

УДК [621.384.64:539.1.089.6]: 615.849.1

ДЕНИС ИВАНОВИЧ КОЗЛОВСКИЙ, ЕГОР ВЛАДИМИРОВИЧ ТИТОВИЧ,
ИГОРЬ ГЕРМАНОВИЧ ТАРУТИН, ГЕОРГИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ГАЦКЕВИЧ

*ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова»,
а/г Лесной, Минский район, Беларусь*

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ОБЛУЧЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТОВ БРАХИТЕРАПИИ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ И ИНЖЕНЕРОВ РАДИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ОТДЕЛЕНИЙ В РНПЦ ОМР им. Н. Н. АЛЕКСАНДРОВА

Цель работы. Разработать и внедрить программу обучения медицинских физиков и инженеров отделений лучевой терапии, которая позволит быстро интегрировать новых сотрудников в работу онкологической службы и организовать непрерывное профессиональное обучение инженерных специалистов.

Материалы и методы. Разработана инструкция по типовым операциям персонала отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии на русском языке и двухнедельная программа обучения для подготовки специалистов по всему курсу, а также отдельные программы для изучения определенных методов проведения брахитерапии для инженеров и медицинских физиков.

Результаты. Проведено обучение для всех сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова в соответствии с их должностными обязанностями и с использованием разработанной инструкции.

Выводы. Введение разработанной инструкции в клиническую практику РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова позволило упорядочить процесс обучения сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии и грамотно подойти к оценке полученных при осуществлении эксплуатации радиотерапевтического оборудования инженерным персоналом знаний.

Ключевые слова: брахитерапия, планирование, программа обучения.

В Республике Беларусь в последние годы в отделениях лучевой терапии онкологических учреждений приступили к работе с брахитерапевтическим оборудованием более 10 молодых инженеров. К сожалению, их профессиональная подготовка в различных университетах Республики Беларусь не предусматривает получения того необходимого количества знаний в области медицинской физики, который полагается иметь для работы в радиологических отделениях [1, 2]. Таким образом, обучение основам специальности медицинская физика ложится на плечи сотрудников медицинских учреждений, в которых осуществляют трудовую деятельность молодые специалисты, что перегружает их рабочий график и может негативно сказаться на качестве оказываемой медицинской помощи [3]. Таким образом, для обеспечения высокого качества лучевой терапии, проводимой онкологическим пациентам, необходимо разработать и внедрить программу обучения медицинских физиков и инженеров, которая позволит быстро интегрировать новых сотрудников в работу отдела и организовать непрерывное профессиональное обучение [4].

Цель работы — разработка программы обучения для подготовки специалистов инженерного и физического профиля, осуществляющих свою трудовую деятельность в отделениях брахитерапии и ее инженерного обеспечения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для обеспечения стандартизации основных процедур дозиметрического планирования и эксплуатации аппаратов брахитерапии опытными инженерами и медицинскими физиками была разработана и внедрена инструкция по типовым операциям на русском языке в РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова. Составленный документ подробно описывает следующие процедуры:

- работа на аппарате Flexitron;
- работа на аппарате Microselectron;
- создание планов на основе рентгеновских изображений;
- создание планов на основе КТ или МРТ изображений;
- планирование в среде Oncentra prostate;
- планирование в среде SWIFT.

Также помимо инструкции по типовым процедурам была разработана двухнедельная программа

© Д. И. Козловский, Е. В. Титович, И. Г. Тарутин,
Г. В. Гацикевич, 2017

обучения для подготовки специалистов по всему курсу и отдельные программы для изучения определенных методов проведения брахитерапии для инженеров и медицинских физиков. Разработанная программа обучения включает в себя следующие аспекты:

- работа на лечебных аппаратах брахитерапии;
- работа с рентгенологической приставкой IBU;
- работа на УЗ-аппарате Philips Affinity A50;
- контроль качества и обслуживание оборудования (Flexitron, Microselectron, IBU, УЗИ);
- измерения мощности воздушной кермы;

- создание планов на системе планирования Oncentra Brachy;
- выполнение процедуры брахитерапии предстательной железы высокой мощности дозы на системе планирования Oncentra Prostate;
- контроль качества систем планирования Oncentra Masterplan, Oncentra Prostate совместно с УЗИ-приставкой, SWIFT;
- 3D адаптивная брахитерапия рака шейки матки под контролем МРТ-изображений.

Программы предлагаемых обучающих курсов представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1

Программа двухнедельных обучающих курсов для подготовки инженеров для проведения процедур брахитерапии

День 1	Введение (теоретическая часть): 1. Определение термина «брахитерапия» 2. Классификация техник брахитерапии 3. Классификация аппаратов брахитерапии: мощность дозы 4. Дозиметрия: манчестерская и парижская системы 5. Источники, используемые в брахитерапии 6. Аппараты, используемые для проведения лечения 7. Типы аппликаторов, интрастаты, транспортные шланги, коннекторы, аварийное оборудование
День 2	Работа на аппаратах (практическая часть): 1. Устройство аппарата Microselectron 2. Управление рабочей станцией Microselectron 3. Открытие, создание, редактирование и импорт планов на аппарат Microselectron 4. Запуск плана на лечение на аппарате Microselectron и отчет о проведении лечения 5. Устройство аппарата Flexitron 6. Управление рабочей станцией Flexitron 7. Открытие, создание, редактирование и импорт планов на аппарат Flexitron 8. Запуск плана на лечение на аппарате Flexitron и отчет о проведении лечения
День 3	Работа на аппаратах (практическая часть): 1. Обслуживание и проведение контроля качества аппарата Microselectron 2. Обслуживание и проведение контроля качества аппарата Flexitron 3. Измерение мощности дозы источника 4. Ввод аппаратов в эксплуатацию
День 4	Другое оборудование (практическая часть): 1. Работа на УЗ-аппарате 2. Настройка и обслуживание УЗ-аппарата 3. Работа с рентгеновской установкой IBU 4. Обслуживание и проведение контроля качества установки IBU 5. Приборы и системы дозиметрического контроля 6. Столы, фиксирующие приспособления, аварийное оборудование
День 5	Планирование (теоретическая часть): 1. Подготовка к планированию, данные об источнике излучения 2. Получение изображений (рентген, КТ, МРТ, УЗИ, ПЭТ-КТ) 3. Фракционирование 4. Радиобиология: LQ модель 5. Алгоритмы расчета доз: формализм TG-43
День 6	Планирование в системе Oncentra Brachy (теоретическая + практическая часть): 1. Создание планов по снимкам IBU 2. Реконструкция аппликаторов 3. Нормирование дозы на точки 4. Оптимизация дозового распределения 5. Предписание дозы 6. Импорт плана на лечение
День 7	Планирование в системе Oncentra Brachy (практическая часть): 1. Создание плана на основе пустой серии изображений 2. Планирование РШМ на основе IBU изображений 3. Планирование РШМ на основе IBU-US изображений 4. Планирование РШМ на основе US изображений 5. Оценка плана РШМ

День 8	Планирование в системе Oncentra Brachy (практическая часть): 1. Планирование на основе КТ/МРТ изображений 2. Совмещение КТ/МРТ изображений 3. Реконструкция аппликаторов на основе КТ/МРТ изображений: использование библиотек аппликаторов 4. Оптимизация дозового распределения при РШМ 5. Оценка плана по показателям ГДО
День 9	Проведение брахитерапии предстательной железы (теоретическая + практическая часть) 1. Показания и противопоказания для проведения брахитерапии предстательной железы, подготовка пациента, укладка 2. Настройка системы планирования, УЗИ, степпера 3. Создание предварительного плана 4. Внедрение интрастатов 5. Создание окончательного плана 6. Оценка плана и экспорт данных на станцию управления лечением
День 10	Проведение брахитерапии предстательной железы (реальный клинический случай)

Таблица 2

**Программа трехдневных обучающих курсов для подготовки инженеров
для проведения процедур брахитерапии предстательной железы**

День 1	8:00–12:00	Введение (лекции): – Методы проведения брахитерапии предстательной железы: LDR и HDR – Используемое оборудование – Фракционирование, LQ-модель – Показания и противопоказания
	13:00–16:30	Брахитерапия ВМД (лекции): – Системы планирования – Порядок проведения процедуры – Анализ планов по ГДО
День 2	8:00–12:00	Оборудование для проведения брахитерапии предстательной железы (практические занятия)
	13:00–16:30	Настройка и калибровка системы планирования, контроль качества оборудования (практические занятия)
День 3	8:00–12:00	Проведение сеанса брахитерапии предстательной железы (реальный случай)
	12:00–16:30	Анализ проведенной процедуры, дискуссия

Таблица 3

**Программа трехдневных курсов для подготовки инженеров
для проведения процедур брахитерапии рака шейки матки**

День 1	8:00–12:00	Введение (лекции): – Методы проведения брахитерапии рака шейки матки – Типы аппликаторов – Фракционирование, LQ-модель – Используемые изображения для планирования
	13:00–16:30	Брахитерапия рака шейки матки на основе УЗ и рентгенизображений (лекции): – работа с УЗИ – использование УЗИ для аппликации и планирования – работа с рентгеновскими снимками
День 2	8:00–12:00	Проведение брахитерапии рака шейки матки (реальный случай): – Проведение аппликации под контролем УЗИ – Проведение рентген- и УЗИ исследования для планирования – Планирование по УЗ/рентгенизображениям
	13:00–16:30	Брахитерапия рака шейки матки на основе КТ и МРТ изображений (лекции): – Принципы планирования на основе КТ и МРТ изображений – Анализ планов по ГДО, рекомендации ICRU 89 – Сравнение рентген, УЗ, КТ и МРТ изображений
День 3	8:00–12:00	Проведение 3D адаптивной брахитерапии рака шейки матки (реальный случай)
	12:00–16:30	Анализ проведенной процедуры, дискуссия

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено обучение для всех сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии в соответствии с их должностными инструкциями и с использованием разработанной инструкции. С 2016 года каждый новый медицинский физик в РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова проходит углубленное обучение и допускается к созданию сложных планов облучения и проведению процедуры брахитерапии предстательной железы только после проверки его знаний на основе критериев, изложенных в инструкциях. Опытные медицинские физики проверяют все результаты его работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарутин И. Г.* Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович. — Минск : Беларуская навука, 2015. — 175 с.
2. *Алгоритмы диагностики и лечения злокачественных новообразований* : сб. науч. ст. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр онкологии и мед. радиологии им. Н. Н. Александрова ; под ред. О. Г. Суконко, С. А. Красного. — Минск : Профессиональные издания, 2012. — Вып. 2. — 508 с.
3. *Design and Implementation of a radiotherapy programme: Clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects* [Electronic resource] // Intern. Atomic Energy Agency. — 1998. — Mode of access: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1040_prn.pdf. — Date of access: 20.01.2017.
4. *Лучевая терапия* : учебник / Г. Е. Труфанов [и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 208 с.

Статья поступила в редакцию 26.05.2017.

Д. І. КОЗЛОВСЬКИЙ, Є. В. ТИТОВИЧ, І. Г. ТАРУТІН, Г. В. ГАЦКЕВИЧ

*ДУ «РНПЦ онкології та медичної радіології ім. М. М. Александрова»,
а/г Лісовий, Мінський район, Білорусь*

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДОЗИМЕТРИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ОПРОМІНЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АПАРАТІВ БРАХІТЕРАПІЇ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ФІЗИКІВ ТА ІНЖЕНЕРІВ РАДІОТЕРАПЕВТИЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ У РНПЦ ОМР ім. М. М. АЛЕКСАНДРОВА

Мета роботи. Розробити і впровадити програму навчання медичних фізиків та інженерів відділень променевої терапії, яка дозволить швидко інтегрувати нових співробітників у роботу онкологічної служби і організувати безперервне професійне навчання інженерних фахівців.

Матеріали і методи. Розроблено інструкцію щодо типових операцій персоналу відділу з інженерного забезпечення променевої терапії російською мовою і двотижневу програму навчання для підготовки фахівців з усього курсу, а також окремі програми для вивчення певних методів проведення брахітерапії для інженерів і медичних фізиків.

Результати. Проведено навчання для всіх співробітників відділу з інженерного забезпечення променевої терапії РНПЦ ОМР ім. М. М. Александрова відповідно до їх посадових обов'язків і з використанням розробленої інструкції.

Висновки. Впровадження розробленої інструкції в клінічну практику РНПЦ ОМР ім. М. М. Александрова дозволило впорядкувати процес навчання співробітників відділу з інженерного забезпечення променевої терапії і грамотно підійти до оцінки знань, отриманих при здійсненні експлуатації радіотерапевтичного обладнання інженерним персоналом.

Ключові слова: брахітерапія, планування, програма навчання.

D. I. KAZLOUSKI, E. V. TITOVICH, I. G. TARUTIN, H. V. HATSKEVICH

N. N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus, a/g Lesnoy, Minsk region, Belarus

ORGANIZATION OF BRACHYTHERAPY TREATMENT PLANNING AND AFTERLOADERS MAINTENANCE TRAINING PROCESS FOR MEDICAL PHYSICISTS AND ENGINEERS OF RADIOTHERAPY DEPARTMENTS IN THE N.N. ALEXANDROV NATIONAL CANCER CENTRE OF BELARUS

Purpose. To develop and implement a training program for medical physicists and engineers of radiotherapy departments that allows to quickly integrate new employees into the working process of the oncological dispensary and organize continuous professional training of engineering specialists.

Materials and methods. The instruction on standard operations of the personnel of the Radiotherapy engineering and medical physics department in Russian and an educational program for the training of specialists that are operating radiotherapy equipment have been developed.

Results. Training was conducted for all employees of the Radiotherapy engineering and medical physics department of the N. N. Alexandrov NCCB in accordance with their job duties.

Conclusions. Introduction of the developed instruction in the clinical practice of the N. N. Alexandrov NCCB allowed to streamline the process of training the staff of the the Radiotherapy engineering and medical physics department and to competently approach the evaluation of the knowledge acquired by the personnel that is operating of the radiotherapy equipment

Keywords: brachytherapy planning, training program.

Контактная информация:

Гацкевич Георгий Владимирович
ведущий инженер отдела инженерного обеспечения лучевой терапии
РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова
а/г Лесной, Минский р-н, Беларусь
тел. раб. +375 (17) 265-42-95
e-mail: hatskevich@front.ru