

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ”

23–25 октября 2023 г., Москва

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЁЖНАЯ ШКОЛА “ИННОВАЦИОННЫЕ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДИЦИНЫ”

26–27 октября 2023 г., Москва

С 23 по 27 октября в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН состоялись II Международная научная конференция “Инновационные технологии ядерной медицины и лучевой диагностики и терапии” и V Международная молодёжная школа “Инновационные ядерно-физические методы высокотехнологичной медицины”. Они продолжили цикл конференций и школ, проводимых при реализации проекта “Разработка новых технологий диагностики и лучевой терапии социально значимых заболеваний протонными и ионными пучками с использованием методов бинарной ядерной физики” в рамках ФНТП “Развитие синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019–2027 годы” при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (далее – Проект).

Проведение конференций и школ нацелено на возможность обсуждения с научным сообществом результатов Проекта, обучение творческой молодежи, определение перспективных направлений исследований, обеспечивающих технологический суверенитет Российской Федерации в области лучевой терапии.

Акцент в тематиках конференций сделан на ядерно-физических методах в ядерной медицине, лучевой диагностике и терапии, нанобиомедицинских технологиях диагностики, би-

нарных технологиях сенсibilизации протонной терапии, сочетанных технологиях лучевой терапии, математических методах моделирования роста злокачественных новообразований, оптимизации режимов протонной и ионной терапии, протонной томографии, технологиях модернизации комплексов протонной и ионной терапии.

Тематика школ определяется отдельно для каждой. Проведено 5 школ на темы: Ядерно-физические методы адронной терапии; Онкология: актуальная ситуация, перспективы диагностики и лечения; Комбинированные методы лечения в онкологии; Онкотерапевтика: достижения, проблемы, перспективы; Современная ускорительная техника для радиобиологии и медицины.

II Международную научную конференцию “Инновационные технологии ядерной медицины и лучевой диагностики и терапии” торжественно открыл член-корреспондент РАН, директор ФИАН Николай Николаевич Колачевский: “Хотелось бы отметить, что тематика конференции очень актуальная и социально значимая. Она находится на стыке медицинских и ядерных технологий. У нас в стране крепкая позиция по ядерной медицине и протонной терапии, но в то же время нам предстоит еще большая работа по развитию в данной области” (рис. 1).



Рис. 1. Директор ФИАН Н.Н. Колачевский на открытии конференции

Ирина Ивановна Селезнева, директор ИТЭБ РАН, рассказала о важности взаимодействия между организациями по направлению радиобиологии, ядерной медицины и тераностики и пожелала всем участникам активнее участвовать в дискуссии с докладчиками.

Александр Петрович Черняев, заведующий кафедрой физики ускорителей и радиационной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, пожелал всем участникам хорошей и плодотворной работы: “Я как физик-ядерщик, хочу отметить, что ядерная физика делает серьезные шаги в медицине и наши ядерно-физические методы приносят большую пользу людям”.

Председателем первой секции был заместитель директора ФИАН, руководитель Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН Владимир Алексеевич Рябов. Он отметил: “Ядерная медицина – это новое направление для ФИАН. Проводимые конференции способствуют развитию новых знаний и объединяют коллег из разных областей для общей цели”.

Программа конференции включала в себя 6 пленарных докладов:

- ✓ Сергунова Кристина Анатольевна, к.т.н., руководитель Научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины НИЦ “Курчатовский институт”. “Развитие ядерно-физических методов для медицины в рамках Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019–2027 годы”. В докладе были затронуты вопросы создания новых центров адронной терапии “ЛУЧ У-70” (Протвино), “ЛУЧ ТИП-ИОН” (Протвино), “ЛУЧ
- ПРОТОН” (Москва), “ОКО” (Гатчина), а также радиохимического комплекса “ИЗОТОП” (Протвино), которые планируется ввести в эксплуатацию в ближайшие годы.
- ✓ Кульчин Юрий Николаевич, академик РАН, вице-президент РАН, Председатель Дальневосточного отделения РАН, в своем докладе “ДВО РАН в ожидании синхротрона РИФ” представил перспективные разработки институтов ДВО РАН, а также основные области применения синхротронного излучения и планируемые работы по созданию уникальной научной установки “РИФ”. Юрий Николаевич отметил острую необходимость подготовки кадров для дальнейшей работы на установке.
- ✓ Ширков Григорий Дмитриевич, член-корреспондент РАН, помощник директора Объединенного института ядерных исследований. “Концепция разработки и создания центра протонной терапии в г. Дубна”. Докладчик проинформировал слушателей о состоянии медико-технического комплекса на базе синхроциклотрона ОИЯИ, инженерного центра ОИЯИ по сборке и испытаниям медицинского ускорительного оборудования, а также о концепции создания научно-клинического центра протонной терапии на базе циклотрона MSC-230 (Дубна).
- ✓ Лощенов Виктор Борисович, профессор, д.ф.-м.н., заведующий Лабораторией лазерной биоспектроскопии Центра естественнонаучных исследований Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН. Доклад “Черенковским излучением можно лечить рак!?” был посвящен вопросам перспективы применения черенковского излучения в тераностике рака, возможностях контроля развития опухолевого процесса с помощью ^{18}F FDG и ^{18}F -Gln по интенсивности сигнала ПЭТ, а также интересным эффектам программной дифференцировки макрофагов, обеспечивающей Т-клеточную иммунотерапию, с помощью гамма-излучения.
- ✓ Бугай Александр Николаевич, д.ф.-м.н., директор Лаборатории радиационной биологии Объединённого института ядерных исследований в своем докладе “Математическое моделирование и автоматизированная обработка данных в радиационной биологии и ядерной медицине” рассказал об иерархии методов математического и компьютерного моделирования, а также возможностях расчета элементарных событий на клеточном и

молекулярном уровне с помощью методов Монте-Карло.

- ✓ Завестовская Ирина Николаевна, профессор, д.ф.-м.н., руководитель Лаборатории радиационной биофизики и биомедицинских технологий ФИАН, представила результаты проекта ФНТП СИН “Разработка новых технологий диагностики и лучевой терапии социально значимых заболеваний протонными и ионными пучками с использованием бинарных ядерно-физических методов”.

Подробно результаты Проекта за три года представили его ключевые исполнители:

- ✓ Шемяков Александр Евгеньевич (ФИАН). «Научно-практические исследования на комплексе протонной терапии “Прометеус”».
- ✓ Климентов Сергей Михайлович (НИЯУ МИФИ). “Лазерно-синтезированные наноматериалы для радиационной терапистики”.
- ✓ Котельникова Полина Александровна (ИБХ РАН, ФИАН). “Модификация наночастиц для направленного воздействия на раковые клетки”.
- ✓ Попов Антон Леонидович (ИТЭБ РАН, ФИАН). “*In vitro* исследования перспективных нанорадиосенсибилизаторов для бинарной протонной терапии”.
- ✓ Филимонова Марина Владимировна (МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ РФ). “Перспективные наночастицы для технологий бинарной протонной терапии. Экспериментальные результаты *in vivo*”.
- ✓ Корякин Сергей Николаевич (МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” МЗ РФ). “Технологии сочетанной лучевой терапии”.
- ✓ Колобов Андрей Владимирович (ФИАН). “Математическое моделирование доставки лекарств к опухоли”.
- ✓ Фроня Анастасия Андреевна (ФИАН, НИЯУ МИФИ). “Подготовка кадров в рамках реализации проекта “Разработка новых технологий диагностики и лучевой терапии социально значимых заболеваний протонными и ионными пучками с использованием бинарных ядерно-физических методов” ФНТП СИН”.
- ✓ Родионова Олеся Владимировна (ФИАН). “Создание Центра хранения, обработки и анализа экспериментальных данных ОЯФА ФИАН”.

Подытоживая результаты, полученные за три года реализации Проекта, его руководитель

Ирина Николаевна Завестовская отметила: “Помимо значимых достижений по реализуемым научным направлениям, одним из главных результатов нашей деятельности является активный, молодой коллектив, объединяющий сотрудников всех организаций-соисполнителей проекта”.

С приглашенными докладами на Конференции выступили:

- ✓ Roy Indrajit (Университет Дели, Индия). “Hybrid nanophotonic materials for anticancer and antimicrobial applications”.
- ✓ Акулиничев Сергей Всеволодович (Институт ядерных исследований РАН). “Проявление FLASH эффекта при протонном облучении биологических образцов”.
- ✓ Крылова Татьяна Алексеевна (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ). “Гарантия качества в лучевой терапии: чувствительности оборудования и методик к обнаружению ошибок”.
- ✓ Гоголин Данила Вячеславович (МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” МЗ РФ). “Возможности протонной терапии при повторном облучении опухолей различных локализаций”.
- ✓ Киселев Василий Алексеевич (ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России). “Особенности дозиметрического планирования протонной терапии”.

Также на конференции были представлены доклады в области ПЭТ-диагностики, БНЗТ, моделирования роста опухолей и другие. Подробнее ознакомиться со всеми докладами можно на сайте мероприятия <https://protonconf.lebedev.ru/>.

В рамках конференции прошел конкурс научных молодежных работ в оффлайн и онлайн форматах. Заявки для участия в оффлайн формате Конкурса подали 38 человек, в онлайн формате – 19 человек. Конкурсная комиссия подчеркнула высокий уровень научных работ и определила победителей (рис. 2).

Сразу после Международной научной конференции прошла V Международная молодёжная школа “Инновационные ядерно-физические методы высокотехнологичной медицины”. Особо важным является проведение таких школ, где выступают ученые и врачи, добившиеся больших достижений в представленной области.

V Школу торжественно открыл заместитель директора ФИАН Андрей Владимирович Колобов: “На мероприятии лекции прочтут ве-



Рис. 2. Победители конкурса научных молодежных работ

дущие специалисты в области ядерной медицины и ускорительной техники. Часть лекций представят действующие врачи, которые активно используют методы ядерной медицины в своей клинической практике. Надеюсь, что новые знания помогут участникам определить вектор своего дальнейшего развития” (рис. 3).

Программа школы была рассчитана на широкий круг слушателей от школьников до молодых ученых, проявляющих интерес к наукам о жизни и медицине, применению в медицине технологий ядерной физики и ускорительной техники.

Особый интерес участников вызвали лекции не только физиков-ядерщиков, но и медицинских физиков и врачей. Наибольшую заинтересованность у слушателей вызвали лекции:

- ✓ Лебеденко Ирина Матвеевна (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ). “Современные технологии лучевой терапии”.
- ✓ Дрошневa Инна Викторовна (МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радио-



Рис. 3. Заместитель директора ФИАН А.В. Колобов на открытии школы

логии” МЗ РФ). “Методы лучевой терапии в лечении злокачественных опухолей”.

- ✓ Дадашев Эльмар Октаевич (ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ). “Низкодозная брахитерапия в лечении рака предстательной железы: показания, методы выполнения, результаты”.
- ✓ Солдатов Александр Петрович (НИЦ “Курчатовский институт” – ИФВЭ). “Адронная терапия на базе ИФВЭ НИЦ КИ в рамках Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019–2027 годы”.
- ✓ Липенгольц Алексей Андреевич (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ). “Применение ПЭТ/ОФЭКТ/КТ/МРТ в исследованиях на лабораторных животных при разработке и доклинических исследованиях новых высокотехнологичных методов лечения и диагностики”.

После лекций разгорелась дискуссия о перспективах конвенциональной и адронной

лучевой терапии с использованием протонов и ионов углерода, а также по развитию новых методов лучевой диагностики.

В работе конференции и школы приняли участие 181 человек, из которых 137 человек в возрасте до 39 лет. В мероприятиях участвовали представители 6 стран: России, Индии, Беларуси, Казахстана, Азербайджана и Молдавии. От России были представлены 24 региона. Участниками конференции и школы были ученые, аспиранты, студенты, а также школьники. Были представлены 13 институтов РАН и НИИ, 23 университета, 10 медицинских организаций и 2 фармацевтические компании.

И.Н. Завестовская^{1,2}, О.В. Родионова¹,

А.А. Фроня^{1,2}, М.С. Григорьева^{1,2}, Д.С. Петруня¹

¹ Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

² НИЯУ МИФИ