

АУЫР ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН КРИСТАЛДАРДЫҢ ИОНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ

Бөден Р¹., Қалмахан Б.¹, Сейтбаев А.

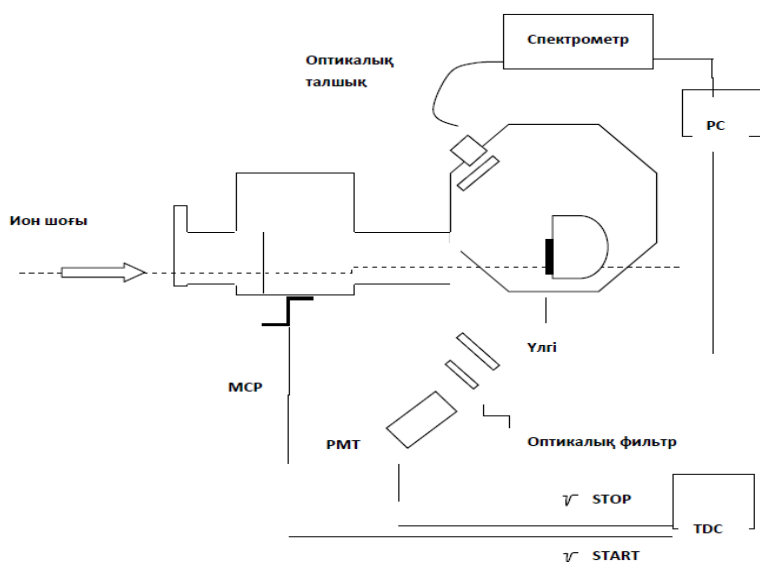
raiymbekbk@gmail.com

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші – Даулетбекова А., Гиниятова Ш.Г.

Диэлектриктегі радиациялық ақауларды зерттеудің эксперименттік әдістерінің ішінде оптикалық спектроскопия әдістері, мысалы, жұтылу және люминесценция спектрлерін зерттеу маңызды рөл атқарады. Диэлектрлік материалдардағы зарядталған бөлшектердің энергиясын диссипациялау процестері электронды қозудың радиациялық ыдырауынан, бояу орталықтарының, қоспалар атомдарымен байланысты орталықтардың, сондай-ақ басқа құрылымдық ақаулар мен олардың кешендерінің люминесценциясынан туындаған оптикалық спектрдің ультракүлгін және көрінетін аймақтарында электромагниттік сәулеленудің пайда болуымен бірге жүретіні белгілі. Сондықтан «in-situ» дозасына, сәулелену температурасына және басқа факторларға байланысты ауыр иондармен қозатын люминесценция спектрлерін зерттеу сәулелендірілген материалдардың ақаулы құрылымының эволюциясы туралы толық мәліметтер алу тұрғысынан қызығушылық тудырады.

Жылдам ауыр иондармен сәулеленген жоғары энергиялы ионлюминесценция қатты денелердің қасиеттерін зерттеуде "құрылымдық" туралы мәліметтерді алу әдістерінің бірі болып табылады. Диэлектриктерде, атап айтқанда, төзімді оксидтер мен сілтілі галоидты кристалдардағы радиациялық зақымдарды зерттеу үшін осы әдістің мүмкіндіктерін пайдалану үлкен қызығушылық тудырады. Жоғары энергиялы ионлюминесценцияның практикалық маңызының бірі иондық сәулелену процесінде механикалық кернеу деңгейін бағалау болып табылады. Бұл сәулелендірілген материалдардағы механикалық кернеулердің жиналуын бақылауға және оның эволюциясының әртүрлі кезеңдерінде кернеу деңгейі мен ақаулы құрылымның параметрлері арасындағы байланысты орнатуға мүмкіндік береді [1-3].

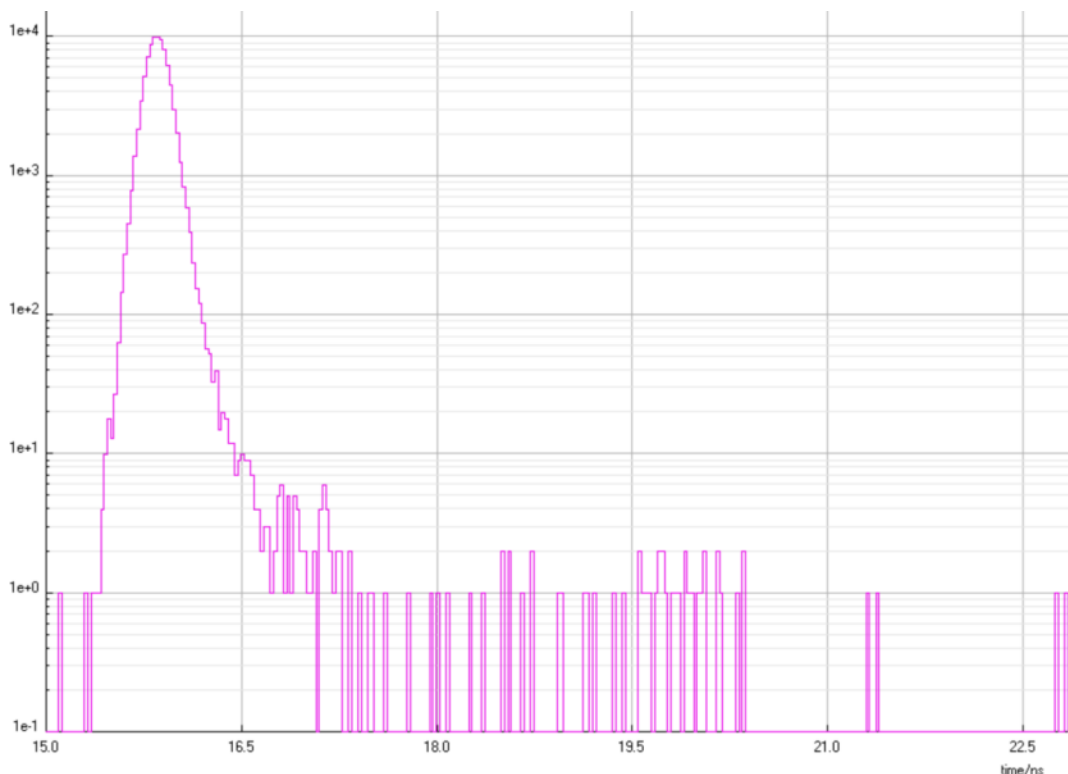
1-суретте «in-situ» зерттеудің блок схемасы көрсетілген.



Сурет 1- ДЦ-60 циклотронында ионлюминесценцияны зерттеу қондырғысының блок сызбасы

ДЦ-60 циклотронында жоғары энергетикалық ауыр иондармен сәулелендіру процесінде Al_2O_3 кристалының ионлюминесценция кинетикасын in-situ өлшеу жүргізілді. Бұл эксперименттердің негізгі міндеті энергияның нақты иондану шығындарының деңгейіне

байланысты қозған күйлердің ыдырау қисықтарының уақыт параметрлерін зерттеу болып табылды [4].



Сурет 2- ДЦ-60 циклотронындағы өлшеу трактінің уақыттық рұқсат ету функциясы.

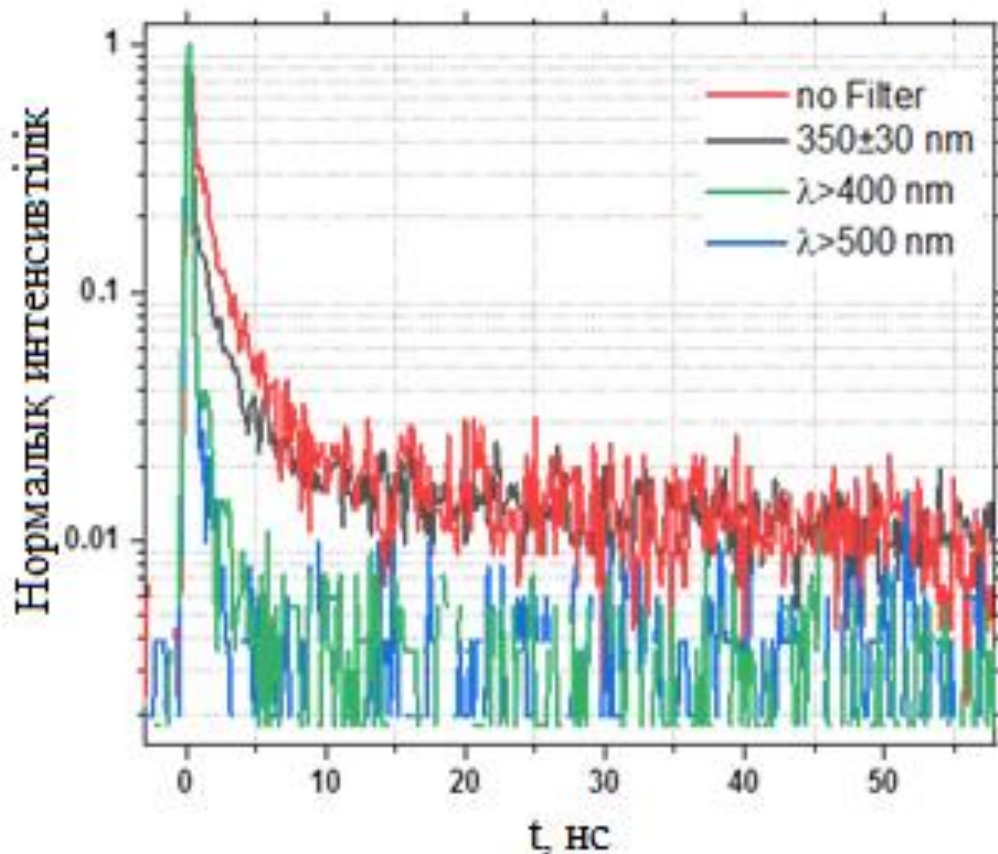
Экспериментте зерттелген иондардың типі мен энергиясы, R_p бөлшектердің жүру жолы, энергияның орташа меншікті иондану шығынының ($\langle S_e \rangle$) мәндері 1-кестеде келтірілген. $\langle S_e \rangle$ шамасы R_p -ге қатысты электронды тежеуші ионның толық энергия шығыны ретінде анықталды.

Кесте 1 - ДЦ-60 циклотронындағы $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ монокристалының ионлюминесценциясын зерттеу бойынша эксперименттердің негізгі параметрлері.

Иондардың типі мен энергиясы, МэВ	Материал	R_p , мкм	$\langle S_e \rangle$, кэВ/нм
$^{12}\text{C}, 21$	CsI(Tl)	21	1
$^{40}\text{Ar}, 65$	CsI(Tl)	19	3,4
$^{84}\text{Kr}, 140$	CsI(Tl)	16,0	6,3
$^{12}\text{C}, 21$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	11,4	1,8
$^{40}\text{Ar}, 65$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	9,9	6,5
$^{51}\text{V}, 61$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	7,7	7,9
$^{84}\text{Kr}, 140$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	11,8	11,6

^{132}Xe , 220	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	16,5	13
-------------------------	--------------------------------	------	----

3-суретте 1,2 МэВ/нуклон ^{132}Xe иондарымен сәулелену кезінде өлшенген Al_2O_3 кристалдарының ионолюминесценциясында анықталды. Әр түрлі спектрлік диапазондарда алынған эксперименттік мәліметтер 300-400 нм ауқымда анықталған өмір сүру уақыты t_3 сәулелену ақауға жақын автолокализацияланған экситондардың рекомбинациясымен байланысты екенін дәлелдейді



Сурет 3 - Спектрдің әртүрлі аймақтарындағы $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ люминесценция кинетикасы

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 Skuratov V.A., Kim Jong Gun, Stano J., Zagorski D.L. In-situ luminescence as monitor of radiation damage under swift heavy ion irradiation // Nucl. Instr. Meth. B. –2006. –V.245, Iss.1. –P. 194-200.
- 2 Skuratov V.A., Bujnarowski G., Kovalev Yu. S., Havancsak K. Piezospectroscopic study of mechanical stress in $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ under swift heavy ion irradiation // Vacuum. –2009. –83. –P.65-68.
- 3 Bujnarowski G., Skuratov V.A., Havancsak K. and Kovalev Yu.S. Accumulation of mechanical stress in $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ under swift heavy ion irradiation // Radiation Effects & Defects in Solids. – 2009. Vol. 164, № 7–8. –P.409–416
- 4 Акилбеков А., Даулетбекова А.К., Скуратов В., Гиниятова Ш.Г., Сейтбаев А. Создание установки для in-situ измерения высокоэнергетических ионолюминесценциина циклотроне DC-60 //Вестник ЕНУ им.Л.Н. Гумилева. Серия Физика. Астрономия. – 2019. №3(128). – С.25-33.