

ОБЩЕМОСКОВСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР “МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ”

18 июня 2019 г., Москва

18 июня 2019 г. состоялся очередной общемо­сковский семинар “Медицинская физика лучевой терапии”, на котором обсуждался доклад группы сотрудников Научно-исследовательского института технической физики и автоматизации (НИИТФА) и Лаборатории электронных ускорителей МГУ вместе с НИЯФ МГУ, посвященный состоянию работ над проектом по созданию комплекса лучевой терапии на базе ускорителя электронов с энергией 6 МэВ и системы компьютерной томографии в конусном пучке, который получил название “Оникс”. Научный руководитель проекта – академик РАН, д.ф.-м.н. Валентин Пантелеймонович Смирнов (рис. 1), руководитель проекта –



Рис. 1. Академик РАН, д.ф.-м.н. В.П. Смирнов (слева)

Татьяна Алексеевна Крылова (рис. 2). Общее название темы семинара “Технические задачи и решения при разработке комплекса лучевой терапии”.

Сначала Т.А. Крылова представила график работ и организации, принимающие участие в проекте, привела функционал “Оникса” и его сравнение с существующими аналогами.

Работа ведется в рамках выполнения соглашения между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и АО “НИИТФА” о предоставлении субсидии №14.582.21.0011 от 03.10.17 г. “Создание и передача на клинические испытания образца импортозамещающего комплекса лучевой терапии на базе инновационного оборудования (6 МэВ ускорителя и конусно-лучевого томографа)”. Индустриальным партнёром проекта выступило АО “Русатом Хэлскеа”, интегратор ГК

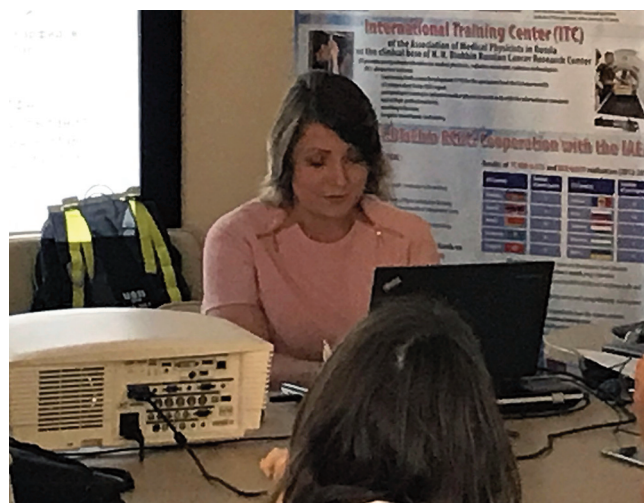


Рис. 2. Руководитель проекта Т.А. Крылова

«Росатом» в области радиационных технологий в медицине.

В 2018 г. разработана конструкторская документация и изготовлены образцы подсистем комплекса. Проводится сборка, отладка и стендовые испытания. К концу 2019 г. по плану должен быть готов экспериментальный образец ускорителя. В планах на 2020 г. – его доработка и технические испытания, на 2021 г. – клинические испытания и начало серийного производства, которое должно удовлетворить спрос российского рынка на подобные системы для дистанционной лучевой терапии и, следовательно, увеличить доступность и качество лечения онкологических пациентов.

Основными особенностями системы Оникс являются:

- ✓ стабильный пучок и высокие мощности дозы, что обеспечивается твердотельным модулятором и многолучевым клистроном КИУ-271 производства АО НПП «Торий»;
- ✓ малый размер и вес ускоряющей структуры и клистрона, позволяющие уместить всю ускорительную секцию во вращающуюся часть гантри без использования дополнительных поворотных магнитов;
- ✓ визуализация в пучке 2,5 МэВ, что снижает дозовую нагрузку на пациента и повышает контрастность изображения;
- ✓ резкий градиент дозы в области полутени за счет фокусного пятна размером менее 1 мм и конструкции многолепесткового коллиматора;
- ✓ пучок тормозного излучения без выравнивающего фильтра;
- ✓ реализация адаптированной лучевой терапии, позволяющей корректировать план в соответствии с текущим состоянием пациента;
- ✓ система оптического сканирования поверхности для отслеживания движений пациента во время сеанса облучения и синхронизации с дыханием пациента;
- ✓ терапевтический стол с шестью степенями свободы.

Далее докладчики описали различные проблемы, связанные с достижением необходимых механических и дозиметрических параметров разрабатываемого комплекса.

Главный инженер проекта Степан Александрович Полихов (рис. 3) описал конструкцию гантри и разработанную методику проверки механической точности позиционирования гантри и верификации положения

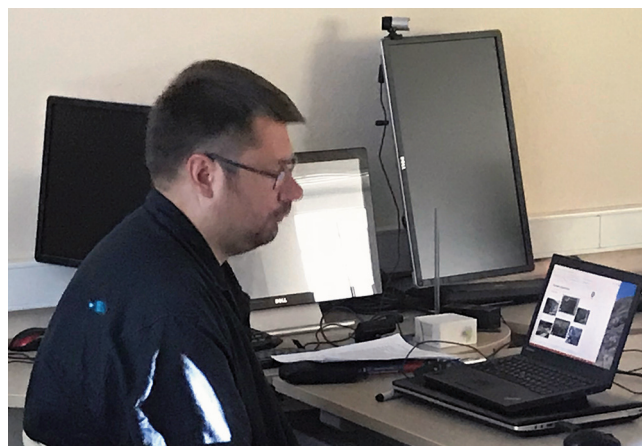


Рис. 3. Гл. инженер проекта С.А. Полихов



Рис. 4. К.ф.-м.н. Л.Ю. Овчинникова (слева)

изоцентра с помощью лазерного трекера. Был продемонстрирован процесс сборки экспериментального образца гантри и предварительного тестирования его вращения после изготовления на заводе. С.А. Полихов также отметил особенности разработки системы управления и безопасности, ведущейся специалистами НИИТФА.

В следующем докладе инженер-конструктор ЛЭУ МГУ, недавно защитившая диссертацию, к.ф.-м.н. Любовь Юрьевна Овчинникова (рис. 4), сообщила о расчетах, разработке и испытаниях ЛЭУ для комплекса «Оникс». Особенностью ускоряющей структуры является ее малый размер (30 см) и высокий темп набора энергии, в регулярной части достигающий 40 МэВ/м, что заметно выше, чем это обычно принято на ускорителях прикладного назначе-

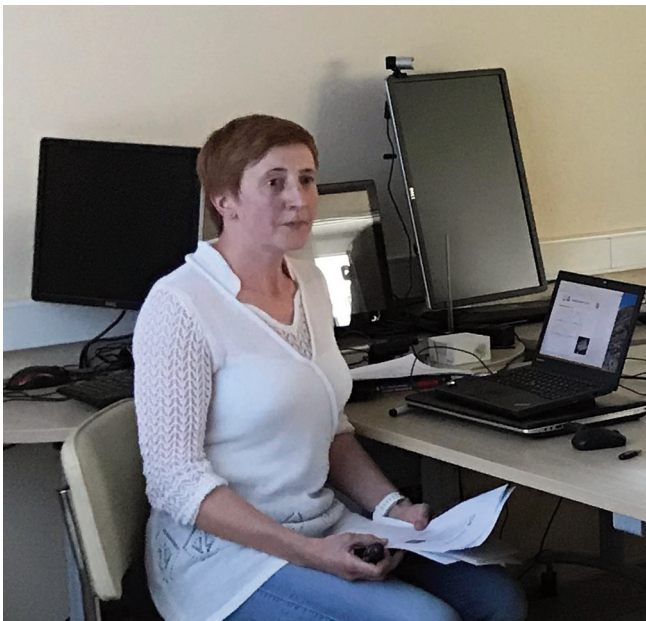


Рис. 5. С.н.с. И.Л. Дергачева (слева)

ния. Были продемонстрированы конструкторские схемы разработки и приведены результаты исследовательских испытаний: выход на проектные мощность дозы и энергию.

С.н.с. Ирина Леонидовна Дергачева (рис. 5) рассказала об исследовании дозиметрических и спектральных характеристик фотонного пучка (энергия, мощность дозы, симметрия). Интересно, что несмотря на то, что измерения осуществлялись на стенде в лаборато-

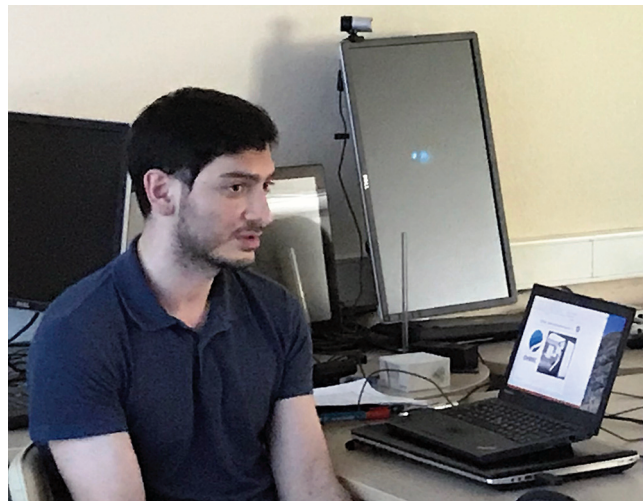


Рис. 6. С.н.с. АО "НИИТФА" Т.К. Лобжанидзе

рии, где пучок формировался только первичным коллиматором, удалось сравнить полученные значения с опорными для клинических условий значениями, приведя их к единым условиям с помощью расчетов. При подготовке и в процессе измерений была разработана и оптимизирована программа стендовых испытаний ускорителя для комплекса "Оникс".

Вопросы конструкции системы формирования пучка осветил с.н.с. "НИИТФА" к.ф.-м.н. Алексей Николаевич Моисеев. Была представлена модель головки аппарата со всеми ее составляющими – первичный коллиматор,



Рис. 7. На семинаре

фильтр, ионизационная камера, зеркало и вторичная система коллимации. Важным аспектом точности лучевой терапии является размер полутени пучка, геометрическая составляющая которой зависит от формы края шторок вторичного коллиматора и МЛК. Было показано, как при разработке и изготовлении шторок коллиматора удалось оптимизировать форму края пластин для уменьшения геометрической полутени.

Заключительное сообщение о системах визуализации в кВ и МВ-пучках на аппарате «Оникс» сделал с.н.с. АО «НИИТФА» Тенгиз Константинович Лобжанидзе (рис. 6). Для улучшения качества реконструированного изображения при КЛКТ применены как программные, так и аппаратные методы. Показано улучшение качества изображений за счет при-

менения коррекций на эффекты от «битых» пикселей, остаточного сигнала, неравномерности усиления и др.

В заключение Г.Е. Горлачев подчеркнул, что проект несомненно важен и интересен, однако предстоит еще большой объем работы, успеха которой и пожелал разработчикам.

Члены семинара были активны (рис. 7). Всем докладчикам было задано много вопросов, касающихся как устройства нового ускорителя, так и о его особенностях, стоимости и сроках выполнения. Мы надеемся, что все задумки авторов будут воплощены в жизнь и сроки окончания работ будут выполнены.

Т.Г. Ратнер
НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ