

## ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ КООПЕРАТИВНОЙ ГРУППЫ ПО АДРОННОЙ ТЕРАПИИ РТСОГ 55

22–28 мая 2016 г., Прага, Чехия

С 23 по 28 мая 2016 г. в столице Чехии, городе Праге, прошла 55-ая ежегодная конференция, посвящённая адронной лучевой терапии (55-th Annual Conference of the Particle Therapy Co-Operative Group). В связи с огромными темпами развития этой области медицины конференции РТСОГ с каждым годом привлекают все больше внимания. На конференции присутствовали 1122 участника.

На РТСОГ55 приехали около 20 специалистов из России, которые представили по 1–2 постерных доклада о результатах своих исследований и технических достижениях в области протонной терапии.

В разделе “Радиология” были представлены три постерных доклада российских авторов: об ОБЭ протонов, определённой в Протвино на лучевой установке “Прометей”, разработанной под руководством В.Е. Балакина, с участием специалистов Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба; о методике определения ОБЭ ионов в Институте теоретической и экспериментальной физики (Москва) и об исследованиях фракционированного облучения (Дубна).

В разделе “Клиника” были представлены также три доклада. Два из них подготовлены отделом медицинской физики ИТЭФ совместно с радиологами Московского научно-исследовательского института глазных болезней им. Гельмгольца и МНИОИ им. П.А. Герцена. В них показаны 20-летние результаты протонной терапии увеальной меланомы и 5- и 10-летние результаты облучения местно-распространённого рака предстательной железы у пациентов с промежуточным и высоким риском прогрессирования, проведёного на синхротроне ИТЭФ. Третий доклад касался первых результатов про-

тонного облучения внутричерепных злокачественных новообразований, проведённой на установке “Прометей” (г. Протвино).

В разделе “Физика” были представлены 7 докладов из России. М.М. Кац (ИТЭФ) представил доклад о планарной изоцентрической системе, способной заменить гантри (кстати, этому же посвящён доклад из Massachusetts General Hospital (Бостон, США). Совместный доклад из Протвино и Обнинска был посвящён технологии изготовления 3D пассивного модификатора для пучка ионов углерода. Доклад из Объединённого института ядерных исследований (Дубна) посвящён разработанной в ОИЯИ системе дозно-анатомического планирования протонной терапии новообразований различной локализации. Верификация системы показала вполне удовлетворительные результаты. От ИТЭФ были также представлены 4 доклада, касающиеся развития систем планирования, основанных на методе Монте Карло, причём речь идёт о развитии как известной программы Geant, так и о разработанной специалистами ВНИИ технической физики им. академика Забабахина (г. Снежинск) программе iThMC.

Учебная секция (23–25 мая) затронула широкий спектр базовых тем, касающихся адронной терапии: рациональность использования протонов и ионов, базовые физико-технические принципы, радиобиологические модели, клинические аспекты, гарантия качества, планирование создания центров протонной и ионной терапии, ввод в эксплуатацию и многое другое.

Научная секция началась сразу после учебной и заняла также 3 дня. Организаторы сделали всё возможное, чтобы конференция

была интересна для всех её участников, как врачей, так и физиков.

Со стороны врачебного сообщества было представлено много докладов с достоверным статистическим материалом, показывающих опыт использования протонов и ионов в различных клинических случаях. Также часто упор делался на сравнение этой технологии с результатами конвенциональной лучевой терапии. Стоит отметить, что во многих случаях преимущества адронной терапии были продемонстрированы очень наглядно.

В целом можно сказать, что адронная терапия за последние годы успела зарекомендовать себя как крайне эффективная, а порой и незаменимая технология лучевого лечения, позволяя существенно снизить лучевую нагрузку на здоровые ткани и во многих случаях имея ряд существенных преимуществ в сравнении с конвенциональной лучевой терапией. В связи с этим в последние годы в рамках конференций RTOG все меньше обсуждается рациональность использования протонов и ионов в медицине и все больше обсуждаются вопросы, связанные с конкретными методиками их использования для достижения наилучшего результата.

Интересен доклад о критериях разделения пациентов для прохождения конвенциональной и протонной терапии по распределению поглощённой дозы в тканях, окружающих опухоль. Пока экзотикой смотрелся доклад об улучшении поглощения дозы опухолью, в которую были внедрены наночастицы золота.

Радиобиологические доклады по традиции тоже очень интересны. Всё больше работ, посвящённых ОБЭ протонов. Все годы развития протонной терапии было принято, что их относительная биологическая эффективность (в сравнении с  $^{60}\text{Co}$ ) постоянна и равна 1,1, т.е. всего на 10 % выше конвенциональной (выигрыш в основном в значительном снижении лучевой нагрузки на здоровые ткани). В то же время, ОБЭ ионов, как известно, растёт к концу пробега, что считалось неверным для протонов. Однако оказалось, что и для протонов наблюдается рост ОБЭ не только в конце пробега, но и на дистальном (заднем) склоне зависимости поглощённой дозы от пробега. Более того, Lühr (OncoRay) утверждает, что ОБЭ всех ионов, включая протоны, зависит от функции энергии и заряда иона (качества пучка). Эта функция универсальна для всех видов ионов и описывается формулой зависимости ОБЭ от поглощён-

ной дозы, качества излучения и отношения параметров линейно-квадратичной модели  $\alpha/\beta$  для данного вида клеток. Можно добавить, что основные производители систем планирования протонного облучения собираются вводить эту зависимость в свои разработки.

Физические секции были во многом посвящены программам гарантии качества, алгоритмам расчета дозы и техническим инновациям. Особый интерес представляли работы, связанные с исследованиями ионных пучков как наименее изученными на данный момент.

Сдерживающим фактом развития технологий лечения адронами всегда была сложность и высокая стоимость создания таких центров, поэтому много внимания было уделено вопросам, посвящённым оптимизации процессов создания и эксплуатации центров протонной и ионной терапии. Несколько докладов были посвящены созданию компактных однокабинных комплексов (фирмы Mevion, Литтлтон, США; OncoRay, Дрезден, Германия; Danfysik, Тааструп, Дания). Особенно интересен последний доклад. В прошлом году Danfysik представляла компактный гантри на тёплых магнитах для протонов. В этом году гантри, установленный на цилиндрической ферме, выводит пучок от компактного синхротрона, расположенного на торце фермы. Инжектор расположен по диаметру синхротрона (рис. 1). С другого торца расположена процедурная

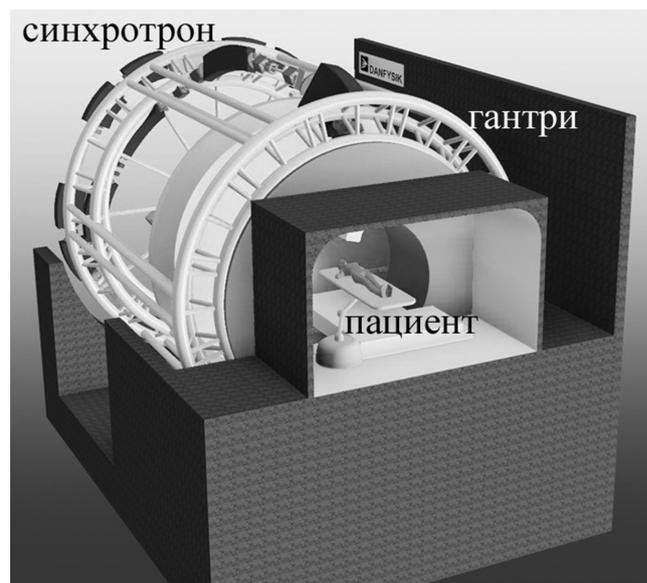


Рис. 1. Синхротрон, вращающийся вместе с фермой гантри



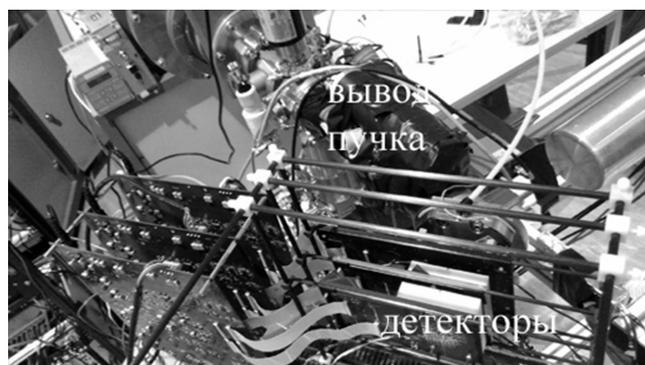
**Рис. 2.** Вид вращающегося синхротрона со стороны процедурной кабины

кабина (рис. 2). Таким образом, ускоритель вращается вместе с гантри. Его размеры  $8 \times 8$  м, он пока предназначен для терапии пучками протонов и ионов гелия (который мало отличается по своим характеристикам от протонов, но имеет более резкий градиент на краях дозового поля). Энергии от 70 до 230 МэВ для протонов, 32–136 МэВ/нуклон для гелия, поток  $10^{10}$  частиц для протонов и  $8 \times 10^{10}$  частиц для гелия за импульс в 8 с. Продолжается разработка компактной установки для ионов углерода. Масса гантри на сверхпроводящих магнитах 300 т, что в два раза меньше, чем у действующего гантри в г. Гейдельберг (Германия).

Развитие дозиметрии продолжается. Несколько лет назад экзотикой представлялось определение пробега протонов в теле пациента при помощи прямых измерений потоков гамма-квантов, испускаемых при ядерных взаимодействиях. Дело в том, что эти потоки достаточно слабы. Но сейчас предложено несколько решений, как увеличить собираемость протонов и чувствительность детекторов (рис. 3, 4). Погрешность определения пробега протонов в ткани позволяет различить пробеги с разницей 5 мм и даже менее. Развивается направление получения объемного распределения дозы при помощи сцинтилляторов (твёрдых, жидких) и его регистрации. Чтобы при возможных изменениях положения области интереса между фракциями модификаторы пучка всегда были в том же положении, предложено оригинальное



**Рис. 3.** Детекторы прямого гамма-излучения (OncoRay, Германия)



**Рис. 4.** Телескоп детекторов прямого гамма-излучения (Instituto de Fisica Corpuscular, Испания)

решение: совместить фиксирующие устройства и болюсы. При облучении опухолей в области головы используются маски и стоматологические капы. Было предложено их совместить.

В целом, все представленные доклады интересны, и их изучение как раз займёт время до следующей конференции.

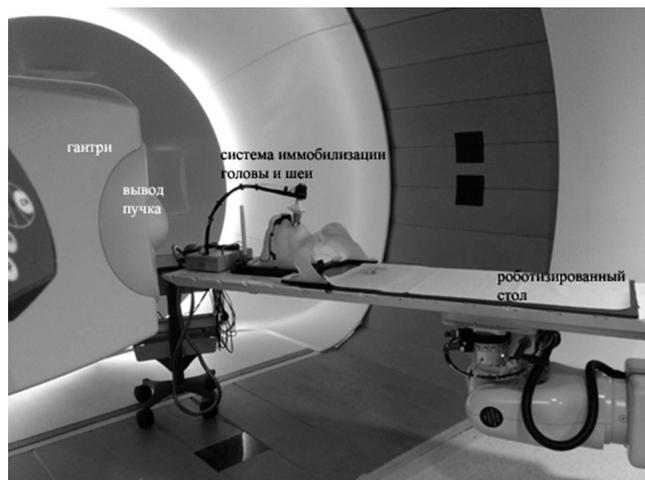
До начала конференции её участники получили опросные листы с просьбой представить предложения об улучшении работы конференции. Коллектив отдела медицинской физики ИТЭФ предложил собрать отдельные комитеты по локализациям (клинические) и отдельным вопросам функционирования центров адронной терапии, в частности, по информационным технологиям. Очевидно, что подобные предложения поступили и от других участников. Во время конференции были проведены заседания клинических подкомитетов и подко-



**Рис. 5.** Центр протонной терапии, Прага, Чешская республика

митета по информационным технологиям. Эти заседания были насыщены по своей повестке, проходили при большом энтузиазме участников. Например, подкомитет по онкофтальмологии работал 4 часа. Однако этот факт вызвал также и недовольство участников: практически все подкомитеты работали параллельно, что не давало возможности принять в них участие всем желающим. Было решено, что количество подкомитетов сократят, объединив их тематику.

В рамках конференции помимо основной части, включающей в себя лекции и доклады, также проходил ряд общественных мероприятий. Особо стоит отметить экскурсию в центр протонной терапии в Праге (РТС), который являлся принимающей стороной для РТСОГ55 (рис. 5). Центр был открыт в 2012 г., в нём проводится лечение опухолей головы, шеи, абдо-



**Рис. 6.** Помещение гантри Чешского ЦПТ

минальной области, области малого таза, в том числе у детей (рис. 6).

В завершение стоит еще раз отметить, что активное развитие адронной терапии повышает и уровень тематических конференций. РТСОГ и локальные организаторы в этом году проделали отличную работу, собрав ведущих специалистов со всего мира, которые поделились своим опытом и исследованиями. Также хотелось бы выразить надежду на то, что в будущем будет расти уровень участия российских специалистов в мероприятиях, посвященных адронной терапии. Ведь, напомним, первая международная конференция по использованию пучков протонов в лучевой терапии прошла именно в Москве в 1977 г.

*И.Н. Канчели, Д.В. Костылев  
НИЦ "Курчатовский институт",  
Ассоциация медицинских физиков России*