

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМ. А.Д. САХАРОВА БЕЛОРУССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ФАКУЛЬТЕТ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кафедра общей и медицинской физики

КЕМЕШ Евгений Викторович

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПУЧКА МЕДИЦИНСКОГО ЛИНЕЙНОГО
УСКОРИТЕЛЯ ELEKTA VERSA HD ДЛЯ ПЛАНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ
ECLIPSE V. 13.7

Магистерская диссертация

специальность 1-31 80 22 «Медицинская физика»

Научные руководители:

Семковский Станислав

Константинович

начальник отдела инженерного
обеспечения лучевой терапии

Зорин Владимир Петрович

кандидат физико-математических
наук, доцент

Допущен к защите

«___» _____ 2023 г.

Зав. кафедрой общей
и медицинской физики

_____ Н.А. Савастенко

кандидат физико-математических наук,
доцент

Минск 2023

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ДИСТАНЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ, ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ЛИНЕЙНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ, РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПУЧКА ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ, ДОЗИМЕТРИЯ.

Объем магистерской диссертации составляет 62 страницы. Структура магистерской диссертации состоит из разделов «Введение», «Общая характеристика работы», четырех глав, разделов «Заключение» и «Список использованных источников». Магистерская диссертация содержит 24 рисунка, 2 таблицы, 1 приложение, 23 источника.

Целью магистерской диссертации является разработка модели пучка линейного ускорителя Elekta Versa HD для планирующей системы Eclipse (Varian), а также проверка ее эффективности и практичности использования с использованием современных методов верификации и оценки планов лучевой терапии. Объект исследования – дистанционная лучевая терапия. Предмет исследования – программные возможности планирующей системы Eclipse v. 13.7.

Магистерская диссертация является актуальной, поскольку полученные результаты можно использовать для оценки эффективности работы модели пучка линейного ускорителя Elekta Versa HD в планирующей системе Varian Eclipse в целях обоснований закупок новых линейных ускорителей от одного производителя в действующих онкологических центрах. Также полученные результаты предоставляют возможность использования разработанной модели в качестве временного решения для совместной работы двух онкологических центров, при долговременных поломках линейных ускорителей в РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова. Данный подход позволит избежать простоя сотрудникам из РНПЦ им. Александрова и способствует более эффективной работе медицинских физиков из Минского городского клинического онкологического центра, за счет более стабильного потока пациентов.

Впервые в Республике Беларусь была разработана модель пучка энергии 6 МВ линейного ускорителя Elekta Versa HD с многолепестковым коллиматором Agility для планирующей системы Eclipse. Полученные данные верификаций созданных планов лучевой терапии для проверки разработанной модели показали работоспособность модели с гамма ошибкой, не превышающей 1,5% при установленных параметрах точности γ -анализа: разность доз 3%, критерий расстояния 3 мм, пороговая доза 15 %. Все рассчитанные планы лучевой терапии прошли оценку по установленному значению гамма-индекса в 95%.

GENERAL DESCRIPTION OF WORK

BEAM THERAPY, IONIZING RADIATION, LINEAR ACCELERATOR, LINEAR ACCELERATOR BEAM MODEL DEVELOPMENT, DOSIMETRY.

The volume of the master's thesis is 62 pages. The structure of the master's thesis consists of sections "Introduction", "General characteristics of the work", four chapters, sections "Conclusion" and "List of sources used". Master's thesis contains 24 figures, 2 tables, 1 appendix, 23 sources.

The aim of the master's thesis is to develop a beam model of the Elekta Versa HD linear accelerator for the Eclipse (Varian) planning system, as well as to test its effectiveness and practicality of use using modern methods for verifying and evaluating radiation therapy plans. The object of the study is external beam radiation therapy. The subject of the study is the software capabilities of the planning system Eclipse v. 13.7.

The master's thesis is relevant, since the results obtained can be used to evaluate the efficiency of the Elekta Versa HD linac beam model in the Varian Eclipse planning system in order to justify the purchase of new linacs from one manufacturer in existing cancer centers. Also, the results obtained provide the possibility of using the developed model as a temporary solution for the joint operation of two oncological centers, in case of long-term breakdowns of linear accelerators in the N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus. This approach will help avoid downtime for employees from the N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus and contributes to more efficient work of medical physicists from the Minsk City Clinical Cancer Center, due to a more stable flow of patients.

For the first time in the Republic of Belarus, a model of the 6 MV energy beam of the Elekta Versa HD linear accelerator with the Agility multileaf collimator for the Eclipse planning system was developed. The obtained data of verifications of the created plans of radiation therapy to test the developed model showed the performance of the model with a gamma error not exceeding 1.5% with the established accuracy parameters of the γ -analysis: dose difference 3%, distance criterion 3 mm, threshold dose 15%. All calculated radiotherapy plans were evaluated against a set gamma index value of 95%.

АГУЛЬНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА ПРАЦЫ

ДЫСТАНЦЫЙНАЯ ПРАМЯНЁВАЯ ТЭРАПІЯ, ІЯНІЗУЮЧАЕ ВЫПРАМЕНЬВАННЕ, ЛІНЕЙНЫ ПАСКАРАЛЬНІК, РАСПРАЦОЎКА МАДЭЛІ ПУЧКА ЛІНЕЙНАГА ПАСКАРАЛЬНІКУ, ДАЗІМЕТРЫЯ.

Аб'ём магістарскай дысертацыі складае 62 старонкі. Структура магістарскай дысертацыі складаецца з раздзелаў "Уводзіны", "Агульная характарыстыка працы", чатырох частак, раздзелаў "Заклучэнне" і "Спіс выкарыстаных крыніц". Магістарская дысертацыя змяшчае 24 малюнка, 2 табліцы, 1 дадатак, 23 крыніцы.

Мэтай магістарскай дысертацыі з'яўляецца распрацоўка мадэлі пучка лінейнага паскаральніка Elekta Versa HD для планавальнай сістэмы Eclipse (Varian), а таксама праверка яе эфектыўнасці і практычнасці выкарыстання з выкарыстаннем сучасных метадаў верыфікацыі і адзнакі планаў прамянёвай тэрапіі. Аб'ект даследавання – дыстанцыйная прамянёвая тэрапія. Прадмет даследавання – праграмныя магчымасці планавальнай сістэмы Eclipse v. 13.7.

Магістарская дысертацыя з'яўляецца актуальнай, паколькі атрыманыя вынікі можна выкарыстоўваць для ацэнкі эфектыўнасці працы мадэлі пучка лінейнага паскаральніка Elekta Versa HD у плануючай сістэме Varian Eclipse у мэтах абгрунтавання закупак новых лінейных паскаральнікаў ад аднаго вытворцы ў дзеючых анкалагічных цэнтрах. Таксама атрыманыя вынікі даюць магчымасць выкарыстання распрацаванай мадэлі ў якасці часовага рашэння для сумеснай работы двух анкалагічных цэнтраў, пры доўгачасовых паломках лінейных паскаральнікаў у РНПЦ анкалогіі і медыцынскай радыялогіі ім. Н.Н. Аляксандрава. Гэты падыход дазволіць пазбегнуць прастоя супрацоўнікам з РНПЦ ім. Аляксандрава і садзейнічае больш эфектыўнай рабоце медыцынскіх фізікаў з Мінскага гарадскога клінічнага анкалагічнага цэнтра, за кошт больш стабільнага патоку пацыентаў.

Упершыню ў Рэспубліцы Беларусь была распрацавана мадэль пучка энергіі 6 МВ лінейнага паскаральніка Elekta Versa HD са шматпялэсткавым каліматарам Agility для плануючай сістэмы Eclipse. Атрыманыя дадзеныя верыфікацый створаных планаў прамянёвай тэрапіі для праверкі распрацаванай мадэлі паказалі працаздольнасць мадэлі з гама памылкай, якая не перавышае 1,5% пры ўсталяваных параметрах дакладнасці γ-аналізу: рознасць доз 3%, крытэр адлегласці 3 мм, парогавая доза 15%. Усе разлічаныя планы прамянёвай тэрапіі прайшлі адзнаку па ўсталяваным значэнні гама-індэкса ў 95%.