

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII
Международная научная конференция студентов и молодых
ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International
Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE
BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-337-871-8

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+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

2. Santacrose A, Walier M, Régis J, Liščák R, Motti E, Lindquist C, et al.. Long-term tumor control of benign intracranial meningiomas after radiosurgery in a series of 4565 patients. *Neurosurgery*. (2012) 70:32–9. 10.1227/NEU.0b013e31822d408a [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
3. Apra C, Peyre M, Kalamarides M. Current treatment options for meningioma. *Expert Rev Neurother*. (2018) 18:241–9. 10.1080/14737175.2018.1429920 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
4. Buerki RA, Horbinski CM, Kruser T, Horowitz PM, James CD, Lukas RV. An overview of meningiomas. *Future Oncol*. (2018) 14:2161–77. 10.2217/fon-2018-0006 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
5. Goldbrunner R, Minniti G, Preusser M, Jenkinson MD, Sallabanda K, Houdart E, et al.. EANO guidelines for the diagnosis and treatment of meningiomas. *Lancet Oncol*. (2016) 17:e383–91. 10.1016/S1470-2045(16)30321-7 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
6. Mansouri A, Guha D, Klironomos G, Larjani S, Zadeh G, Kondziolka D. Stereotactic radiosurgery for intracranial meningiomas: current concepts and future perspectives. *Neurosurgery*. (2015) 76:362–71. 10.1227/NEU.0000000000000633 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
7. Starke RM, Przybylowski CJ, Sugoto M, Fezeu F, Awad AJ, Dale D, et al.. Gamma Knife radiosurgery of large skull base meningiomas. *J Neurosurg*. (2015) 122:363–72. 10.3171/2014.10.JNS14198 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
8. Kirkpatrick JP, Soltys SG, Lo SS, Beal K, Shrieve DC, Brown PD. The radiosurgery fractionation quandary: single fraction or hypofractionation? *Neuro Oncol*. (2017) 19:ii38–49. 10.1093/neuonc/now301 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
9. Samanci Y, Ardor GD, Peker S. Gamma Knife radiosurgery for tuberculum sellae meningiomas: a series of 78 consecutive patients. *Neurosurg Rev*. (2022) 45:2315–22. 10.1007/s10143-022-01753-z [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
10. Inserra F, Barone F, Palmisciano P, Scalia G, DA Ros V, Abdelsalam A, et al.. Hypofractionated Gamma Knife radiosurgery: institutional experience on benign and malignant intracranial tumors. *Anticancer Res*. (2022) 42:1851–8. 10.21873/anticancer.15661 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
11. Iwai Y, Yamanaka K, Nakajima H. Two-staged Gamma Knife radiosurgery for the treatment of large petroclival and cavernous sinus meningiomas. *Surg Neurol*. (2001) 56:308–14. 10.1016/S0090-3019(01)00622-X [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

ӘӘЖ 61:549.21.004.14

ЯДРОЛЫҚ МЕДИЦИНАДА ГАММА-СӘУЛЕЛЕНУ КӨЗДЕРІНЕН ЖЕКЕ ҚОРҒАНЫС РЕТІНДЕ РЕНТГЕНДІК ҚОРҒАНЫС ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Жеңіс Дана

dan.zhenis@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ядролық физика жаңа материалдар және жаңа технологиялар кафедрасының 5 курс студенті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Ф.У. Абуова

2007 жылғы радиациялық қорғау жөніндегі халықаралық комиссияның (РҚХК) практика мен араласу тәсілдері негізінде радиациялық қорғауды қамтамасыз етудің бұрын ұсынылған процесіне сүйене отырып, жоспарланған сәулелену жағдайлары, апаттық жағдайлар және қолданыстағы сәулелену жағдайлары ретінде сипатталатын барлық бақыланатын сәулелену жағдайларынан қорғауды негіздеу мен оңтайландырудың іргелі принциптерін одан әрі пайдалануды білдіреді. Басылымда радиациялық қорғауды оңтайландыру принципінің күшеюіне баса назар аударылады, ол жеке дозалар мен радиациялық тәуекелдер шектелген жағдайда барлық сәулелену жағдайларына бірдей

қолданылуы керек, атап айтқанда: жоспарланған сәулелену жағдайлары мен авариялық сәулелену және қолданыстағы сәулелену жағдайлары үшін анықтамалық деңгейлер үшін шекаралық дозалар мен тәуекелдерді енгізу.

Қызметкерлердің сәулелену дозаларын азайту әдістерінің ішінде (көзден адамға дейінгі қашықтықты ұлғайту, радиациялық өрістерде болу уақытын азайту, көзден сәулелену дозасының қуатын төмендету) иондаушы сәулелену көзін экрандау маңызды рөл атқарады. [1]

Сұйық металл салқындатқышы бар реакторлық қондырғыларда радиациялық фонды анықтайтын радионуклидтердің құрамы су салқындатқышы бар реакторлардан ерекшеленеді. Сонымен, реактор жұмыс істеп тұрған кезде БН-600 бірінші тізбегінің натрий салқындатқышының радиоактивтілігі ^{24}Na радионуклидімен анықталады ($T_{1/2} = 15,005$ сағ). Реактор тоқтап, ^{24}Na ыдырағаннан кейін натрийдің радиоактивтілігі ^{22}Na ($T_{1/2} = 2,602$ жыл) және ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,174$ жыл) арқылы анықталады, ^{134}Cs ($T_{1/2} = 2,062$ жыл) және ^{54}Mn ($T_{1/2} = 312,3$ күн) аз үлес қосады. Натриймен жуылатын бірінші тізбекті құбырлар мен жабдықтардың беттеріндегі шөгінділердің радиоактивтілігі ^{54}Mn изотопымен анықталады. Коррозиядан шыққан басқа радионуклидтердің (^{58}Co , ^{60}Co), сондай-ақ мұндай беттердегі бөліну өнімдерінің белсенділігі 10 есе немесе одан да көп аз. Газ қуысында орналасқан беттерде ^{137}Cs шөгінділері басым [4].

Материалдар мен әдістер

Қазіргі уақытта гамма-сәулеленуді жақсы әлсірететін зат түріндегі толтырғышты қамтитын матрица болып табылатын бірқатар радиациялық қорғаныс материалдары (РММ) әзірленді. Оларға "герметикалық материалдар зауыты" ЖШҚ мамандары әзірлеген және полимерлі байланыстырғыш, толтырғыш, Пластификатор және технологиялық қоспалар негізіндегі композиция болып табылатын "Абрис РЗ" маркалы РММ жатады. РММ өндіру технологиясы әртүрлі толтырғыштарды (барит, қорғасын, вольфрам және т.б.) және олардың концентрациясын пайдалану арқылы радиоактивті ластанудың изотоптық құрамын ескере отырып, материалдың қажетті қорғаныс қасиеттерін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Қорғаныс материалының оң қасиеттері-оны серпімді жабысқақ пластиналар түрінде жасау мүмкіндігі, бұл радиациялық өрістер жағдайында құбырлар мен жабдықтардың айналасындағы қорғанысты тез бекітуге мүмкіндік береді [6].

Зерттеу жүргізу үшін әртүрлі гамма-кванттық энергиялары бар бес гамма-сәулелену көзі таңдалды. Оларды таңдау кезінде әртүрлі типтегі реакторлық қондырғылардың радиоактивті ластануының изотоптық құрамдарын талдау нәтижелері, сондай-ақ ИВВ-2М зерттеу реакторында изотоптар алу мүмкіндіктері ескерілді [2].

Эксперимент жүргізу үшін "Абрис" маркалы қорғаныс материалының үлгілері жасалды көлемі 500x500 мм және қалыңдығы 5, 10, 15, 20 мм парақтар түрінде толтырғыштардың (барит, қорғасын, вольфрам) концентрациясы (құрамы) 20-дан 90% - ға дейін.

Қорғаныс материалымен гамма-сәулеленудің әлсіреу коэффициенттерін есептеу.

Қорғаныс материалының үлгілері арқылы әр түрлі көздерден гамма-сәулелену дозасының әлсіреу коэффициенттерін анықтау үшін MCNP (Monte Carlo N-Particle Transport Code) бағдарламалық коды қолданылды [7], жалпыланған геометрияда және уақытқа тәуелді нейтрондар, фотондар, үздіксіз энергетикалық электрондар жиынтығының тасымалдануын есептеу үшін "Монте-Карло" әдісін қолданады. Әдіс детерминистік әдіске негізделген бағдарламамен модельдеу мүмкін емес күрделі мәселелерді шешуде пайдалы. Әр бөлшек үшін кездейсоқ оқиғалар модельденеді. Статистикалық сипаттағы жеке оқиғалардың жиынтығы болып жатқан процестің толық бейнесін құрайды. Жеке оқиғалардың ықтималдығын бөлу арқылы процесті тұтастай бағалауға болады. Бөлшектерді тасымалдау мәселелерінде "Монте-Карло" әдісінің әдістері шындыққа ең жақын. Есептелген модельге гамма-сәулеленудің нүктелік көзі, диаметрі 20 мм, ауамен толтырылған сфера түріндегі гамма-сәулелену детекторы және 500 мм жағы бар белгілі бір қалыңдығы d шаршы пластина түріндегі қорғаныс материалы кіреді.

Қорғаныш материалымен гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу коэффициенттерін өлшеу

Гамма-сәулелену көздерін алу үшін ИВВ-2м реакторының "дымқыл" арнасы (диаметрі 29 мм және ұзындығы 7,5 м алюминий құбыры) пайдаланылды. Детекторларды сәулелендіру үшін реактор ядросының екі ұяшығы пайдаланылды.

Гамма-сәулелену көздерін алудың нысанасы ретінде аттестатталған жиынтықтардан (АКН-Т-10 № 014, СН-60/10, СН-65/11) активациялық детекторлар пайдаланылды. Эксперимент жүргізу үшін ^{60}Co , ^{58}Co , гамма-сәулелену көздері алынды (1-кесте).

1-кесте - Пайда болған гамма-сәулелену көздерінің сипаттамасы

Гамма сәулелену көзі	Белсенді аймақтың ұяшығы	Сәулелену уақыты	Сәулелену соңындағы белсенділік, Бк	Өлшеу уақытындағы белсенділік, Бк	90 мм арақашықтағы дозаның қуаты, мкЗв/сағ	эксперимент есептеу
^{60}Co	4-7	20 мин	$3,40 \cdot 10^6$	$3,40 \cdot 10^6$	151	147
^{58}Co	4-7	1,8 сағ	$6,83 \cdot 10^6$	$6,83 \cdot 10^6$	144	147

Нысананы нейтрон ағынымен сәулелендіру кезінде нуклид көзі пайда болатын "негізгі" реакциядан басқа, "кедергі келтіретін" реакциялар жүретіндіктен, гамма-сәулелену көзін пайдалану процесінде "кедергі келтіретін" реакциялардың өнімдері болып табылатын нуклидтердің сәулелену дозасының қуатына қосқан үлесін ескеру қажет немесе сәулеленуден кейін дозаның қуатын төмендету үшін сәулеленуден кейін көзді ұстап тұру қажет. қысқа өмір сүретін" кедергі жасайтын " нуклидтер. Шекті детекторлар кадмий экранында сәулеленді, нәтижесінде жылу нейтрондарында жүретін "кедергі" реакциялар кесілді [2].

Қорғаныс материалдарымен гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу еселігін өлшеу үшін арнайы құрылғы мен DKS-AT1123 өлшеу құралы ("рентген және гамма-сәулелену дозиметрі") пайдаланылды. Дозиметрдің жұмыс принципі пластикалық детектор мен фотоэлектрондық мультипликаторды қолдана отырып, сцинтилляциялық дозиметрияның жоғары сезімтал әдісін қолдануға негізделген. Гамма-сәулелену дозасының қуатын өлшеу диапазоны 50 нЗв/сағ – тан 10 Зв/сағ-қа дейін, сәулелену энергиясы бойынша-15 кэВ-тан 10 МэВ-қа дейін. Құрылғының жұмыс алгоритмі жедел көрсеткіштерден басқа, өлшеу нәтижелерін статистикалық өңдеуді және статистикалық ауытқуларды бағалауды қамтамасыз етеді. Дозаның қуатын өлшеу кезінде аспаптық қате 1% - дан аспады. Өлшеу құралының сезімтал бөлігінен гамма-сәулелену көзіне дейінгі қашықтық 90 мм болды. сәулелену көзі мен құрылғының сезімтал элементі арасында зерттелетін қорғаныс материалының үлгілері орнатылды.[5]

Қорғаныс материалдарымен гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу жиілігін өлшеу схема бойынша орындалды:

- үй-жайда гамма-сәулелену дозасы қуатының фондық мәнін өлшеу;
- гамма-сәулеленудің "жалаңаш" көзінен доза қуатын өлшеу;
- қорғаныш материалмен жабылған көзден гамма-сәулелену дозасының қуатын өлшеу;
- қорғаныш материалымен гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу жиілігін есептеу.

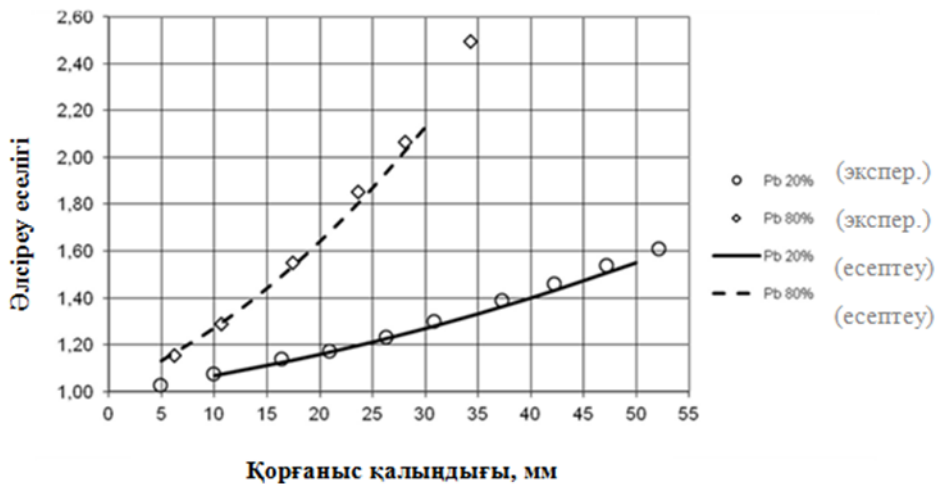
Нәтижелер және оларды талқылау

1-2 суретте мысал ретінде гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу еселігінің (^{60}Co , ^{198}Au , ^{58}Co изотоптарының мысалында) барит және қорғасын толтырғыштары бар "Абрис" маркалы қорғаныш материалының қалыңдығына тәуелділігін есептік бағалау және жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижелері келтірілген.

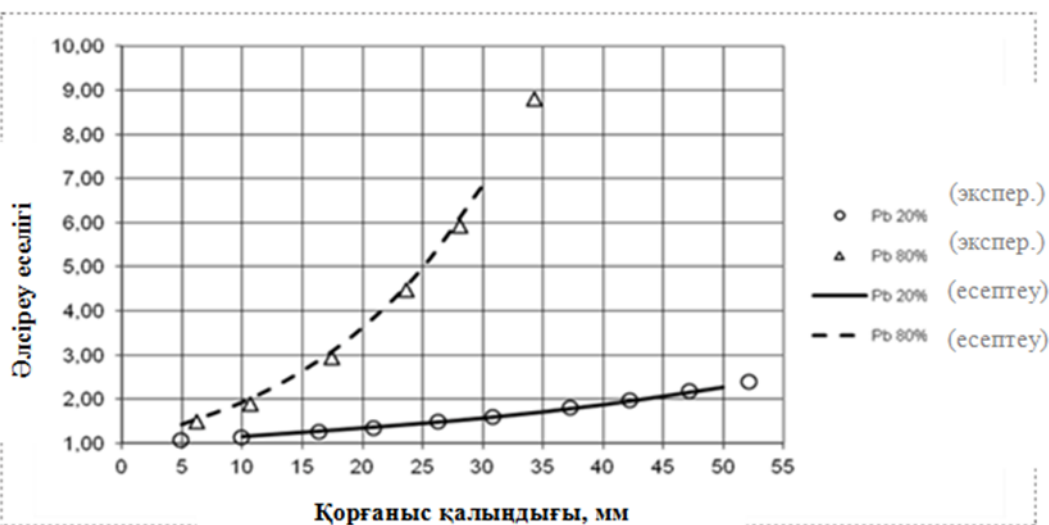
"Абрис РЗ" маркалы қорғаныш материалдарымен гамма-сәулелену дозасының қуатын әлсірету коэффициенттерін зерттеу нәтижелерін салыстырудан көрініп тұрғандай,

эксперименттік деректердің есептік әдіспен алынған мәндерден айырмашылығы 5% - дан аспайды.[6,7]

Жүргізілген есептік-эксперименттік зерттеулердің нәтижелері реакторлық қондырғының түріне ғана емес, оның пайдалану мерзіміне де байланысты радиоактивті ластанулардың нақты радиоизотоптық құрамына қатысты берілген қасиеттері бар қорғаныш материалдарын жобалау арқылы радиациялық қорғауды оңтайландыру қағидатын іске асыру мүмкіндігін растайды.



1-сурет - Гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу еселігінің (^{58}Co көздері) Pb толтырғышы бар "Абрис Рзнк-02" маркалы қорғаныс материалының қалыңдығына есептік және эксперименттік тәуелділігі



2-сурет - Гамма-сәулелену дозасы қуатының әлсіреу еселігінің (^{198}Au көздері) Pb толтырғышы бар "Абрис Рзнк-02" маркалы қорғаныс материалының қалыңдығына есептік және эксперименттік тәуелділігі

ALARA (as Low as Reasonably Achievable – ақылға қонымды қол жеткізуге болатындай төмен) принципін пайдалана отырып, ALARA процедурасы шеңберінде қолданылатын әдістердің бірін пайдалана отырып, ықтимал толтырғыштардың оңтайлы концентрациясы және біртекті қорғаныс материалының қалыңдығы анықталады (мысалы, "шығын-пайда" талдауы) [8].

Кейбір жағдайларда радиациялық қауіпті жұмыстарды жоспарлау кезінде шекті рұқсат етілген дозалар тұжырымдамасы қолданылады. Бұл ретте жұмыс аймағының жекелеген нүктелерінде гамма-сәулелену дозасының қуатын әлсіретудің қажетті еселігі және

экрандаушы материалдың қалыңдығы бойынша шектеулер негізінде ықтимал толтырғыштардың қажетті концентрациясын айқындау және қорғаныс материалдарының құнын салыстыру жүргізіледі.

"Абрис РЗ" маркалы қорғаныс материалының құрамында ауыр толтырғышпен біріктірілген жеңіл химиялық элементтердің болуы, сондай-ақ УрФУ зертханалық жағдайында жүргізілген нейтрондық сәулеленуге қатысты материалды алдын ала сынаудың оң нәтижелері осы материалды біріктірілген нейтрондық және гамма сәулеленуден қорғау үшін тиімді пайдалану мүмкіндігін болжауға мүмкіндік береді. [6] Қазіргі уақытта оңтайлы құрамды есептеу негіздемесі және нейтрондық сәулеленуге қатысты біртекті материалдардың қорғаныш қасиеттерін эксперименттік зерттеу бойынша жұмыстар жүргізілуде.

УрФУ-да жүргізілетін ғылыми-зерттеу жұмыстарының тағы бір перспективалық бағыты-керамика негізінде берілген қасиеттері бар Жоғары температуралы РММ құру. [7]

Сәулеленудің нақты жағдайлары үшін РММ құрамының есептік эксперименттік негіздемесі бойынша жұмыстар жүргізу жоспарлануда.

Қорыта келгенде келесідей тұжырымдар жасай аламыз:

1. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде 0,4-тен 3 МэВ-қа дейінгі гамма-сәулелену энергиясы бар көздер үшін әртүрлі сіңіргіштердің (барит, қорғасын, вольфрам) оңтайлы концентрациясы анықталды.
2. MCNP бағдарламалық кодын қолдана отырып жасалған есептеулер нәтижелердің эксперименттік деректермен жақсы конвергенциясын көрсетеді, бұл жоспарланған сәулелену жағдайлары үшін раковиналардың құрамын анықтауға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. Под общей ред. Киселёва М.Ф., Шандалы Н.К. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009.
2. Русских И.М., Селезнев Е.Н., Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е. Экспериментально-теоретическое исследование органометаллических радиационно-защитных материалов, адаптированных к источникам излучения со сложным изотопным составом. Ядерная физика и инжиниринг, том 5, № 5, 2014.
3. Tashlykov O.L. Personnel Dose Costs in the Nuclear Industry. Analysis. Ways to Decrease. Optimization. 2011. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. RG.
4. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Булатов В.И., Шастин А.Г. О проблеме снижения дозовых затрат персонала АЭС. Известия вузов. Ядерная энергетика, № 1, 2011.
5. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Кадников А.А. Оптимизация дозовых затрат в процессе глубокой модернизации блоков АЭС с целью продления срока эксплуатации (на примере замены парогенераторов ПГВ-1000). Труды Одесского политехнического университета, Вып.1 (38), 2012.
6. Савченкова Г.А., Артамонова Т.А., Савченков В.П., Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Русских И.М., Селезнев Е.Н. Перспективы использования материалов серии Абрис для радиационной защиты персонала АЭС. Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики. Сборник докладов восьмой международной научно-технической конференции 23–25 мая 2012 г. М., ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2012.
7. Briesmeister J. «A General Monte Carlo N – Particle Transport code», Los Alamos National Laboratory report, LA-12625-M, Version 4B (1997).
8. Практическая реализация методологии ALARA на АЭС: методическое пособие. М., «Росэнергоатом», 1999.