

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS  
of the XIX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024  
Астана**

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

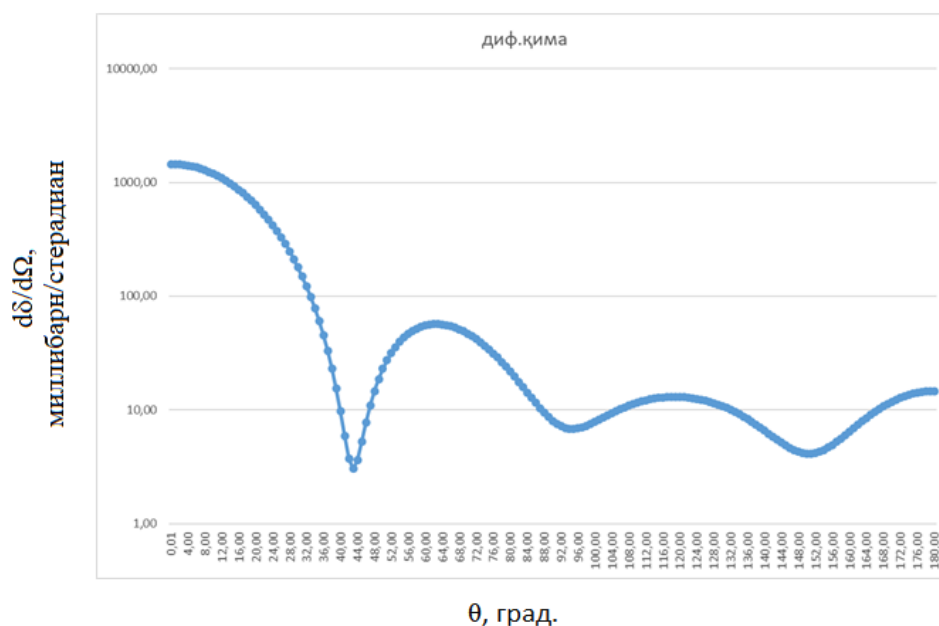
**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2024**



Сурет 1. 15 МэВ энергиялы нейтронның көміртеkte шашыраудың дифференциалдық қимасы

**Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:**

1. Р. Б. Фурцев, "Ядерные реакции и методы их исследования", М.: Атомиздат, 1966
2. A. J. Koning, J. P. Delaroche. Local and global nucleon optical models from 1 keV to 200 MeV // Nucl. Phys. A. — 2003. — Vol. 713. — P. 231–310.
3. I. D. Dashkov. New set of optical parameters for neutron scattering on <sup>12</sup>C nuclei // LXXI International conference "Nucleus – 2021. Nuclear physics and elementary particle physics. Nuclear physics technologies. 2021

УДК 615.849

**СӘУЛЕЛІК ТЕРАПИЯДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН СЫЗЫҚТЫҚ ҮДЕТКІШТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН САПАЛЫҚ БАҚЫЛАУ**

Несіпханов Нұрасыл Айдарұлы

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Физика-техникалық факультеті, ядролық физика, Жаңа материалдар және технологиялар халықаралық кафедрасы, Медициналық физика мамандығының 2-курс магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Кабдрахимова Г.Д.

Мақалада сәулелік терапияда қолданылатын сызықтық үдеткіштердің сапасы мен тиімділігін бақылаудың маңыздылығы қарастырылады. Бақылаудың негізгі әдістері мен технологиялары, сондай-ақ олардың пациенттерді сәулелік терапия арқылы емдеудің дәлдігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі рөлі талқыланады. Сызықтық үдеткіштердің сапасын бақылау саласындағы заманауи тенденциялар мен нұсқаулар қарастырылуда.

Қатерлі ісіктерді қашықтықтан және қарқынды модуляцияланған сәулелік терапия онкологиялық ауруларды емдеудің ең перспективалы әдістерінің арасында ерекше орын алады [1].

Радиологиялық кешендерге қойылатын және олардың нақты жұмыс тиімділігін анықтайтын негізгі талап-сәулелену аймағының дозиметриялық және анатомиялық ерекшеліктерін ескере отырып, зақымдану ошағына дозаның берілген мөлшерін қалыптастыру және жеткізу мүмкіндігі [2, 3].

Сонымен қатар, қабылданатын дозаны бақылау әдістері, оны есептеу алгоритмдері, есептеу деректеріндегі қателіктерді бағалау, математикалық модельдің сәйкестігі, сәулелену өрісінің қалыптасқан профилі және оны клиникалық жағдайда оңтайландыру туралы сұрақтар бірінші орынға шығады.

Осы сұрақтармен: қашықтықтан сәулелік терапияда (ҚСТ) сәулеленудің терапиялық өрісінің (СТӨ) қалыптасқан бейініне теріс факторлардың әсерін барынша азайтатын оңтайландыру рәсімдерін әзірлеу туралы отандық және шетелдік ғылыми топтардың жұмыстарында үлкен көңіл бөлініп жатыр.

Бұл мәселені шешу, таза ғылыми қызығушылықтан басқа, үлкен практикалық маңызға ие. Сәулелік терапия курстарын жүзеге асыру үшін оңтайлы сәулелену өрістерін қалыптастыруды қамтамасыз ететін ең жаңа жүйелер мен әдістерді әзірлеу қажет [4].

ҚСТ әдістерін жүзеге асыратын заманауи радиологиялық жүйелер күрделі аппараттық кешендер болып табылады, соның ішінде: желілік медициналық электронды үдеткіштер [9]; қашықтықтан сәулелік терапияны жоспарлау станциялары [3]; пациенттердің мәліметтер базасы, порталдық бейнелеу құрылғылары [10] анатомиялық құрылымдар; радиациялық сәулеленуге арналған бақылау құралдары: иондаушы камералар мен матрицалар, су және қатты күйдегі фантомдар [11]; көп жапырақты коллиматорлар [12].

Қазіргі уақытта онкологиялық науқастарға ең тиімді жоғары білікті терапевтік көмек сызықтық электронды үдеткіштерді қолдана отырып, қатерлі ісіктердің сәулеленуімен қамтамасыз етіледі. Медициналық сызықтық үдеткіш-бұл радиоактивті элементтер жетіспейтін радиотерапиялық кешен, ісіктің пайда болу аймағындағы радиацияның жоғары концентрациясы бағытталған сәулелермен сәулелену арқылы жасалады.

Дәстүрлі сәулелік сәулеленуден айырмашылығы, сызықтық үдеткіш сәулеленетін науқастың денесінде сәулеленудің дәл фокусын береді, сеанс кезінде дозаны босату мөлшерін және ісік аймағында дозаның таралуын бақылауға мүмкіндік береді, сәулеленудің әсер ету уақытын едәуір азайтады, дененің сау тіндерінің зақымдануын азайтады, нәтижесінде емдеу ұзақтығы мен оңалту кезеңін қысқартады.

Қатерлі ісіктердің сәулелік терапиясының сапасы және оны жүргізу кезінде пациенттерді радиациялық қорғаудың ең жақсы шараларын қамтамасыз ету радиотерапиялық техниканың барлық элементтерінің жұмыс параметрлерінің жоғары дәлдігіне және тұтастай алғанда сызықтық үдеткіштің дәл жұмысына байланысты. Жоғары технологиялық сәулелік техниканың жетілдірілуіне қарай сапаны бақылау әдістері мен құрылғыларын әзірлеу қазіргі заманғы медициналық электронды үдеткіштердің сипаттамалары әлемдегі медициналық физиканың өзекті мәселесі болып табылады.

Сәулелену қарқындылығының көлемді модуляциясы бар емдеу технологиясын қолданудың барлық артықшылықтары сәулелену сеансы кезінде дененің мақсатты және қалыпты тіндеріне жоспарлау жүйесі белгілеген сәулелену дозалары жеткізілген жағдайда ғана жүзеге асырылуы мүмкін. Жоспарлау жүйесі белгілеген доза мен нақты алынған дозаны бөлу арасында елеулі айырмашылықтардың болуы науқаста сәулелік терапияның күтілетін оң әсерін бұзуы немесе жоққа шығаруы мүмкін.



Сурет 1. Varian Medical Systems компаниясы ұсынған сызықтық үдеткіштер (Астана қаласы әкімдігінің «көпсалалы медициналық орталығында»)

Сәулелік терапия курсы визуалды бақылаумен өткізу кезінде сәулеленуді басқару алынған кескіндерді пайдалану негізінде сәулелік терапияның нақты жоспарының координаттарын ескере отырып жүзеге асырылады.

Порталдық бейнелеу жүйесі емдеу процесінің ең жауапты буындарын бақылау арқылы оның тиімділігін арттыруға ықпал ететін радиотерапияның заманауи техникалық құралы болып табылады.

Электрондық порталдық кескін детекторы (ЭПКД) пациенттің орналасу дәлдігін анықтаудың тиімді және тиімді құралы болып табылады, ол сәулелену қарқындылығын көлемді модуляциялай отырып, емдеу жоспарларын верификациялау рәсімін жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Астана қаласы әкімдігінің көпсалалы медициналық орталығында Trilogy, Unique және TrueBeam медициналық желілік үдеткіштерімен біріктірілген Varian Medical Systems компаниясының as1000 порталдық суреттерінің электрондық детекторы пайдаланылады. Бұл пациенттің денесінен шығатын жерде орналасқан аморфты кремнийден жасалған жалпақ панельді детектор, e-ARM механикалық манипуляторына орнатылған, ол пациенттің ішкі дене құрылымының суретін емдік Фотон сәулесінде тіркейді [1, 2].

Пациенттің сәндеуін тексеру әдетте ЭПКД арқылы алынған кескінді емдеу басталғанға дейін жасалған анықтамалық кескінмен салыстыруды қамтиды. Анықтамалық сурет киловольт (мысалы, модельдеу суреттері), мегавольт немесе сандық рентгендік қайта құру болуы мүмкін(DRR) [3].

Сәулелік терапияға арналған сызықтық үдеткіштердің сипаттамаларының сапасын бақылау пациенттерді радиациялық қорғаудың негізгі элементі болып табылады. Ол жабдықтың жұмыс сипаттамаларын, сондай-ақ емдеу режимдерін оңтайлы деңгейде ұстап тұру үшін ұйымдастырылған іс-шаралар, техникалық құралдар мен технологиялық процедуралар жүйесін қамтиды. Мақалада абсолютті дозиметрияның заманауи әдістеріне шолу жасалды. Абсолютті дозиметрия үшін ең тиімді құрылғылар эквивалентті су фантомдары болып табылады.

Астана қаласы әкімдігінің "көпсалалы медициналық орталық" мемлекеттік мекемесінде пайдаланылатын Blue Phantom smartscan және Blue Phantom Compact су фантомдары талданды. Су фантомы типті жабдықта абсолютті дозиметрияны қолдану сызықтық үдеткіш негізінде радиологиялық кешенге арналған тест жүйесін әзірлеу мәселесін шешуге мүмкіндік беретіні көрсетілген. Дозиметриялық параметрлерді бақылау (өлшеу)радиацияға дейінгі дайындық пен сәулелік терапияның маңызды кезеңі болып

табылады. Әр түрлі клиникалық жағдайларда сіңірілген дозаның кеңістіктік таралуын алуға байланысты өлшемдер салыстырмалы дозалық үлестірімдер деп аталады. Мұндай терминология жоғары дәлдікті қамтамасыз ету үшін бұл деректер стандартты жағдайларда абсолютті сіңірілген дозаны өлшеу нәтижелеріне нормаланатындығымен түсіндіріледі.

Абсолютті дозадан салыстырмалы өлшеулердің айтарлықтай айырмашылығы мынада: олар көптеген нүктелерде және әртүрлі жағдайларда орындалады. Сондықтан, көп жағдайда салыстырмалы өлшеулер үшін ең ыңғайлы құрылғы-бұл су фантомы, онда детектордың орнын компьютер басқарады және әр нүктеде өлшеу бір секундтан аспайды.

Судағы сәулелену деңгейін өлшеу арқылы пациенттің медициналық қондырғыдағы радиациялық сәулелену дәрежесін болжауға болады. Судың жоғары өткізгіштігі әртүрлі радиациялық ену тереңдігінде өлшеуді жеңілдетеді.

Тіндердің баламалы фантомдарын қолданатын зерттеулер Жаңа жабдықты сынау кезінде жүргізіледі, олар қазірдің өзінде жұмыс істеп тұрған қондырғыларды дозиметриялық бақылау үшін қажет. Технология белгілі бір медициналық құрылғының сапасы мен қауіпсіздігіне кепілдік беруге мүмкіндік береді. Су фантомдары рентгендік диагностикалық жабдықты қабылдау және мерзімді сынау, медициналық радиологиялық зерттеулерге арналған жабдықтың қауіпсіздігі мен өнімділігін тексеру үшін қолданылады. Жабдық рентгенодиагностикалық және рентгенотерапиялық бөлімшелерде, рентгеностоматологиялық, флюорографиялық, маммографиялық кабинеттерде, компьютерлік томография кабинеттерінде және аралас үй-жайларда дозиметриялық өлшеулер үшін қолданылады. Мұндай өлшемдерді орындау кезінде фантом зерттеу кезінде адам болуы керек жерге орнатылады.

Қазіргі уақытта Астана қаласы әкімдігінің «көпсалалы медициналық орталығында» BluePhantomSMARTSCAN деп аталатын IBADOSIMETRYGMBH компаниясының су фантомы белсенді қолданылады (сурет 2 ).

Негізгі компоненттер бұл:

- 3D су фантомы, оның ішінде су ыдысы және жалпы басқару блогы;
- Электрлік көтеру үстелі;
- Екі бағытты сорғысы бар су ыдысы;
- Детекторлар;
- Сенсор.



Сурет 2. Электрлік көтеру үстеліндегі BPSMARTSCAN су фантомы

BluePhantomCompact-медициналық сәулеленудің сапасын бақылауға арналған компам, портативті құрылғы. Оның конфигурациясы сызықтық үдеткіштерде апта сайын және тоқсан сайын дозиметриялық тексерулер жүргізуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, BluePhantomSMARTSCAN неғұрлым салмақты өлшемдері мен дәлдігімен ерекшеленеді.

Оны орнату, жұмыс істеу үшін үлкен энергия шығыны қажет, сәйкесінше бұл фантом Жаңа құрылғыны пайдалануға беру кезінде дозиметриялық өлшеулерде, сондай-ақ жылдық тексерулерде және сапаны бақылауда қолданылады. BluePhantomSMARTSCAN-ның үлкен артықшылығы-доза профилін алу мүмкіндігі және дозаны кеңістікте бөлу [3].

Бүгінгі таңда барлық радиологиялық сызықтық үдеткіштер үшін әмбебап сапа кепілдігі бағдарламасын жасау мүмкін емес. Іс жүзінде әрбір радиологиялық кешен үшін тест жүйесін әзірлеу маңызды. Су фантомы түріндегі жабдықта абсолютті дозиметрияны қолдану ең қолайлы, бұл мәселені шешуге және онкологиялық аурулары бар науқастарға медициналық көмектің жоғары деңгейін көрсетуге ықпал етеді [4].

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1. Титович, Е. В. Оптимизация программы гарантии качества облучения пациентов по методике IMRT / Е.В. Титович, И.Г. Тарутин, А.А. Жигун // Медицинская физика. 2014;4:14–21.
2. Тарутин, И. Г. Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И.Г.Тарутин, Е.В. Титович. – Минск: Белорусская наука, 2014. – 176 с.
3. Herman M.G., Clinical use of electronic portal imaging: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 58 / Michael G. Herman [et al.] // Medical Physics. 2001;1(2):38–57.
4. Herman M.G., Guide to clinical use of electronic portal imaging / Michael G. Herman [et al.] // Journal of Applied Clinical Medical Physics. 2000;1(2):38–57.
5. Klein EE. Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators / Eric E. Klein [et al.] // Medical Physics. 2009;36:4197–4212.

УДК 537.622.4.

## **ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В AlN КЕРАМИКАХ ПРИ ВАРИАЦИИ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИОНОВ**

**Бихерт Евгений Викторович**

[bihertevgenij@gmail.com](mailto:bihertevgenij@gmail.com)

постдокторант, старший преподаватель кафедры «Техническая физика» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Даулетбекова А.К.

В свете последних тенденций в мире большое внимание уделяется разработкам альтернативных источников энергии, основной целью которых помимо решения ряда экологических проблем, является снижение зависимости энергетического сектора от углеводородов. Одной из ключевых концепций развития ядерной энергетики, связанной с увеличением мощности ядерно-энергетических установок является создание новых типов ядерных реакторов (высокотемпературных, реакторов на быстрых нейтронах, модульных реакторов), обладающих повышенным КПД выгорания ядерного топлива, а также высокой устойчивостью к накоплению радиационных повреждений в процессе эксплуатации и высоким уровнем безопасности [1,2]. В концепции реакторов нового поколения (Gen IV) для проектирования активной зоны, ключевых узлов ядерного реактора и топливных элементов в виде инертных матриц или же стенок ТВЭЛов большое внимание уделяется новым типам материалов: керамикам и высокоэнтропийным сплавам [3-5]. Для данных материалов критически важно понимание радиационной стойкости и сохранения стабильности основных параметров (теплопроводности, прочности, устойчивости к охрупчиванию) при длительном воздействии ионизирующего излучения. Это обусловлено тем, что в процессе эксплуатации