.н. *Игорь Игоревич СОЛОВЬЕВ*
- *Физика наноструктур*
- *Научно-исследовательский семинар*
- *Специальный физический практикум*
- н.с., к.ф.-м.н. *Константин Александрович СТОПАНИ*
- *Моделирование и обработка данных в физике ядра и частиц*
- *Квантовая теория рассеяния в задачах ядерной физики*
- *Физика атомного ядра и частиц*
- с.н.с., к.ф.-м.н. *Татьяна Юрьевна ТРЕТЬЯКОВА*
- *Физика атомного ядра и элементарных частиц*
- *Радиоактивность*
- *Дополнительные главы ядерной физики*
- *Физика тяжелых ионов*
- *Микромир и Вселенная*
- *Человек в мире атомных ядер*
- *Ядерная физика и Человек*
- *Теоретическая ядерная физика*
- *Нуклеосинтез во Вселенной*
- *Современные проблемы физики. Ч.1*
- *Научно-исследовательский семинар III курса*

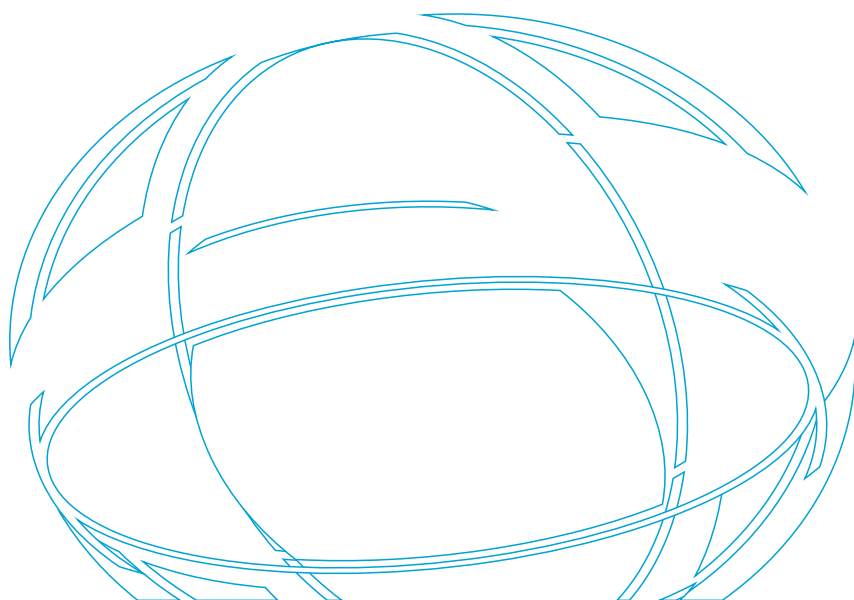
с.н.с., к.ф.-м.н. *Александр Сергеевич ЧЕПУРНОВ*
- *Темная материя: прямые и косвенные методы поиска*
- *Нейтрино в современных экспериментах*

зав. отд., д.ф.-м.н., проф. *Николай Гаврилович ЧЕЧЕНИН*
- *Наноматериалы, микро- и наносистемы в экстремальных условиях Космоса*
- *Физика магнитных наноструктур*

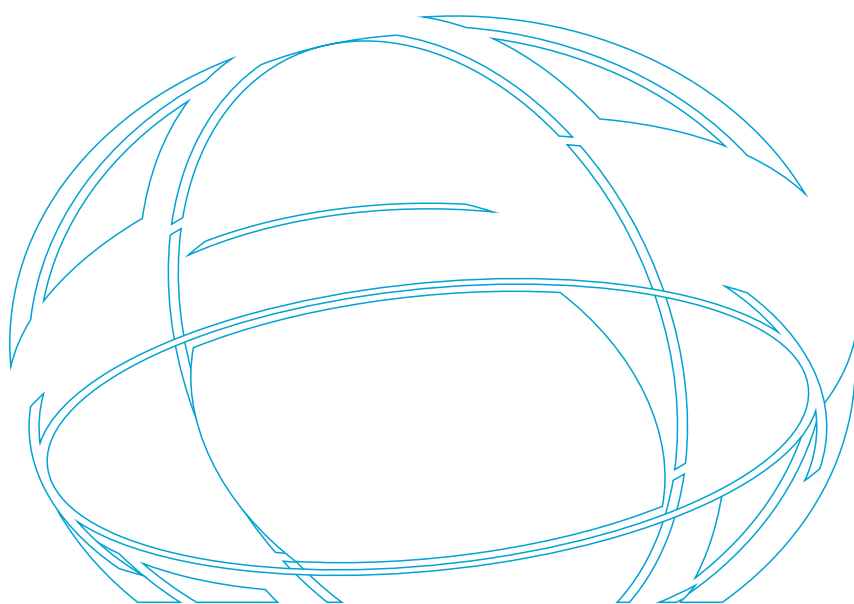
с.н.с., к.ф.-м.н. *Евгений Вадимович ШИРОКОВ*
- *Физика ядра и частиц*
- *Экспериментальная физика и астрофизика нейтрино*
- *Экспериментальные методы в физике нейтрино*
- *Физика атомного ядра и частиц (филиал МГУ в г. Севастополе)*
- *Физика нейтрино (физфак МГУ и филиал МГУ в г. Баку)*
- *Ядерная физика (филиал МГУ в г. Баку)*



Для заметок



Для заметок



Для заметок

