

Мирный и лечебный атом: один день молодого физика

Научный сотрудник Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН **Александр Николаевич Макаров** работает на установке, которая изначально создавалась (и в настоящее время продолжает совершенствоваться) для лечения рака. «Наша задача состоит в том, чтобы в конечном итоге сделать компактный и недорогой продукт для клиник», — говорит молодой исследователь



Ускоритель действует по методу лучевой терапии, реализуя возможность доставки как можно большего количества радиации в пораженную ткань. Специалисты ИЯФ СО РАН развивают особый способ, не похожий на все остальные и пока еще не вошедший в широкую практику лечения — бор-нейтронозахватную терапию.

«Сначала пациенту вводят боросодержащий препарат (к примеру, борфенилаланин). Он создан химиками и биологами таким образом, что опухоль его активно аккумулирует. Затем происходит облучение больного потоком частиц. Внутри злокачественного новообразования происходит ядерная реакция: бор взаимодействует с прилетающим нейтроном и захватывает его, в результате чего образуется нестабильный изотоп бора, который за доли секунды распадается на осколки: ядро лития, альфа-частицу и гамма-квант, — объясняет Александр Макаров. — Они теряют свою энергию на длине в несколько микрометров и производят ионизирующее излучение в пределах одной раковой клетки. Соответственно, при определенных, довольно жестких условиях (которые физики и призваны соблюдать), происходит ее гибель. Поскольку в здоровых тканях концентрация бора в 3–4 раза ниже, то они получают существенно меньшую дозу».

Самая главная функция разрабатываемого учеными ИЯФ ускорителя — создание нужного для бор-нейтронозахватной терапии потока нейтронов. К этому можно подходить с разных сторон. Одну из них Александр Макаров демонстрирует «Науке в Сибири», рассказывая, как проходит его вполне обычный рабочий день, который, как и у многих, начинается с кофе и электронной почты. «Я смотрю, не пришло ли каких-нибудь приглашений на конференции,

сообщений о публикации наших новых статей в журналах, объявлений о грантах», — рассказывает исследователь.

Теперь из комнаты управления ускорителем — пультовой — можно идти в бункер, где находится установка. «У нас нет такого, чтобы кто-то пришел на работу и включил установку. Есть ответственные сотрудники, выполняющие запуск ускорителя и операции с ним, поскольку эта работа совмещена с вполне реальной радиационной опасностью. Мы проходим все инструктажи по технике безопасности, и они отнюдь не формальны, — отмечает Александр. — Сегодня у нас запланирован эксперимент, так что я иду готовить свою часть оборудования».

Инжектирование отрицательных ионов водорода в ускоритель

Внутри диагностической камеры стоит детектор ионов аргона: их встречный поток мешает работать с ускоряемыми отрицательными ионами водорода. Чтобы бороться с ним, его нужно сначала измерить, и делается это с помощью такого приспособления. Для понимания всё ли нормально, надо разобрать вакуумную камеру.

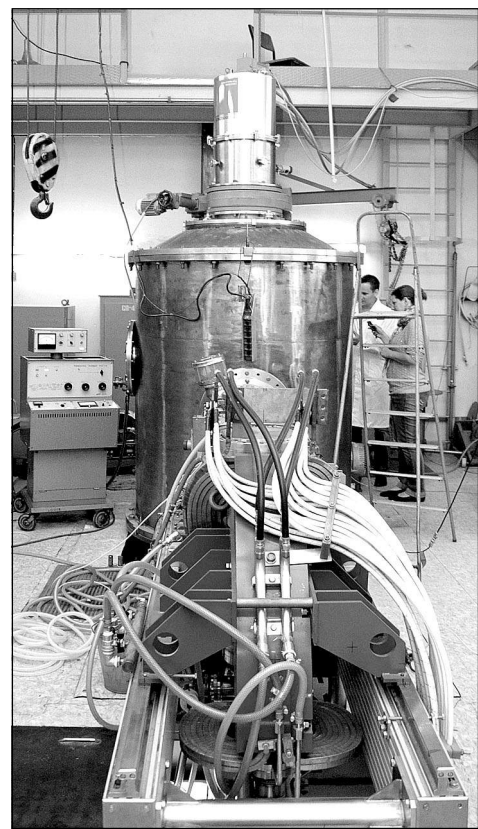
В бункере несколько этажей. Александр спускается на уровень ниже: там аспиранты **Дмитрий Касатов** и **Иван Щудло** монтируют имитатор мишени. Он нужен для проведения предварительных экспериментов по измерению протонного пучка. Кроме того, туда помещаются разные вещества для изучения взаимодействия с ними потока частиц. В нынешнем случае — фторид лития. «Это маленькие кусочки мозаики, которые мы складываем в одно целое», — улыбается молодой ученый.

Сегодня планируется и эксперимент по изучению радиационного поля вокруг

ускорителя. «Груша» — это сферический ионизационный дозиметр. Их размещают в ряде точек, чтобы потом нарисовать график распределения мощности дозы.

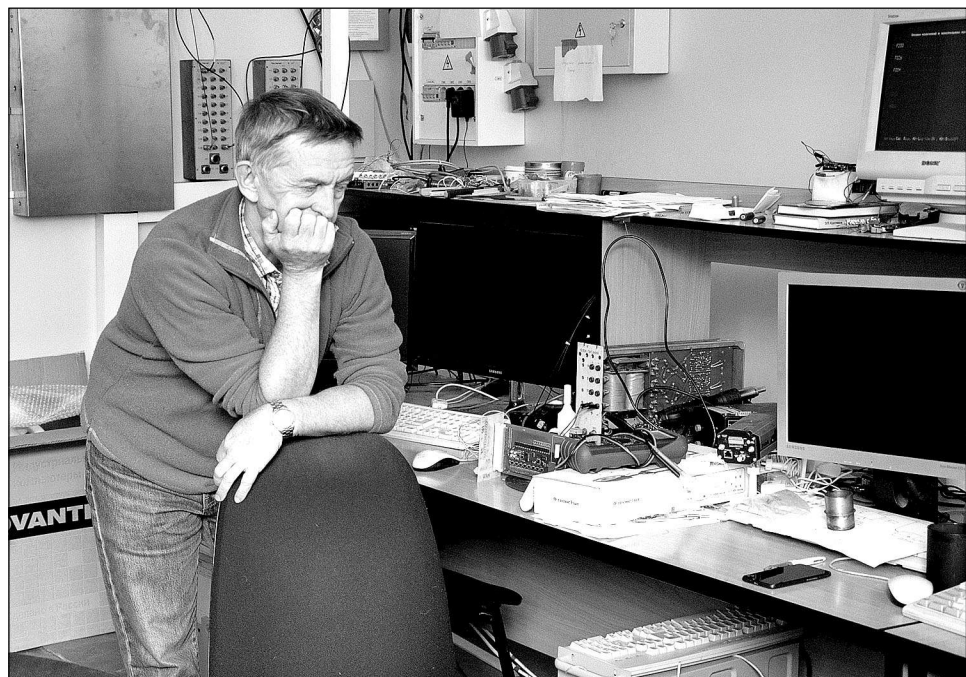
В центральный пункт сбора информации с дозиметров поступает вся информация о радиации: это немецкий прибор, откалиброванный заводом-изготовителем, он показывает величину эффективной эквивалентной дозы в тех точках, где висят измерители. Александр удостоверяется в том, что пока не заработала установка, все дозы в пределах допустимого. Всё безопасно. Он «вскрывает» диагностическую камеру: в нее помещается приемник пучка. «С помощью такого устройства можно измерить ионный ток. Температура приемника пучка у нас понижается с помощью дистиллированной воды. Это связано с тем, что протонный пучок довольно узкий и мощный, несколько киловатт, и в вакууме его попадание на неохлаждаемую поверхность может легко расплавить даже сталь», — поясняет Александр.

Ученые пользуются камерами для наблюдения. Есть и такие, которые смотрят через стекла на сам пучок. Поскольку изображение видно только в пультовой комнате, если требуется корректировка, из бункера туда звонят по специально установленному проводному телефону, так как сотовые аппараты не могут поймать сигнал сети из-за толстых радиационно-защитных стен.



нельзя. После извлечения он вставляется в специальный замок внутри пультовой — и только тогда можно запустить эксперимент.

Установка начинает работать после нажатия... нет, не красной кнопки — а клавиши обыкновенной компьютерной мышки. За это отвечает Иван Щудло. На экране его компьютера видны все напряжения, токи, состояние вакуума в ускорителе и ионном источнике, радиационные измерения. Программное обеспечение пишут специалисты ИЯФ СО РАН.



Последняя проверка: Александр залезает на ускоритель, где стоит криогенный насос, и проверяет шланги: всё ли в порядке. Перед запуском эксперимента он включает диагностический прибор — сцинтилляционный детектор нейтронов с литиевым стеклом, который подсоединен к компьютеру, находящемуся в зале и передающему информацию в пультовую. По словам ученого, это одна из самых дорогих и наукоемких среди имеющихся диагностик.

Закрывается!

Физик закрывает «шлабгаум» — к этому моменту на двух нижних этажах уже никого нет. Перед тем как нажать кнопку и закрыть тяжелую двойную дверь, Александр дважды мигает светом. Это знак: если вы были увлечены работой и не услышали просьбы выйти, то поспешите. Специальная радиационно защищенная стена и двойная экранированная дверь отрезают зал с установкой от людей, теперь туда заходить ни в коем случае нельзя. Александр поворачивает ключ: когда закрываются двери, его можно выдернуть, и открыть вход будет

Руководитель установки к.ф.-м.н. **Сергей Юрьевич Таскаев** следит за началом работы. Для проведения эксперимента используются как минимум три компьютера. Основной — тот, с которого управляется ускоритель. На другом идет гамма- и термодиагностика (ученые следят, чтобы не прожечь где-нибудь трубу). Задача третьего — следить за нейтронами.

Александр дистанционно подключается к машине, стоящей внизу, около работающей установки. «Я думаю, сегодня будут интересные результаты, так что сажусь и наблюдаю за ходом эксперимента. Это занимает несколько часов, но уверяю вас — совершенно не скучно!» — смеется Александр. На экране видно, что ускоритель заработал, радиация пошла. После окончания процесса итоги обрабатываются в Excel. Как правило, это делается сразу.

Рабочий день закончен: Александр снимает халат, садится на велосипед и едет домой.

Подготовили Екатерина Пустолякова
и Юлия Позднякова
Фото Юлии Поздняковой

