

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А. Д. САХАРОВА»  
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Факультет мониторинга окружающей среды  
Кафедра общей и медицинской физики**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ПЛАНОВ  
ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ АППАРАТОВ БРАХИТЕРАПИИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ**

**СПИРИДОВИЧ  
Виолетта Ивановна**

Дипломная работа

Научный руководитель:  
Ведущий медицинский физик  
отдела по инженерному  
обеспечению лучевой терапии  
«Республиканский научно-  
практический центр онкологии и  
медицинской радиологии им. Н. Н.  
Александрова» Д. И. Козловский  
Зав. кафедрой общей  
и медицинской физики, кандидат  
физико-математических наук,  
доцент Н.А. Савастенко

Допущена к защите

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Зав. кафедрой общей и медицинской физики

кандидат физико-математических наук, доцент Н.А. Савастенко

Минск, 2024

## РЕФЕРАТ

### *СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ПЛАНОВ ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ АППАРАТОВ БРАХИТЕРАПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ*

Дипломная работа: 45 страниц, 21 иллюстрация, 7 таблиц, 13 источников.

Цель работы – провести анализ различий в дозиметрических планах облучения на основании гистограммы доза-объем для аппаратов брахитерапии при использовании источников ионизирующего излучения на основе радионуклида  $\text{Co}^{60}$  и  $\text{Ir}^{192}$ .

**Актуальность темы дипломной работы:** первыми используемыми источниками излучения при зарождении брахитерапии являлись  $\text{Ra}^{226}$  и  $\text{Th}^{232}$ , а позднее источник  $\text{Co}^{60}$ . Однако из-за больших размеров источников излучения, неравномерности распределения дозы, трудностей с точностью позиционирования появилась необходимость в поиске других, более удобных в использовании источников.

Со временем специалистами был спроектирован источник  $\text{Ir}^{192}$  с миниатюрной геометрией. С тех пор источник  $\text{Ir}^{192}$  занимал большую часть мирового рынка источников излучения для процедуры брахитерапии. Но, так как технологии изготовления источников постоянно обновляются и совершенствуются, вскоре на рынке появился миниатюрный источник  $\text{Co}^{60}$ , сопоставимый с геометрией источников  $\text{Ir}^{192}$ . Исходя из этого, у специалистов возник вопрос о преимуществах и недостатках использования источника  $\text{Co}^{60}$  вместо источника  $\text{Ir}^{192}$ . В зарубежной литературе мнение исследователей по поводу данного вопроса разнятся. Поэтому возникает необходимость в исследованиях отличий и сходств источников  $\text{Ir}^{192}$  и  $\text{Co}^{60}$  на базе ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова». Проведённое исследование может включать в себя разработку индивидуализированных дозиметрических планов облучения для каждого случая с использованием  $\text{Co}^{60}$  и  $\text{Ir}^{192}$ .

**Объект исследования** – дозиметрические планы облучения на основе  $\text{Co}^{60}$  и  $\text{Ir}^{192}$ .

В результате исследования примерно в 90% случаев значение дозы до оптимизации было значительно выше при использовании источника  $\text{Co}^{60}$ . Доза  $D_{2cc}(\text{Co}^{60})$ , приходящаяся на мочевого пузырь, прямую и сигмовидную

кишку, больше на 4,6, 2,8 и 3,6 Гр, чем доза (приходящаяся на те же органы)  $D_{2cc}$  ( $Ir^{192}$ ) при условии одинаковой мощности источника и времени облучения. Исходя из этого значение дозы от источника  $Co^{60}$  больше значения дозы от  $Ir^{192}$  примерно на 50%. После оптимизации значение дозы при использовании источника  $Co^{60}$  стало больше значения дозы от источника  $Ir^{192}$  на 4-5 %.

Полученные результаты указывают на то, что  $Co^{60}$  может использоваться как источник излучения для процедуры брахитерапии. Источник  $Co^{60}$  позволит доставлять более высокие дозы на мишень, а при оптимизации существенно снизить дозовую нагрузку на критические органы. Для получения той же мощности дозы источник  $Co^{60}$  требует только 36% активности источника  $Ir^{192}$ .

## ABSTRACT

### *COMPARATIVE ANALYSIS OF DOSIMETRIC EXPOSURE PLANS FOR BRACHYTHERAPY MACHINES USING DIFFERENT RADIATION SOURCES*

Thesis: 45 pages, 21 illustrations, 7 tables, 13 sources.

The aim of the work is to analyze the differences in dosimetric radiation plans based on the dose-volume histogram for brachytherapy devices when using ionizing radiation sources based on  $\text{Co}^{60}$  and  $\text{Ir}^{192}$  radionuclides.

Relevance of the thesis topic: the first radiation sources used at the birth of brachytherapy were  $\text{Ra}^{226}$  and  $\text{Th}^{232}$  and later  $\text{Co}^{60}$  source. However, due to the large size of radiation sources, non-uniformity of dose distribution, difficulties with positioning accuracy, it became necessary to search for other, more convenient to use sources.

Over time,  $\text{Ir}^{192}$  source with a miniaturised geometry was designed. Since then, the  $\text{Ir}^{192}$  source has held a major share of the global market for radiation sources for brachytherapy procedures. However, as source technologies are constantly being updated and improved, a miniature  $\text{Co}^{60}$  source comparable to the  $\text{Ir}^{192}$  source geometry soon appeared on the market. On this basis, the experts had a question about the advantages and disadvantages of using  $\text{Co}^{60}$  source instead of  $\text{Ir}^{192}$  source. In the foreign literature, researchers' opinions on this issue differ. Therefore, there is a need to study the differences and similarities of  $\text{Ir}^{192}$  and  $\text{Co}^{60}$  sources on the basis of the Republican Scientific and Practical Centre of Oncology and Medical Radiology named after N.N. Aleksandrov. N.N. Aleksandrov'. The conducted research may include the development of individualised dosimetric irradiation plans for each case using  $\text{Co}^{60}$  and  $\text{Ir}^{192}$ .

The object of the study is dosimetric irradiation plans based on  $\text{Co}^{60}$  and  $\text{Ir}^{192}$ .

As a result of the study, in about 90% of the cases, the pre-optimisation dose value was significantly higher with the  $\text{Co}^{60}$  source. The dose (using  $\text{Co}^{60}$ ) to the bladder, rectum and sigmoid colon increased by 4.6, 2.8 and 3.6 Gy. On this basis, the dose value from the  $\text{Co}^{60}$  source is greater than the dose value from  $\text{Ir}^{192}$  by about 50%.

After optimisation, the dose value of  $\text{Co}^{60}$  source was 4-5% higher than the dose value of  $\text{Ir}^{192}$  source.

These results indicate that  $\text{Co}^{60}$  can be used as a radiation source for brachytherapy procedures. The  $\text{Co}^{60}$  source will allow to deliver higher doses to the target organ, and when optimised will significantly reduce the dose load on

critical organs. It was also found that the required irradiation time for the  $\text{Co}^{60}$  source is 1.8 times shorter than for the new  $\text{Ir}^{192}$  source, which reduces the procedure time. To obtain the same dose rate, the  $\text{Co}^{60}$  source requires only 36% of the activity of the  $\text{Ir}^{192}$  source.

## РЭФЕРАТ

### *ПАРАЎНАЛЬНЫ АНАЛІЗ ДАЗІМЕТРЫЧНЫХ ПЛАНАЎ АТРЫМАННЯ ДЛЯ АПАРАТАЎ БРАХІТАРАПІІ З ВЫКАРЫСТАННЕМ РОЗНЫХ КРЫНІЦ ВЫЯМЛЕННЯ*

Дыпломная работа: 45 старонак, 21 ілюстрацыя, 7 табліцы, 13 крыніц.

Мэта працы - правесці аналіз адрозненняў у дазіметрычных планах апрамянення на падставе гістаграмы доза-аб'ём для апаратаў брахітэрапіі пры выкарыстанні крыніц іянізавальнага выпраменьвання на аснове радыёнукліду  $\text{Co}^{60}$  і  $\text{Ir}^{192}$ .

Аktуальнасць тэмы дыпломнай працы: першымі выкарыстоўванымі крыніцамі выпраменьвання пры зараджэнні брахітэрапіі з'яўляліся  $\text{Ra}^{226}$  і  $\text{Th}^{232}$ , а пазней крыніца  $\text{Co}^{60}$ . Аднак з-за вялікіх памераў крыніц выпраменьвання, нераўнамернасці размеркавання дозы, цяжкасцяў з дакладнасцю пазіцыянавання з'явілася неабходнасць у пошуку іншых, зручнейшых у выкарыстанні крыніц.

З часам спецыялістамі была спраектавана крыніца  $\text{Ir}^{192}$  з мініятурнай геаметрыяй. З тых часоў крыніца  $\text{Ir}^{192}$  займаў большую частку сусветнага рынку крыніц выпраменьвання для працэдуры брахітэрапіі. Але, бо тэхналогіі выраба крыніц увесь час абнаўляюцца і ўдасканальваюцца, неўзабаве на рынку з'явілася мініятурная крыніца  $\text{Co}^{60}$ , супастаўны з геаметрыяй крыніц  $\text{Ir}^{192}$ . Зыходзячы з гэтага, у адмыслоўцаў узнікла пытанне аб перавагах і недахопах выкарыстання крыніца  $\text{Co}^{60}$  замест крыніцы  $\text{Ir}^{192}$ . У замежнай літаратуры меркаванне даследнікаў з нагоды дадзенага пытання адрознівацца. Таму ўзнікае неабходнасць у даследаваннях адрозненняў і падабенстваў крыніц  $\text{Ir}^{192}$  і  $\text{Co}^{60}$  на базе ДУ «Рэспубліканскі навукова-практычны цэнтр анкалогіі і медыцынскай радыялогіі ім. М.М. Аляксандрава». Праведзенае даследаванне можа ўключаць у сябе распрацоўку індывідуалізаваць дазіметрычных планаў апрамянення для кожнага выпадку з выкарыстаннем  $\text{Co}^{60}$  і  $\text{Ir}^{192}$ .

Аб'ект даследавання - дазіметрычныя планы апрамянення на аснове  $\text{Co}^{60}$  і  $\text{Ir}^{192}$ .

У выніку даследавання прыкладна ў 90% выпадкаў значэнне дозы да аптымізацыі было значна вышэйшым пры выкарыстанні крыніцы  $\text{Co}^{60}$ . Пры гэтым доза (пры выкарыстанні  $\text{Co}^{60}$ ) прыходная на мачавая бурбалка, прамую і сігмападобную кішку павялічылася на 4,6, 2,8 і 3,6 Гр. Зыходзячы з гэтага

значэнне дозы ад крыніцы  $\text{Co}^{60}$  больш значэння дозы ад  $\text{Ir}^{192}$  прыкладна на 50%.

Пасля аптымізацыі значэнне дозы пры выкарыстанні крыніцы  $\text{Co}^{60}$  стала больш значэння дозы ад крыніцы  $\text{Ir}^{192}$  на 4-5%.

Атрыманыя вынікі паказваюць на тое, што  $\text{Co}^{60}$  можа выкарыстоўвацца як крыніца выпраменьвання для працэдуры брахітэрапіі. Крыніца  $\text{Co}^{60}$  дазволіць дастаўляць больш высокія дозы ў мішэнь, а пры аптымізацыі істотна знізіць дозавую нагрузку на крытычныя органы. Таксама выяўлена, што патрабаваны час апрамянення для крыніцы  $\text{Co}^{60}$  у 1,8 разы менш у параўнанні з новай крыніцай  $\text{Ir}^{192}$ , што скарачае час працэдуры. Для атрымання той жа магутнасці дозы крыніца  $\text{Co}^{60}$  патрабуе толькі 36% актыўнасці крыніцы  $\text{Ir}^{192}$ .