ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Ғарыштық инженерия және телекоммуникация институты
Электроника және Робототехника кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі
доцент Чигамбаев Т.О.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Гейгердің қорғаныс есептегішін жасау»
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау
Орындаған: Исақул С. Н. Тобы: ПС(ИВК)к-16-1
Ғылыми жетекшісі: кафедра меңгерушісі доцент Чигамбаев Т. О.
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Боканова Г.Ш.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Абикенова А.А.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
кафедра меңгерушісі доцент Чигамбаев Т. О.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
Норма бақылаушы: _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»

Ғарыштық техника және телекоммуникация институты
«Электроника және робототехника» кафедрасы
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау

Диплом жұмысқа орындауға берілген
ТАПСЫРМА

Студент Исақул Сулеймен Нұрдаулетұлы
Жұмыстың тақырыбы: «Гейгердің қорғаныс есептегішін жасау»
20__ ж. «__» ____ №___ университет бұйрығымен бекітілді
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі _____ «___» _____

2020ж.

Жұмысқа алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жұмыс) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

1. Гейгер есептегішінің негізгі сипаттамаларын түсіндіру.
2. Жасалынатын аспапты модельдеу және бағдарламасын құру.
3. Құрастыру, реттеу және жұмысқа қабілеттілігін тексеру.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Дозиметр аспаптарына сипаттама беріп, құрастырылған Гейгер есептегішінің көмегімен радиоактивті бөлшектерді өлшеу.

Әзірленуі тиіс мәселелер:

1) Гейгер есептегішіне сипаттама беру;
2) Гейгер есептегішін құрастыру барысында бағдарлама жүйесін жазу;
3) Есептегішті құрастыру.

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. Бағдарламаның құрылымдық схемасы.
2. Бағдарламаның блок схемасы.
3. Untitled Sketch бағдарламасында проектті құрастырып, іске қосу.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1 Виноградов Ю. Счётчики Гейгера. - Радио, 2002, 10, с.57.

2 Моисеев А. А., Иванов В. И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. - Энергоатомиздат, М., 2009.

3 Рэд Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехники. - «Мир», М.. 2011, с. 229.

4 Зарипова, Л.Д. Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность [Текст]: учебно-методическое пособие / Л.Д. Зарипова // Казань: Изд-во Казанс. Гос. Ун-та, 2008. – 42 с.

5 Колпаков, П.Е. Основы ядерной физики [Текст]: учебное пособие для пед. инс-тов / П.Е. Колпаков // Москва: Просвещение, 2001. – 401 с.

Жұмыс бойынша бөлімдеріне қатысы белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Доц. Боканова Г.Ш.	16.04-3.05.2020 ж.	
Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімі	Доц. Абикенова А.А.	12.04-21.04.2020 ж.	

Дипломдық жұмысының дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну	Ескерту
1. Жүйенің жұмыс жасау принциптері	2.03.2020 ж.	
2. Ардуино микроконтроллеріне шолу	7.03.2020 ж.	
3. Жабдықтарды таңдау	23.03.2020 ж.	
4. Жобаға қажет құрылғылар мен радиобөлшектер	4.04.2020 ж.	
5. Бағдарламамен қамтамасыз ету	29.04.2020 ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 2020ж.

Кафедра меңгерушісі: _____ (доц. Чигамбаев Т.О.)
(қолы)

Жұмыстың ғылыми жетекшісі: _____ (доц. Чигамбаев Т.О.)
(қолы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент: _____ (Исақул С. Н.)
(қолы)

АҢДАТПА

Қарастырып отырған жобамызда Гейгер есептегішінің негізгі принциптері мен жұмыс заңдары, сондай-ақ олардың практикалық қолданылуы көрсетілген. Есептегіштердің қасиеттері, иондаушы импульстерді тіркеу мәселелері, сондай-ақ кейбір теориялық бөлімі ұсыныла отырып, конструкциясы қарастырылды. Радиоактивтілік және дозиметрия аспектілері талданды. Жоба Гейгер есептегішін пайдалану жөніндегі жұмыстардың сипаттамасын және оны іске асыру барысын қамтиды. Сонымен қатар санау сипаттамасы мен өлі уақытының жұмыс аралығы сипатталған. Аталған бөлімдері қарастырыла отырып, Гейгер есептегіші аспабы құралып жасалынды.

АННОТАЦИЯ

В рассматриваемом проекте обьяснены основные принципы и законы работы Гейгерского счетчика, а также их практическое применение. Рассмотрены свойства счетчиков и вопросы регистрации ионизирующих импульсов, а также конструкции с предоставлением некоторых теоретических разделов. Были проанализированы аспекты радиоактивности и дозиметрии. Проект включает описание работ по эксплуатации Гейгерского счетчика и ход его реализации. Кроме того, описаны характеристики отсчета и рабочий интервал мертвого времени. С рассмотренными разделами был разработан прибор Гейгерского счетчика.

ANNOTATION

This project explains the basic principles and laws of the Geiger counter, as well as their practical application. The properties of counters and registration of ionizing pulses are considered, as well as the design with the provision of some theoretical sections. Aspects of radioactivity and dosimetry were analyzed. The project includes a description of the operation of the Geiger counter and the progress of its implementation. In addition, the characteristics of the countdown and the working interval of dead time are described. The Geiger counter device was developed with these sections

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Техникалық бөлімі	9
1.1	Иондаушы сәуле және дозиметрия	9
1.2	Радиоактивтілік	12
1.3	Иондаушы импульс детекторларының негізгі сипаттамалары	15
1.4	Газ толтырылған детекторлар	17
1.5	Газ толтырылған детекторлардың негізгі конструкциясы	19
1.6	Гейгер есептегіші	21
1.7	Гейгердің өздігінен сөнбейтін және өздігінен сөнетін есептегіштері	23
1.8	Гейгер есептегішінің санау сипаттамасы	24
1.9	Гейгер есептегішінің шешу уақыты	28
2	Практикалық бөлім	30
3	Еңбекті және қоршаған ортаны қорғау	47
3.1	Есеп айырысу бөлігі	48
3.2	Есептеу жерге ұжымдық электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету құралы ретінде	49
4	Жобаның есептік-экономикалық негіздемесі	55
4.1	Жобаны іске асыруға арналған капиталдық салымдарды есептеу	55
4.2	Жабдықтарды сатып алуға арналған күрделі салымдарды есептеу	55
4.3	Бағдарламалық жасақтаманы жасауға инвестицияларды есептеу	55
4.4	Нарықтық бағаны есептеу	62
4.5	Құрылғының бағасы мен тиімділігіне қорытынды	62
	Қорытынды	63
	Әдебиеттер тізімі	64
	А қосымшасы	66

КІРІСПЕ

Гейгер-Мюллер есептегіштері - иондаушы сәулеленудің кең таралған детекторлары (датчиктері). Гейгердің санауышы өте қарапайым. Негізінен оңай иондалған неон мен аргоннан тұратын газ қоспасы екі электродпен жақсы эвакуацияланған герметикалық цилиндрге енгізілді. Цилиндр әйнек, металл және т.б. болуы мүмкін. Әдетте, есептегіштер сәулеленуді бүкіл бетімен қабылдайды, бірақ цилиндрде арнайы «терезе» бар. Электродтарға жоғары кернеу U қолданылады, ол өздігінен разряд құбылыстарын тудырмайды. Бұл жағдайда есептегіш иондану орталығы өзінің газ тәрізді ортасында пайда болғанға дейін қалады - ионданған бөлшектің сырттан келген иондары мен электрондарының ізі. Электр өрісінде үдейтін алғашқы электрондар көбірек электрондар мен иондар түзетін «жол бойындағы» газ тәрізді ортаның басқа молекулаларын иондайды. Бұл процесс көшкін тәрізді дами отырып, электродиондық кеңістікте электронды-ионды бұлт пайда болуымен аяқталады, бұл оның өткізгіштігін күрт арттырады. Есептегіштің газ ортасында, тіпті қарапайым көзбен көрінетін разряд пайда болады. Кері процесс - галогендік есептегіштердегі газ тәрізді ортаның бастапқы күйіне оралуы өздігінен жүреді. Газ тәрізді ортада аз мөлшерде болатын галогендер (әдетте хлор немесе бром) зарядтардың қарқынды рекомбинациясына ықпал етеді. Бірақ бұл процесс әлдеқайда баяу жүреді. Гейгер есептегішінің радиациялық сезімталдығын қалпына келтіруге және оның жылдамдығын анықтауға қажет уақыт - «өлі» уақыт - бұл оның маңызды паспорттық сипаттамасы болып табылады. Мұндай есептегіштер өзін-өзі сөндіретін галоген деп аталады.

Қуаттың ең төменгі кернеуі, шығыс сигналының тамаша параметрлері және жоғары жылдамдықты ескере отырып, олар тұрмыстық радиациялық бақылау құрылғыларында иондаушы сәулелену датчиктері ретінде қолдануға ыңғайлы болды. Гейгер есептегіштері иондаушы сәулеленудің әр түрлі түрлеріне - a, b, g, ультракүлгін, рентген, нейтронға жауап бере алады. Есептегіштердің нақты спектрлік сезімталдығы көбінесе оның дизайнына байланысты. Сонымен, a- және жұмсақ b-сәулелеріне сезімтал есептегіштің кіріс терезесі өте жұқа болуы керек; ол үшін әдетте қалыңдығы 3 ... 10 микронды слюда қолданылады. Қатты b- және g-сәулелеріне реакция жасайтын есептегіш цилиндр әдетте қабырғасының қалыңдығы 0,05 .... 0,06 мм болатын цилиндр пішініне ие (ол санауыштың катоды қызметін атқарады). Рентген есептегішінің терезесі бериллийден, ал ультрафиолет есептегіші кварц әйнегінен жасалған.

1895 жылы рентген сәулелері табылды. Бір жылдан кейін уранның радиоактивтілігі, сондай-ақ рентген сәулелеріне байланысты ашылды. Ғалымдар олардың жаңа, бұрын-соңды болмаған табиғи құбылыстармен бетпе-бет келгенін түсінді. Бір қызығы, радиация құбылысы бірнеше жыл бұрын байқалған, бірақ оған ешқандай мән берілмеген, дегенмен Никола

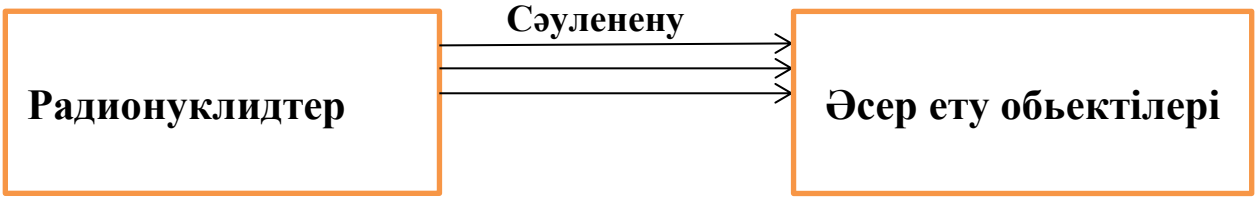
Тесла және Эдисон зертханасының басқа қызметкерлері де рентгендік күйік алған. Денсаулыққа зиян кез-келген затқа байланысты болды, бірақ тірі организмдер мұндай мөлшерде ешқашан кездестірмеген. XX ғасырдың басында радиацияның жануарларға тигізетін зиянды әсері туралы мақалалар шығара бастады. Олар сонымен бірге «сәулелі қыздармен» - сенсорлық сюжетті шығарған зауыт жұмысшыларымен болған сенсациялық оқиғаға мән бермеді. Олар щеткаларды тек тілдің ұшымен ылғалдандырды. Олардың кейбіреулерінің қорқынышты тағдыры тіпті жарияланбаған, этикалық себептерге байланысты және дәрігерлердің күшті нервтері үшін сынақ болып қалды.

1939 жылы физик Лиза Мейтнер, Отто Хан мен Фриц Страссманмен бірге әлемде алғаш рет уран ядросы туралы ойларымен бөліскен. Мұны «білетіндер» бұның қайда апаратынын және атомдық қару жарысы басталғанын білді.

1 Техникалық бөлімі

1.1Иондаушы сәуле және дозиметрия

Белсенділік және доза негізгі сандық көрсеткіштер болып табылады. Радионуклидтердің биогеохимиясын зерделеу кезінде радиоактивті элементтердің құрамын, сонымен қатар радионуклидтер көзі болып табылатын иондаушы сәулеленудің қоршаған объектілерге әсерін бағалау қажет болады. (1-сурет)



1.1 сурет- Радионуклидтер және әсер ету объектілері

Зерттелетін объектідегі радионуклидтердің құрамының сандық көрсеткіші - бұл белсенділік. Бұл белгілі бір уақыттағы радиоактивті атомдардың санына және олардың тұрақсыздығына (жартылай шығарылу кезеңіне) байланысты.

Радиоактивті ыдырау нәтижесінде пайда болатын сәуле өзі әсер ететін зат ішінара немесе толығымен сіңеді. Бұл жағдайда радиациялық энергияның жоғалуы орын алады. Сәулеленудің ортаға әсер етуінің энергетикалық эффектісі (сіңірілген сәуле энергиясы) және радиациялық доза түрінде бұл әсер «Иондаушы сәуленің дозиметриясы» бөліміне жатады.

Сонымен, сәулелендірілген ортаға немесе қоршаған орта объектілеріне сәулеленудің әсерін сандық өлшеу құралы иондаушы сәулеленудің мөлшері болып табылады (D). Доза - белсенділікке қарағанда анағұрлым күрделі көрсеткіш. Доза көптеген параметрлерге байланысты: радионуклидтің белсенділігі, оның сәулелену түрі мен энергиясы, сәулелену уақыты және объектіге дейінгі қашықтық, радионуклид сәулеленетін объектіге қатысты (яғни, бұл сыртқы немесе ішкі сәуле болып табылады) және мүшелер мен тіндердің радиосезгіштігі әсер етеді, сонымен қатар радионуклидтің ағзадан шығарылу жылдамдығы. Сәулеленудің әсерін сандық бағалау кезінде ескерілетін нәрсеге байланысты дозалардың бірнеше түрі ажыратылады.

Дозалардың негізгі түрлері. Сәулелік дозиметрия ғылым ретінде иондаушы сәулеленуді медицинада қолданумен байланысты пайда болды. «Доза» түсінігі медицинадан алынған, иондаушы сәулеленудің биологиялық әсеріне байланысты тірі ағзадағы радиациялық дозаны анықтау бірінші кезекте қызығушылық тудырады.

Иондаушы сәулеленудің дозасын есептеуге бірнеше тәсілдер бар. Дозиметрияда иондаушы сәулелену әсерін бағалау үшін алынған негізгі физикалық шама - сіңірілген доза немесе жай D сәулелену дозасы.

Сәулелену мөлшері (жұтылған доза) D - сәулелендірілген объектінің массасы m үшін есептелген E сіңірілген сәуле энергиясы:

$$D = dE / дм, \quad (1.1)$$

Халықаралық SI жүйесінде сіңірілетін доза грейде (Gy) көрсетіледі: 1 Ги = 1 Дж / кг. Бұл құндылық ағылшын ғалымы Л.Г. құрметіне аталған. Радиациялық дозиметрияның дамуына үлкен үлес қосқан Грей. Кейде жұтылған дозаны жүйелік емес өлшеу бірлігі қолданылады - рад (ағылш. Rad - сәуле жұтылған доза - жұтылған сәуле дозасы), 1 рад = = 10-2 Ги.

Абсорбция иондық сәулеленудің дозасын білдірудің ең дұрыс әдісі болса керек. Алайда, іс жүзінде сіңірілген радиациялық энергияны өлшеуде белгілі бір проблемалар туындайды. Сондықтан, тарихи тұрғыдан, сәулелену дозасын есептеудің қарапайым әдісі бұрын пайда болған - оның белгілі бір ортада, атап айтқанда құрғақ ауада иондау қабілеті. Осылайша - экспозиция дозасы (ауадағы доза) X - тек фотон сәулесінің дозасы анықталды.

Экспозицияның дозасы - ауаның массалық массасында фотондар шығарған электрондар мен позитрондардың толық тежелуі кезінде пайда болатын бірдей Q белгісінің иондарының жалпы зарядының мәні:

$$X = Q / м, \quad (1.2)$$

Экспозицияның дозасы үшін SI өлшем бірлігі - кулон килограмға (C / кг). Тәжірибеде және ғылыми әдебиеттерде экспозициялық дозаның басқа жүйелік емес бірлігі - рентген (P), неміс ғалымы К.В. А-сәулелерін ашқан рентген. Осы бөлімшелер арасындағы қатынастар:

1P = 2.58 • 10 «4 C / кг; 1Cl / kg = 3.88-103 R.

Экспозиция дозасы дозиметриядағы белгілі бір мөлшер болып табылады және сыртқы рентген немесе гамма-сәулеленуді бағалау үшін қолданылады. Экспозиция дозасының энергетикалық эквиваленті: ауа 1P ~ 0,87 рад, су және биологиялық ұлпалар үшін 1P ~ 0,96 рад.

Айта кету керек, әсер ету дозасы радиациялық қауіпсіздіктің заманауи стандарттарынан алынып тасталған; дозаның бұл түрін қолдану ұсынылмайды, рентгенде аяқталған дозиметрлер өндірісі тоқтатылады.

Бұл дозиметрия үшін маңызы бар тірі объектілерге ауадағы дозаны экстраполяциялау қиындықтарымен байланысты.

Сәулеленудің биологиялық эффектісі, басқа да заттар бірдей, әр түрлі сәулелену түрлері үшін әр түрлі болады, ең алдымен ол тек сіңірілетін энергияның мөлшерімен ғана емес, сонымен бірге осы энергияның сәулеленетін объектіге таралу сипатымен де анықталады. Сәулеленудің әртүрлі түрлері кеңістіктегі біркелкі емес иондар түзеді. Әр түрлі сәулеленудің әсерінен пайда болған биологиялық әсерлерді салыстыру үшін салыстырмалы биологиялық тиімділік (RBE) | қолданылады, бұл радиацияның

осы түрінің радиобиологиялық әсері бірдей сіңірілген дозада модельдік сәулеленудің радиобиологиялық әсерінен қанша есе көп екенін көрсетеді.

Биологиялық эффектіні ескере отырып, иондаушы сәулеленудің дозасын анықтау үшін практикада салыстырмалы биологиялық тиімділік емес, WR өлшеу коэффициенті деп аталатын реттелетін RBE индикаторы (кесте 3.3) (өлшеу коэффициентінің ескірген атауы мен белгіленуі Kk сапа коэффициенті) және бұл жағдайда доза қолданылады. HTR эквивалентті дозасы деп аталады (қосымша белгі органның немесе ұлпаның (ұлпаның) түрін, ал K - сәулеленудің (сәулеленудің) түрін білдіреді).

Кесте 1.1 – Әр түрлі сәулеленудің өлшеу коэффициенттерінің шамалары

Радиациялар және олардың энергиясы	W vy R
Барлық энергияның γ-сәулеленуі (фотондар)	1
(3-сәулелену (электрондар, позитрондар)	1
а-сәуле, ыдырау фрагменттері, ауыр ядролар	20
Нейтрондар, МэВ	
<0,01	5
0,01-0,1	10
0,1-2	20
2-20	10
>20	5
Протондар, > 2МэВ	5

NT k сәулеленудің эквивалентті дозасы - ағзадағы немесе ұлпадағы сіңірілетін доза (/) 7 /?), Белгілі бір сәулелену түріне сәйкес өлшеу коэффициентіне көбейтіледі:

$$I = P\ IV \qquad (1.3)$$

SI жүйесіндегі балама доза дозиметрия саласындағы іргелі еңбектерімен танымал швед ғалымы Р.Сайверттің атымен (Sv) көрсетілген. Жүйелік емес өлшем бірлігі rem (радтың биологиялық баламасы), 1 rem = 0.01 Sv. Бір өткізгіш эквиваленттік дозаға тең, онда стандартты құрамдағы биологиялық ұлпадағы сіңірілген доза мен орташа салмақ коэффициенті 1 Дж / кг құрайды.

Радиацияның ағзаларға және тіндерге, сондай-ақ тұтастай алғанда организмге әсер етуінің биологиялық әсерін бағалау үшін радиацияның әр түрлі түрлерінің әсерін және жекелеген мүшелер мен тіндердің радиосезімталдығын бағалау үшін тиімді эквиваленттік доза (ЕТК) енгізіледі.

Тұтастай алғанда организм үшін тиімді эквивалентті дозаны белгілі бір мүшеге немесе ұлпаларға тиісті мөлшерлеу коэффициентіне көбейтілген жеке мүшелер мен тіндердегі эквиваленттік дозаның қосындысының қосындысы ретінде анықтауға болады.

Иондаушы сәулеленудің дозаларын тиісті қондырғылармен көрсетудің жоғарыда келтірілген әдістері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 1.2 – Дозалар мен өлшем бірліктерінің жіктелуі

Доза	Өлшем бірлігі (белгілеу орыс, халықаралық)	
	СИ жүйесі	Жүйеден тыс бірліктер
Сіңген Р	сұр (Гу, Gy) = 1 Дж / кг	рад (рад) = 0,01 Гр
Экспозициялық Х	Бір килограмға арналған (Кл/ кг, С / кг)	рентген (Р, R) =2,58 * KG4 С / кг
Эквивалентті $H_{тк}$	зиверт (Зв, Sv)	бэр (rem) = 0,01 Зв
Тиімді эквивалентті $E_{т\,я}$	зиверт(Зв, Sv)	бэр (rem) = 0,01 Зв

1.2. Радиоактивтілік

Радиоактивтілік дегеніміз - атом ядроларының стихиялық өзгеруінің физикалық процесі. Бастапқы ядро аналық немесе ата-ана ядросы (аналық ядро немесе ата-ана ядросы) деп аталады. Тиісті радионуклидті аналық (ата-ана) деп те атайды. Радиоактивті трансформация нәтижесінде пайда болған ядро «еншілес ядро» немесе ұрықтың ядросы (қыз ядросы, немесе ұрпағының ядросы, ағылшын) деп аталады. Алынған радионуклид ұқсас атауға ие. Ана мен қыз ядросы, сондай-ақ олардан тұратын радионуклидтер генетикалық байланысты деп аталады. Егер еншілес ядро радиоактивті болып шықса, онда радиоактивті қайта құрылу тізбегі немесе радиоактивті қатарлар (отбасылар) туралы айтады. Радиоактивті қатардағы барлық элементтер генетикалық байланысты деп те аталады.Негізгі радиоактивті құбылыстарға а-ыдырау, ß ± өзгеру (ыдырау) және у-сәулелену жатады. Альфа ыдырауында (а белгісімен) атом ядросы а-бөлшек деп аталатын 4He ядросын шығарады.

Ss-түрлену құбылыстарына келесі стихиялық процестер жатады:

1) .ß - қайта құру (ß - ыдырау) - «электронды және антинейтрино электроны» бөлшектер жұбының өздігінен шығуы;

2) .ß + -конверсия (ß + -оқшаулау) - «позитрон және электрон нейтрино» бөлшектер жұбының өздігінен шығуы;

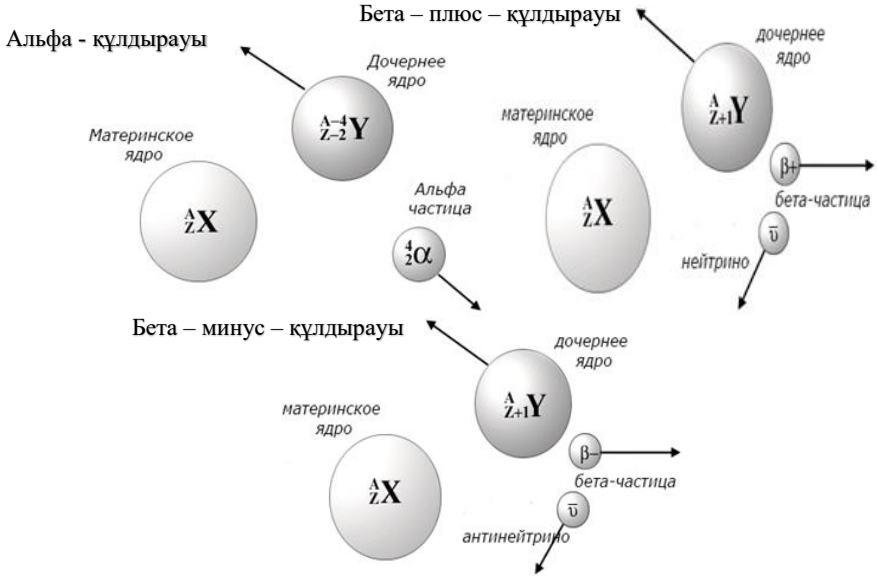
3) Электронды басып алу, электронды басып алу (е) - электронды электронды қабыққа өздігінен түсіру құбылысы (көбінесе K-электрон; сондықтан электронды нейтрино шығарумен бірге оны K-басып алу деп те атайды);

4) .у радиациясы (у) - бұл фотонның сәулеленуі иондаушы болып саналатын энергия мәні бар ядроның фотонды (немесе бірнеше фотонды) өздігінен шығару процесі.

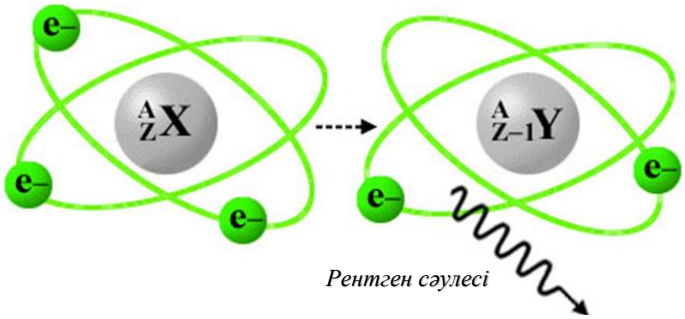
Ұзақ өмір сүрген күйлерден (орташа өмір сүру ұзақтығы 100 нс және одан да көп) ядролардың ауысуы изомерлі ауысулар деп аталады, ал ядроның қоздырылған күйлерінде ұзақ өмір сүруді изомерлер деп атайды. Изомер

ядроларының қозуын электромагниттік әсерлесу нәтижесінде ғана емес, сонымен қатар тиісті жағдайларда альфа және бета бөлшектерін немесе басқа да бөлшектерді шығару арқылы да шығаруға болады.

Осы процестерден басқа, радиоактивтілік құбылыстары



1.2 – сурет. Бөлшектердің ыдырауы түрлері



1.3 сурет- Электрондық түсірілім

:

1) Стихиялы бөліну (бөлу, бөлу, ағылшын сөзінен f символымен көрінеді) - ауыр ядролардың салыстырмалы массаның екі бөлігіне өздігінен бөлінуі (сирек үш немесе одан да көп);

2) Кластерлердің белсенділігі - ауырлығы жоғары 4 кластерден тұратын кластерлі ядролардың ядроларымен өздігінен шығарылу (бүгінгі таңда 32C-ке дейінгі кластерлер белгілі);

3) Нейтрондардың белсенділігі (n) - нейтрондардың ядролармен өздігінен шығуы (нейтрондармен шамадан тыс жеңіл ядролардың арасында пайда болады, мысалы, 5He немесе 10Li);

4) Протонның белсенділігі (p) - протондардың ядролармен өздігінен шығуы (мысалы, 112C, 135Tb; ең ауыры - 185Bi);

5) Ядролардың бета-кідіртілген ыдырауы - нейтрондардың (ßn, ß2n), протондардың (ßp, ep, e2p), альфа бөлшектерінің (,a, ea) немесе бета-кідіріспен пайда болатын суперхаузды ядролардың спонтанды бөлінуі (ßf, ef). . Олар қозғыш күйлерде қызықты ядролардың пайда болуынан пайда болады. Кәдімгі мысал деп аталатын эмиссия ауыр ядролардың ыдырау фрагменттері арқылы кешіктірілген нейтрондар.

Бета түрлендірулерінің арасында кейде келесі процестерді бөлек ажыратады:

1) «жалаңаш» ядролардың бета-түрленуі - спонтанды ß - жартылай ыдырау кезеңі бейтарап атомның жартылай шығарылу кезеңінен өзгеше болатын (ионданған) атомның өзгеруі. Мысалы, бейтарап атом түріндегі 187Re жартылай ыдырау кезеңі 5 × 1010 жыл, ал толық иондалған күйде ол 9 реттен аз. Көп зарядталған радиоактивті иондарда бета өзгерісі де жүреді - электрон-антинейтрин жұпының ядросы арқылы стихиялы эмиссия, одан кейін электронды атомның электрон қабығымен ұстап алу (ßb арқылы белгіленеді);

2) Екі бета түрлендірулері - екі электронды-антинейтриндік жұптың (2ß-) немесе екі позитрон-нейтрино жұпының (2ß +) немесе қос электронды түсірудің (2e) немесе позитрон эмиссиясымен электронды түсірудің (eß +)) Бұл процестер өте сирек кездеседі және қазіргі уақытта белгілі ең үлкен жартылай шығарылу кезеңімен сипатталады (100Ru кезінде 7 × 1018 жылдан бастап (3,5 ± 2,0) 24 1024 жылға дейін 128Te дейін).

Таралу фрагменттерін, протондар мен нейтрондарды атом ядроларының компоненттері деп санауға болады. Тиісті радиоактивтілік құбылыстарында пайда болатын альфа бөлшектері мен кластерлерді кейбір резервтері бар ядролардың құрамдас бөліктері ретінде қарастыруға болады (оларды виртуалды бөлшектер деп қарастырған жөн). Электрондар мен антинейтриндер, сондай-ақ позитрондар мен нейтриналар ядро құрамына кірмейді және олар нуклондар құрылымына кірмейді. Ядролардың гамма-сәулеленуі ядролардағы электромагниттік ауысулар нәтижесінде пайда болады, сондықтан оларды ядролық ыдырауға жатқызуға болмайды. Сонымен, ғылыми және күнделікті өмірде қалыптасқан «ыдырау» терминін радиоактивтілік құбылысына қатысты тура түсіндіру мүмкін емес, бірақ «трансформация» сөзінің синонимі ретінде қарастыру керек. Бұл мағынада бета ыдырау, гамма ыдырауы деген терминдерді қолдануға болады.

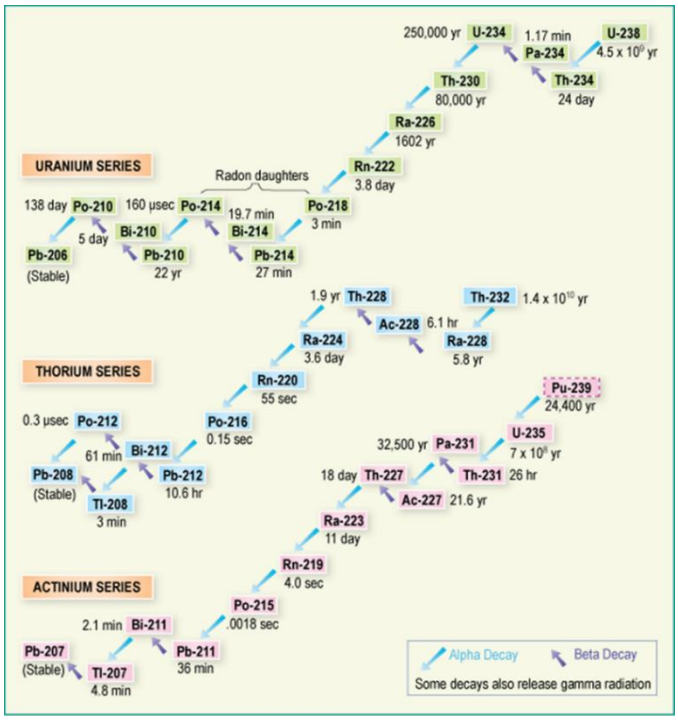
Ядролардағы электромагниттік кванттық ауысулар ішкі конверсия құбылыстарымен қатар жүруі мүмкін (гамма квантының орнына атом электрон қабығынан электрон шығарады) немесе жұп конверсиясы (гамма квантының орнына электрон-позитрон жұбы пайда болады). Бірақ бұл құбылыстар радиоактивтіліктің жеке түрлері ретінде қарастырылмайды.

Сонымен, радиоактивтілік тұтастай алғанда атом ядросының өзгеруіне байланысты атомдық құбылыс ретінде қарастырылуы керек.

Ряд	Наиболее долгоживущий нуклид	Период полураспада	Ряд	Наиболее долгоживущий нуклид	Период полураспада
A = 4n	$^{232}_{90}Th$	$1,41 \cdot 10^{10}$ л	A = 4n+2	$^{238}_{92}U$	$4,5 \cdot 10^{9}$ л
A = 4n+1	$^{237}_{93}Np$	$2,14 \cdot 10^{6}$ л	A = 4n+3	$^{235}_{92}U$	$7 \cdot 10^{8}$ л

1.4 – сурет. Радиоактивті отбасылар

Кейбір радионуклидтер екі (мысалы, а2 және 212Bi ядролары; 40 және 40K және 64Cu; р және а 185Bi жылы) немесе тіпті радиоактивтіліктің үш түрін (мысалы, 110Xe-де а, е және ер; мысалы, X-, ß) көрсете алады. - әр түрлі ықтималдылықтармен көрінетін 98Rb; е, ер және е2р у 35Ca) -n және ß-2n; Бұл жағдайда бұл радионуклидтердің әртүрлі режимдерде радиоактивті қайта құрылуға қабілетті екендігі айтылады. Суретте олардың отбасының ең көп таралған үш түрі келтірілген.



1.5 сурет. Радиоактивті материалдардың қарапайым отбасылары

1.3 Иондаушы импульс детекторларының негізгі сипаттамалары

Детекторлар - бұл бөлшектерді тіркеуге қолданылатын құрылғылар. Олар есептегіштер мен трек детекторлары болып бөлінеді. Санауыштар немесе электронды детекторлар анықталған бөлшек оған кіргенде электрлік импульс тудырады. Трек детекторлары бөлшектің соққыны фактісі мен сәтін тіркеуге ғана емес, сонымен қатар оның траекториясын қалпына келтіретін бөлшектің ізін (жолын) тіркеуге мүмкіндік береді. Ядролық сәулеленуді анықтайтын ең көп қолданылатын құралдар - иондану эффектісін немесе

жарқыл орталықтарын қалыптастыратын құрылғылар. Әдістер сонымен қатар Черенков жарқылын тіркеуге, заттардың химиялық және құрылымдық өзгеруіне, фазалық ауысуларға және т.б. негізделген.

Радиациялық детекторлардың негізгі сипаттамаларын қарастыру үшін оларда қандай процестер жүретінін білудің қажеті жоқ. Ол үшін детекторды бөлшектер кіретін құрылғы ретінде қарастыру жеткілікті, ал шығу кезінде сигналдар (ток импульстары, жарық жыпылықтайды, бу көбіктері және т.б.) пайда болады. Сонымен қатар, сигналдарды жазу және өлшеу әдістері де әр түрлі болуы мүмкін.

Детектордың маңызды сипаттамасы оның тиімділігі болып табылады, ол тіркелген бөлшектер санының детекторға түскен бөлшектер санына қатынасы ретінде анықталады. Зарядталған бөлшектер үшін көптеген детекторлардың анықтау тиімділігі бірлікке жақын. Екінші зарядталған бөлшектермен анықталған гамма-сәулелер мен нейтрондар үшін тиімділік осындай бөлшектердің пайда болу ықтималдылығымен анықталады. Белгілі бір типтегі бөлшектерді анықтау үшін детекторды таңдағанда әр түрлі сипаттағы бөлшектерден сигналдардың пайда болу мүмкіндігін әрдайым ескеру қажет (мысалы, бөлшектерді тіркеген кезде, р бөлшектерінен және у кванттарынан сигналдардың пайда болуы). Осы факторларды дұрыс есепке алу үшін сигналдың пайда болуының физикалық негізін білу қажет. Детекторлардың дизайн ерекшеліктерін ескеру қажет. Сонымен, а- немесе жұмсақ р-сәулеленуді тіркеген кезде олардың ауа мен детектор қабығымен жұтылуын ескеру қажет.

Детектордың тағы бір маңызды сипаттамасы - бұл шешілетін уақыт - детектордағы екі бөлшектің сигналдары бір-біріне үстемдік етілмеген кезде кезекті соққылар арасындағы ең аз уақыт аралығы. Егер рұқсат ету уақыты бөлшектер арасындағы орташа уақытпен салыстырылатын болса, айтарлықтай бөлігі есептелмейді. Детектордың инерциясының өлшемі өлі уақыт - бір бөлшекті тіркейтін детектордың келесі бірін тіркеуге дайын болу үшін бастапқы күйіне оралу уақыты. Белгіленген уақыт аралығында детектор арқылы өтетін бөлшектер тіркелмейді.

Детектордың кеңістіктік шешімі - детектор кеңістіктегі бөлшектердің орнын түзете алатын қате. Ең көп кездесетін детекторлардың салыстырмалы сипаттамалары келесі кестеде көрсетілген.

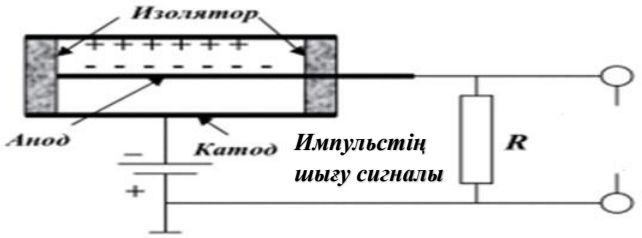
Электрондық детектор, оның жұмыс істеуін қамтамасыз ететін құрылғылармен бірге (сигнал күшейту, импульсті есептеу және т.б.) санау қондырғысын құрайды. Ns санау қондырғысының тиімділігі әрдайым детектордың тиімділігіне тең, бірақ дұрыс жұмыс жасағанда қондырғы арқылы жазылған импульстер саны детекторда пайда болған импульстар санына пропорционалды болуы керек. Орнату арқылы жазылған бөлшектердің импульстарынан басқа, детекторда немесе электронды жабдықта пайда болатын сыртқы импульстар пайда болады (орнату фонында). Әлбетте, детекторды, жабдықты және өлшеу жағдайларын таңдау арқылы фондық импульстар санын азайту керек.

Кесте 3.1 – Жалпы детекторлар

Детектор	Кеңістіктік ажыратымдылығы	Ажыратымдылық уақыты, сағ	Жойылған уақыт, сағ
Ионизация камерасы		10~^{6}	^{A}
Пропорционалды есептегіш	~1	10“^{7}	10$^{?}$
Гейгер Мюллер есептегіші		> 10^	10^
Сцинтилляциялық санауыш	~1	10 *	10 ^{x}
Жартылай өткізгіш детекторы	< 1	10 *	10^{x}
10хЧерепковский есептегіші	>1	10^{v}	10^{v}
Ядролық эмульсия	10^	.	.
Уилсонның камерасы		10~'	30
Көпіршік камерасы	ю-	10*	1
Оталдыру камерасы	210-	10 ^{6}	10*

Электрондық детекторлардың көмегімен шешілетін қарапайым мәселелер радиациялық ағынның белсенділігі немесе тығыздығын анықтау болып табылады. Мұндай тапсырмалар радиометриялық деп аталады. Спектрометриялық есептер шығарылған бөлшектердің энергия таралуын зерттеген кезде күрделірек болады.

Жол детекторлары зарядталған бөлшектің өту актісін жазып қана қоймайды, сонымен қатар оның кейбір сипаттамаларын ионизация тығыздығы, жүгіріс, 5 электрон саны бойынша анықтауға мүмкіндік береді. Жол детекторларының мүмкіндіктері магнит өрісіне орналастырылған жағдайда артады. Бұл жағдайларда жолдың қисықтық радиусын өлшеу зарядталған бөлшектің заряды, импульсі және массасы туралы қосымша ақпарат береді.



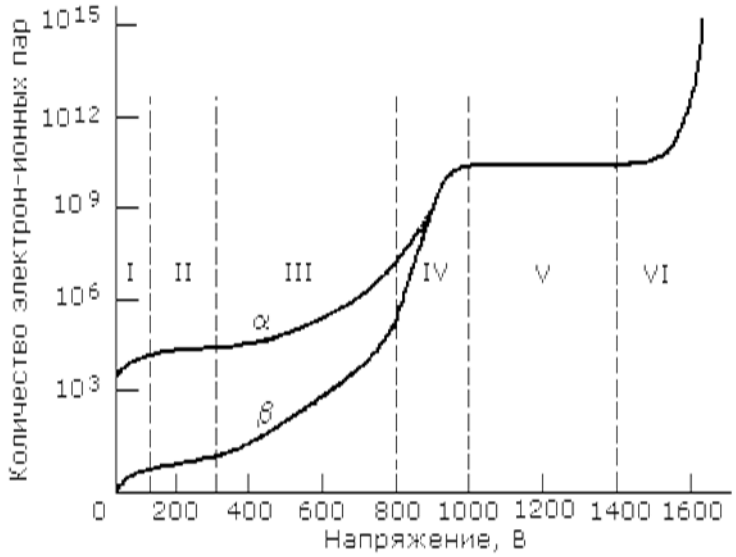
1.6 – сурет. Газды иондау детекторының сұлбасы

1.4 Газ толтырылған детекторлар

Газбен толтырылған детекторлар (есептегіштер) олардың шығарындылардың әр түрлі түрлеріне жақсы сезімталдығы, салыстырмалы қарапайымдылығы және арзан құны арқасында кең таралған радиациялық

анықтау құрылғылары болып табылады. Мұндай детектор - бұл газ толтырылған қабық, оның көлеміне екі немесе үш электрод енгізіледі.

Газбен толтырылған детекторлар бөлшектерді анықтау үшін газ ионизациясын қолданады. Қолданылған кернеудің әсерінен алынған электрондар (иондар) электродтарға жиналады.



1.7 – сурет. Альфа және бета бөлшектері үшін қолданылатын кернеуден тіркелген электрон-ион жұптарының саны

1.7-суретте тіркелген электрон-ион жұптарының санының альфа мен бета бөлшектері үшін қолданылатын кернеуге тәуелділігі көрсетілген. Альфа-бөлшектерге арналған қисық бета бөлшектерге арналған қисық сызықтың үстінде орналасқан, өйткені альфа бөлшектері бета бөлшектерге қарағанда үлкенірек бастапқы ионизацияны жасайды. Альфа бөлшектер бетон бөлшектерінен гөрі үлкенірек болғандықтан, электрон-ион жұптарын құрайды. Әр қисықты сипаттамалық аймақтарға бөлуге болады. I аймақта бәсекелес екі процесс жүреді: электродтардағы зарядтардың жиналуы және газ көлеміндегі иондардың рекомбинациясы. Өріс ұлғайған сайын ионның жылдамдығы артады, бұл рекомбинация ықтималдығын азайтады, жиналған зарядтардың саны және сәйкесінше сигналдардың амплитудасы артады. Бұл аймақ рекомбинация аймағы деп аталады және оны анықтау үшін пайдаланылмайды.

Әрі қарай кернеудің жоғарылауымен сигнал амплитудасы қанықтылыққа жетеді және қолданылатын кернеудің жоғарылауымен іс жүзінде өсуді тоқтатады. II бөлімде детекторда пайда болған зарядтардың барлығы дерлік электродтарда жиналады. Қисықтың бұл бөлігі қанықтыру аймағы деп аталады. Дәл осы аймақта ионизация камералары жұмыс істейді.

Кернеу одан әрі жоғарылаған сайын, детектор пропорционалды аймақта жұмыс істей бастайды (III). Бастапқы ионизация нәтижесінде пайда болған электрондар жеткілікті энергия алады, ал бұл өз кезегінде атомдардың немесе газдың молекулаларының иондалуын тудырады. Газды күшейту деп аталады.

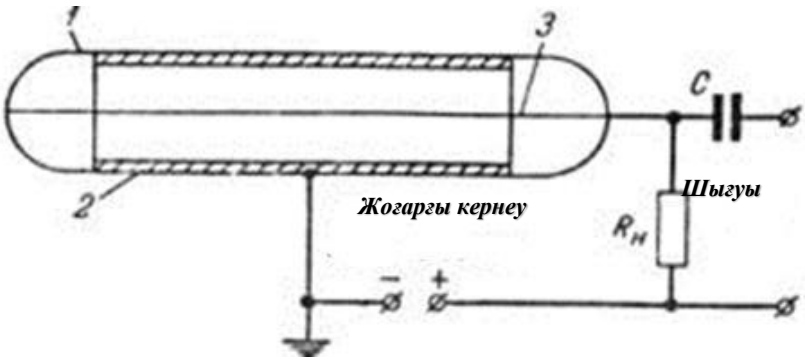
Газды күшейту коэффициенті 103-тен 104-ке дейін өзгереді. Бұл аймақ пропорционалды деп аталады, өйткені газдың пайда болуы қолданылатын кернеуге пропорционал. Бұл пропорционалды есептегіштердің (камералардың) жұмыс аймағы.

Кернеудің одан әрі артуымен газдың күшейту коэффициенті кернеуге сызықтық тәуелді болмайды. Бұл шектеулі пропорционалдың ауданы (IV).

Соңында, V бөлімде газдың күшейгені сонша, жиналған заряд бастапқы иондануға тәуелсіз болады. Бұл Гейгер-Мюллер деп аталатын аймақ. Алайда, тастау, алдыңғы аймақтардағыдай, мәжбүрлі күйде қалады, яғни иондаушы бөлшек өткеннен кейін басталады. Бұл Гейгер-Мюллер есептегіштерінің жұмыс аймағы.

Кернеудің одан әрі артуы үздіксіз разрядқа әкеледі (VI аймақ), сондықтан бұл аймақ бөлшектерді тіркеу үшін пайдаланылмайды.

Газбен толтырылған детекторлар әртүрлі радиация түрлеріне жақсы сезімталдыққа, қарапайымдылығына және арзан бағасына байланысты ең көп кездесетін тіркеу құрылғылары болып табылады. Мұндай детектор әдетте шыныдан жасалған жұқа қабырғалы цилиндрлік камера, ішіне жұқа металл қабаты салынған, ал кейбір жағдайларда тікелей металдан жасалған. Камера осі бойымен металл жіп тартылады. Көптеген жағдайларда камера басқа газдардың (мысалы, CH4) аз қоспалары бар инертті газбен (аргон, ксенон және т.б.) толтырылады. Жіп анод, камераның қабырғалары катод ретінде қызмет етеді.

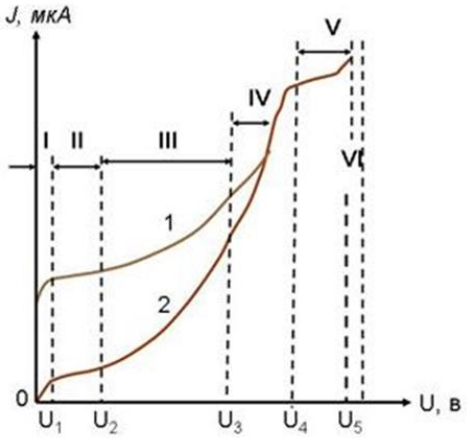


1.8 – сурет. Газ разрядының детекторын қосу схемасы

Суретте. 1.8 сенсорды электр тізбегіне қосу схемасы көрсетілген. Талшық - анод - жоғары кернеу көзіне U жүктеме кедергісі арқылы қосылады. Газда бөлшек құрған оң иондар мен электрондардың ізі электр өрісі арқылы жойылады. Электрондар филаментке асығады, иондар катодқа жетіп, тізбектегі ток импульсін және R кедергісінде ΔV кернеу импульсін жасайды. Бұл кернеу импульсі өлшеу құралының кірісіне C конденсаторы арқылы беріледі. Сыйымдылық - әдетте сенсордың өзі сыйымдылығы және тізбектің кіріс сыйымдылығы; бұл шамамен 10 пф.

1.5 Газ толтырылған детекторлардың негізгі конструкциясы

Газдың шығуы - иондану тогының газдар арқылы ағу құбылысы. Газ разрядының ток - кернеу сипаттамасы иондаушы токтың немесе импульс амплитудасының electV газдағы иондаушы сәулеленудің тұрақты қарқындылығындағы U электродтардағы кернеуге тәуелділігін көрсетеді (9-сурет).



1.9 – сурет. Газ толтырылған детекторлардың ток-кернеу сипаттамалары

U4-тен U5-ке дейінгі кернеу диапазоны Гейгер-Мюллер аймағы деп аталады. 9 суреттегі 1 және 2 қисық сызықтар есептегіш көлеміндегі газдың бастапқы иондануының әртүрлі мәндерін құрайтын бөлшектерге сәйкес келеді. Бірінші бөлімде 0-ден U1-ге дейін ток кернеуге пропорционалды. Бұл сайт Ом заңы аймағы деп аталады. Бұл аймақта барлық түзілген иондар электродтарға жете бермейді. Кейбір оң иондар мен электрондардың бір-бірімен соқтығысуы рекомбин. Кернеудің жоғарылауымен иондардың бағытты қозғалыс жылдамдығы артады. Сондықтан иондардың рекомбинациясы ықтималдығы азаяды және электродтарға көбірек иондар түседі. Екінші кернеу бөлімінде U1 және U2 бастап иондану тогы тұрақты болып табылады, өйткені барлық бастапқы ионизация иондары электродтарда жиналады, және газда басқа зарядтау көздері жоқ. Бұл аймақ қанықтыру аймағы деп аталады, ал тоқ қанықтыру тогы In деп аталады. Бұл кернеу диапазонында ионизация камералары жұмыс істейді. U1> U2 кернеу диапазонында иондану тогы екінші ретті иондануға байланысты U жоғарылаған сайын артады. Жіптің жақын орналасқан жерінде өріс осылайша көбейеді, бұл аймаққа кіретін электрон газ атомдарын иондау үшін жеткілікті болатын екі соқтығысу жолында кинетикалық энергия алады. Кейінгі соқтығысу кезіндегі екінші электрондармен бірге екінші ионизация электрондары басқа атомдарды иондайды. Көшкінге ұқсас зарядтардың көбейуі бар.

Электрондармен соқтығысқан кезде нейтралды газ молекулалары фотон шығарады. Позитивті газ иондарын бейтараптандыру кезінде катодта

фотондар да түзіледі. Екі жағдайда да пайда болған фотондардың кейбіреулері фотоэлектрондарды катодтан шығаруға жеткілікті қуат алады, олар жіпке қарай жылжи бастайды. Екінші, содан кейін үшінші және т.б. көшкін бар (алғашқы разрядтан кейін). Зарядтардың арасындағы уақыттың кідірісі негізінен иондардың катодтан катодқа өту уақытына байланысты (~ 10-4 сек). Фотоэлектронды бір катоннан бір иондық жұп үшін бастапқы көшкіндегі соғу ықтималдығы, m1 бастапқы көшкіндегі ион жұптарының саны, N0 алғашқы көшкіндердің саны (газдағы бөлшек нәтижесінде пайда болған алғашқы ион жұптарының саны) болсын. Сонда N0γm1 фотоэлектрондары газдан катодтан шығады. Әрбір фотоэлектрон жаңа көшкінді тудырады, мұнда негізгі көшкіндегі алғашқы электроннан м1 иондық жұп түзіледі. Барлық екінші көшкіндегі иондық жұптардың саны m1 (N0γm1) = N0γm1 2, ал nthth N0 N n-1 m1 n болады. Барлық көшкіндердегі иондық жұптардың жалпы саны N = ∑ N0γ n-1 m1 n болады (n, n саны 1-ден from-ге дейін өзгереді). Бұл серия 1m1 деноминаторымен геометриялық прогрессия. Егер γm1> 1 болса, онда сериялардың қосындысы шексіз, демек газда сөндірілмеген газ разряды пайда болады. Ықтималдылығы γ аз (small ≈ 10-4), сондықтан өте жоғары жұмыс кернеулері кезінде (U2-ден U3-ге дейін) γm1 <1 шамасы болады. Бұл жағдайда әрбір келесі көшкінде алдыңғыға қарағанда иондық жұптар аз болады және газ разряды уақыт өте келе түсіп кетеді.

Егер көшкін кезінде пайда болатын ион бұлтының тығыздығы сенсордағы электр өрісін айтарлықтай өзгертпесе, онда γ және m1 шамалары, демек А өсуі бастапқы иондануға тәуелді болмайды. Осы шарт қанағаттандырылған U2-ден U3-ке дейінгі кернеудің шамасы пропорционалды өсу аймағы деп аталады. Бұл бағытта пропорционалды есептегіштер жұмыс істейді. Олардың басты артықшылығы - бөлшектердің энергиясын өлшеу мүмкіндігі, өйткені импульс бастапқы иондалуға пропорционалды, демек, бөлшектер энергиясы. У кернеуінің жоғарылауымен пропорционалды аймақта А өсуі сызықты емес 1-ден 102-104-ке өзгереді. U> U3 кернеу аймағында иондар бұлтының тығыздығы маңызды болады. Алғашқы көшкіндердің электрондары анодпен 10-6 секунд уақыт аралығында жиналады, осы уақыт ішінде оң иондар аздап ығыстырылып, филаметаның айналасында бұлт түзеді, бұл филаметаның жанындағы өрістің беріктігін азайтады, демек А азаяды. Енді А бастапқы ионизацияның шамасына байланысты болады. сонымен қатар, соңғысы неғұрлым үлкен болса, газды күшейту коэффициенті соғұрлым төмен болады. U3-тен U4-ке дейінгі аймақ шектеулі пропорционалды аймақ деп аталады. U> U4 аймағында 1m1> 1 саны және разряд сусыз болады. Шығаруды сөндірудің арнайы шаралары оны импульс жасауға мүмкіндік береді. Бұл стресстік аймақ (U4-тен U5-ке дейін) Гейгер-Мюллер аймағы деп аталады. Осы аймақтың үстінде газдың өздігінен ыдырауы орын алады, ал разряд бақыланбайтын болады.

1.6 Гейгер есептегіші

Гейгер есептегіші (сонымен қатар Гейгер-Мюллер есептегіші деп аталады) - бұл газбен толтырылған бөлшектердің детекторларының бірі, оның әрекеті бөлшектер оның көлеміне енген кезде газдағы тәуелсіз электр разрядының пайда болуына негізделген. Х. Гейгер мен Э. Рутерфорд ойлап тапты, кейін оны Гейгер мен В. Мюллер жетілдірді.

Эрнст Рутерфордтың зертханасында жұмыс істеген неміс физигі Ханс Гейгер 1908 жылы «зарядталған бөлшектер» есептегішінің жұмыс істеу принципін төмен температурада газбен толтырылған электрлік конденсатор болған белгілі ионизация камерасын одан әрі дамыту ретінде ұсынды. Оны Пьер Кюри 1895 жылдан бастап газдардың электрлік қасиеттерін зерттеу үшін қолданған. Гейгер оны иондаушы сәулеленуді анықтау үшін қолдану идеясын дәл қабылдады, өйткені бұл сәулелену газдың иондану дәрежесіне тікелей әсер етті.

1928 жылы Уолтер Мюллер Гейгердің жетекшілігімен әртүрлі иондаушы бөлшектерді табуға арналған радиациялық санауыштардың бірнеше түрін жасады. Санау құралдарын құру өте қажет қажеттілік болды, онсыз радиоактивті материалдарды зерттеуді жалғастыру мүмкін болмады, өйткені физика эксперименттік ғылым ретінде өлшеу құралдарынсыз мүмкін емес. Гейгер мен Мюллер сәулелердің ашық түрлерінің әрқайсысына сезімтал есептегіштер жасауда әдейі жұмыс жасады: α, β және γ (нейтрондар 1932 жылы ғана ашылды).

Гейгер-Мюллер есептегіші қарапайым, сенімді, арзан және практикалық радиациялық сенсорға айналды. Ол бөлшектердің немесе сәулеленудің белгілі бір түрлерін зерттеудің ең дәл құралы болмаса да, иондаушы сәулеленудің қарқындылығын жалпы өлшеу құралы ретінде өте қолайлы. Физиктер басқа детекторлармен бірге эксперименттерде дәл өлшеу үшін қолданады.

Гейгер есептегіш зарядталған 11 бөлшектерді тіркеуге арналған. Ол сондай-ақ нейтрондарды, рентген және гамма-сәулелерді олар тудырған қайталама зарядталған бөлшектерден (мысалы, нейтрон детекторлары) анықтау үшін де қолайлы. Гейгер-Мюллер аймағында Гейгер санауышы жұмыс істейді. Гейгер-Мюллер аймағында газдың шығуы үздіксіз, бірақ мәжбүр болып қалады, яғни. газдың өздігінен ыдырауы болмайды. Бұл аймақта көшкін кезінде соққыны қоздырған кезде пайда болатын қатты ультракүлгін фотондармен газ атомдарының иондалуы (becomes ~ 1000 Å) маңызды болады. Бұл процесс бүкіл ұзындығы бойынша жіптің жанында электронды-ионды көшкіндердің тез қалыптасуына әкеледі. Сонымен қатар, осылайша пайда болған көшкіндер саны соншалықты көп, бұл разрядтың дамуы бастапқы иондану дәрежесіне тәуелсіз. Газда бір немесе бірнеше мың иондық жұп пайда болған кезде есептегіштің жанындағы газ разряды барлық көлемді бірдей жабады. Газ күшейту коэффициенті 1010-ға жетеді, ал импульстік амплитудасы ΔV ~ 1-10 V. Гейгер есептегіштерінде газдағы зарядталған бөлшектердің пайда болуы бір кернеудің импульсіне сәйкес

келеді. Осы мақсатта осы есептегіштерде ұзақ уақытқа созылған газ разряды бірінші негізгі разрядтан кейін бірден кесіледі.

Өздігінен жанбайтын және өзін-өзі сөндіретін Гейгер есептегіштері бар. Олар ұзақ газ шығаруды тоқтату әдісімен ерекшеленеді. Нәтижесінде олар газ қоспасының құрамы мен жылдамдығымен ерекшеленеді. Салыстырмалы түрде баяу өздігінен сөнбейтін Гейгер есептегіштері разрядты сенімді сөндіруді және қосымша электронды құрылғыларды қолдану арқылы детекторды келесі бөлшектерді тіркеуге дайындауды қажет етеді. Бұған арнайы электр тізбегі немесе метрдің электр тізбегіне жоғары қарсылықты R енгізу арқылы қол жеткізіледі (сурет 1, R ~ 109 Ом). Сапалы түрде бұл дизайн келесілерді тудырады. Теріс заряд филада жинақталады, катод пен анод арасындағы ықтимал айырмашылық азаяды және разряд ажыратылады, содан кейін Гейгер есептегішінің сезімталдығы R кедергісі арқылы есептегіштің сыйымдылығы Csc разрядталу уақытынан кейін қалпына келтіріледі. Толығырақ, газдың шығуы уақытты тұрақты choosing = RC таңдау арқылы басылады. осылайша ол анодтан катодқа оң иондардың қозғалысына қарағанда ұзындықтағы екі ретті болады. Газ разряды басталғаннан кейін R кедергісіндегі кернеу соншалықты төмендейді, анодтағы U кернеуі Un шекті мәнінен төмен болады (газ шығыны филамераның бойымен бүкіл аймақты қамтиды). Бірінші көшкіннің оң иондары катодқа жақындады, содан кейін газда фотоэлектрондар пайда болады. U <Un болғандықтан, ыдырайтын газ разрядтары газға түседі. Есептегіште газ разряд ыдырайды және есептегіш зарядталған бөлшектерді қайтадан тіркей алады. Сондықтан олар ұсақ бөлшектердің ағынын жазады. Жылдам өзін-өзі сөндіргіштерде разряд метрдің өзінде сөнеді. Осы мақсатта таза газға (аргон, неон, гелий және т.б.) органикалық полиатомдық молекулалардан (метан, этилен, метилен, алкоголь буларынан) тұратын газдың сөндіргіш қоспасы (10% дейін) қосылады. Полиатомды қоспа газдарының молекулаларында негізгі газдармен салыстырғанда иондану потенциалы төмен. Позитивті иондар қоспаның молекулаларымен соқтығысып, электрондарды соңғысынан алып, бейтараптайды. Алынған сөндіргіш иондары енді катодтан электрондарды ұра алмайды. Бұл фотоэлектрлік әсер ету механизмін блоктайды - катодтың бетінен электрондардың пайда болуы, бұл разрядтың өздігінен сөнуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, қоспалық молекулалар ультракүлгін сәулеленуді қатты сіңіреді, бірақ фотоэлектрондар шығармайды, бірақ бейтарап радикалдарға (органикалық молекулалар) ыдырайды. Бір газ разряды кезінде шамамен 1010 қоспалық молекула есептегіште ыдырайды. Органикалық молекулалардың бұзылуы қайтымсыз және санауыштың шектеулі қызмет етуіне әкеледі.

Полиатомды молекулалардың диссоциациялануына байланысты мұндай өзін-өзі сөндіретін Гейгер есептегіштері тек 108-109 операцияға төтеп береді. Егер полиатомиялық қоспаның орнына галоген молекулалары Сл2, Br2, I2 (0,1%), сондай-ақ негізгі газ ретінде аргон қоспасы бар неон немесе гелийден тұратын заттар қолданылса, Гейгер есептегіштерінің қызмет ету мерзімі

шексіз болады. Бұл диссоциациядан кейін галоген атомдарының молекулаларға қайта қосылуымен түсіндіріледі. Гейгерлік өзін-өзі сөндіретін Гейгер есептегіштерінің екінші артықшылығы - төмен жұмыс кернеуі, ол 200-400 В аралығында болады, бірақ олардың жылдамдығы едәуір төмен және иондалған галоген молекулаларының катодқа түсу уақытымен анықталады.

1.7 Гейгердің өздігінен сөнбейтін және өздігінен сөнетін есептегіштері

Гейгер-Мюллердің есептегіштерін шешу уақыты бос тұрып қалу және қалпына келтіру уақытымен сипатталады. A = 0 кезінде есептегіш T1 нүктесінде Гейгер (Un) шегіне жеткенше бөліктерді анықтау қабілетін жоғалтады. Бұл санауыш немесе өлі уақыт толық сезімталдық уақыты. Өлі уақыт газдағы иондардың қозғалыс жылдамдығымен және есептеуіштің конструкциясымен анықталады. T1 сәтінен бастап санауыш келіп түсетін бөлшектерді тіркейді.

Алайда, импульстің амплитудасы бастапқыда өлшеуіш импульстерді тіркей бастайтын белгілі бір ең төменгі мәннен төмен болады. Импульстің амплитудасы t2 уақыт кезінде аспаптың сезімталдығының осы шегіне жетеді. T1 және t2 арасындағы уақыт кезеңі қалпына келтіру уақыты деп аталады. Қозу разрядтау және t2 сәтінде жұмыс орнына қайтару арасындағы уақыт аралығы есептеуішті есептеу болып табылады.

1.8 Гейгер есептегішінің санау сипаттамасы

Газды разрядтайтын Гейгер есептегіштерінің маңызды сипаттамаларына тоқталайық, олардың көмегімен біз олардан ең жақсы үлгілерді салыстыра және анықтай аламыз.

1) Дизайн және мақсаты. Санауыштардың негізгі түрлері - цилиндрлік және соңы. Біріншілері цилиндр түрінде созылған цилиндрлік түтікке ұқсас. Ионизацияның екінші камерасы кішкентай биіктіктегі дөңгелек немесе тікбұрышты денемен және айтарлықтай жұмысшы бетімен қалыптасады. Ұзартылған цилиндр түріндегі соңғы метрлер мен аяқтың бетіндегі кішкене кіреберіс терезелер аз кездеседі. Құрылғылар радиоактивті сәулеленудің жеке түрін де (альфа, бета, гамма) және олардың тіркесімін (мысалы, гамма + бета немесе альфа + бета + гамма) тіркей алады. Бұған корпустың, электродтардың дизайн ерекшеліктері, сондай-ақ оларды өндіру үшін материалды таңдау арқылы қол жеткізіледі;

2) кіру терезесінің немесе жұмыс аймағының ауданы. Бұл анықталатын бөлшектер немесе кванттар ұшатын кеңістіктің ауданы. Бұл санауыштың мөлшеріне тікелей байланысты. Бұл аймақ неғұрлым үлкен болса, уақыт бірлігінде Гейгер есептегішінің бөлшектері соғұрлым көп болады және оның сәулеленуге деген сезімталдығы жоғарырақ болады. Шаршы сантиметрмен көрсетілген;

3) Өңгерілген фон. Бұл метрдің бөлігінің сәулеленуі немесе өнімді сыртқы ортаға сәулелену әсерінен максималды оқшаулау кезіндегі өздігінен жұмыс жасаудың басқа себептері (мысалы, қорғасын камерасында). Минималды фон сізге есептегіштің радиоактивті сәулеленудің кіші мәндеріне сезімталдығын арттыруға мүмкіндік береді. Егер детектордың ішкі фоны маңызды болса, онда пайдалы ақпараттың бір бөлігі шуылмен жабылады. Ол секундына импульстарда беріледі (имп / с);

4) Сәулелік сезімталдық. Секундтағы импульстармен (импульс / с) немесе микрорентгендегі импульстармен (импульс / мкР) өлшеу әсерінің белгілі бір деңгейінде санау жылдамдығын 1 мкР / с шамасында көрсетеді. Бұл параметр өлшенетін стандартты иондаушы сәулелену көзінің түріне өте тәуелді. Әдетте, көздер осы мақсатта қолданылады, радионуклидтер кобальт-60, цезий-137, радий-226, көміртегі-14 және басқалары. Егер салыстыруды қажет ететін Гейгер есептегіштері әртүрлі көздерден тексерілсе, мұны жасау қиын болады;

5) Тіркеудің тиімділігі. Гейгер есептегіштері әртүрлі себептерге байланысты барлық өтетін бөлшектерді немесе гамма сәулелерін анықтай алмайды. Бұл мән жұмыс аймағы арқылы ұшатын жалпы санның нақты жазылған радиоактивті бөлшектердің пайыздық мөлшерін көрсетеді. Бұл параметр плутоний-239 (альфа эмиттері), таллий-204 (бета эмиттер) және басқа радиоактивті материалдар негізінде стандартты көздермен тексеріледі. Бета шығарушы ретінде радионуклидтер жүйесі қолданылады: стронций-90 және оның ыдырау өнімі ytrtrium-90;

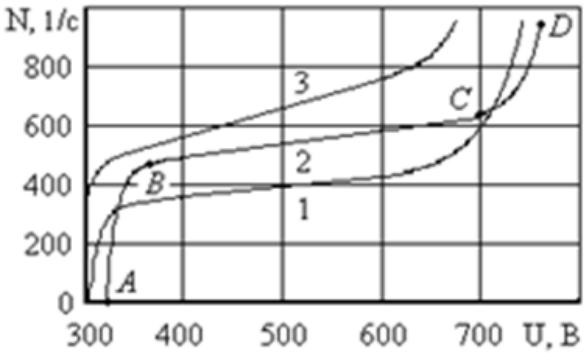
6) Жазылған энергиялардың диапазоны. Бұл Гейгер есептегішімен түсірілген фотондардың, альфа немесе бета бөлшектердің энергетикалық спектрі. Ол жалпы және радиацияның әр түрі үшін бөлек көрсетілуі мүмкін. Қондырғылар - мегаэлектрон-вольт (МэВ) немесе килоэлектрон-вольт (кэВ). Айналадағы кеңістікке түсетін радиоактивті бөлшектердің энергиясы кең. Бірақ иондану процесін бастау үшін жеткілікті энергияның бета сәулеленуі ғана бастапқы электрондарды тоқтата алады. Тек күшті альфа бөлшектері ауа саңылауын және Гейгер есептегішінің камерасы арасындағы кіру терезесінің қабырғасын жеңе алады.

Сәулелену мөлшерін бақылау көбінесе ашық ауада немесе сенсор батареялардан немесе басқа гальваникалық көздерден электр қуатымен жұмыс істейтін жерде жүргізілуі керек. Олар жұмыс істеген сайын стресс азаяды. Сонымен қатар, сенсордағы газды шығару процестері өте күшті дәрежеге байланысты болады. Сондықтан Гейгер есептегішінің тұрақты сәулелену жылдамдығымен кернеуге тәуелділігі сенсордың маңызды сипаттамаларының бірі болып табылады. Тәуелділік сенсордың санау сипаттамасы деп аталады (1.10-сурет).

Ұсынылған тәуелділіктердің біреуінде (қисық 2), A - D сипаттамалары белгіленеді.Төменгі кернеуде (A нүктесінің сол жағында) иондалған бөлшек электронды көшуге кіріскенде сенсорда пайда болған электрондар, бірақ олардың қарқындылығы қажетті амплитуданың ағымдағы импульсін

қалыптастыру үшін жеткіліксіз және қарсы көрсеткіштер нөлге тең. А нүктесі «есептеу кернеуіне» сәйкес келеді. А - В секциясындағы кернеу жоғарылаған сайын, санауыштың көрсеткіштері артады, өйткені жоғары өріс беріктігі бар анод қабатына бөлшектердің түсу аймағынан электрондардың түсу ықтималдығы артады. Төмен кернеуде қабатқа жылжу кезінде электрондар иондармен рекомбинатталады (олар теріс иондарды қалыптастыру үшін бром қоспасының молекулаларына алдын ала жабысып қалуы мүмкін). В нүктесінде кернеу барлық электрондардың қабатқа жылдам қозғалуы үшін жеткілікті, ал рекомбинация қарқындылығы нөлге жақын. Сенсор қалыпты амплитуданың сигналдарын шығарады.

В - С санау сипаттамасының жұмыс учаскесінде («сипаттамалық үстірт») есептегіш көрсеткіштері жоғарылау кернеумен аздап жоғарылайды, бұл үлкен практикалық маңызды және Гейгер есептегішінің артықшылығы болып табылады. Оның сапасы неғұрлым жоғары болса, үстірт ұзындығы неғұрлым үлкен болса (100 -400 В) және санау сипаттамасының көлденең қимасының соғұрлым аз беріктігі болады.



1 - 8 кПа, 0,5%; 2 - 16 кПа, 0,5%; 3 - 16 кПа, сәулелену жылдамдығы 5 мкСв / сағ үшін 0,1%. А, В, С, D - 2 қисығының тән нүктелері

1.10 – сурет. Газ қысымының және бром қоспасының әр түрлі мәндеріне кернеуге (санау сипаттамасы) есептеу жылдамдығының тәуелділігі

S үстіртінің көлбеуі (немесе көлбеуі) бірлік кернеуге есептегендегі көрсеткіштің пайыздық өзгеруімен сипатталады:

$$S = \frac{100(N_C - N_B)}{(U_C - U_B)(N_C + N_B)/2} \tag{1.4}$$

Мұндағы, Nc және Nb - үстірт басында және соңында қарсы көрсеткіштер; UB және UC - платоның басындағы және соңындағы кернеу мәні. Қаттылықтың әдеттегі мәні 0,01 - 0,05% / В.

Санау сипаттамасының үстіртіндегі көрсеткіштердің салыстырмалы тұрақтылығы иондаушы бөлшектердің келуімен датчикте пайда болатын разрядтың нақты түрімен қамтамасыз етіледі. Кернеудің жоғарылауы электронды көшкіндердің дамуын күшейтеді, бірақ бұл тек анод бойымен

разрядтың көбеюіне әкеледі, ал санауыштың әр бөлшекке бір сигнал беру қабілеті бұзылмайды.

Санау сипаттамасының үстіртіндегі кернеудің жоғарылауымен санау жылдамдығының шамалы өсуі разряд әсерінен катодтан электрондар шығарумен байланысты. Шығарылым электрондардың иондармен, қозған атомдармен және фотондармен шығарылуы деп түсінілетін процестер деп аталады. Бұл коэффициент шартты түрде ионға келетін электрон санына тең болады (қоздырылған атомдар мен фотондар ескеріледі). Коэффициенттің сипаттамалық мәні 0,1-0,01 құрайды (10-100 ион газдың және катодтың түріне байланысты электронды жыртады). Коэффициенттің бұл мәндерінде Гейгер есептегіші жұмыс жасамайды, өйткені катодтан шығатын электрондар иондаушы бөлшектер ретінде тіркелген («жалған» сигналдар жазылған).

Есептегіштердің қалыпты жұмыс істеуі коэффициентті күрт төмендететін (10-4-тен төмен) газ құюға бром немесе алкоголь буларын енгізу арқылы қамтамасыз етіледі. Бұл жағдайда жалған сигналдар саны да күрт азаяды, бірақ елеулі болып қалады (мысалы, бірнеше пайыз). Кернеудің жоғарылауымен разряд процестері күшейеді, яғни. иондардың, қоздырылған атомдардың және фотондардың саны артады және сәйкесінше жалған сигналдар саны артады. Бұл санау сипаттамасының үстіртіндегі сенсорлық көрсеткіштердің шамалы ұлғаюымен түсіндіріледі (көлбеу ұлғаю) және үстірт соңы (C - D тік қимасына өту). Қоспа құрамының жоғарылауымен коэффициент едәуір төмендейді, ол үстіртінің көлбеуін азайтып, ұзындығын арттырады (10-суреттегі 2 және 3-қисықтар).

Алайда, сөндіргіш қоспаның белгілі бір мәннен жоғарылауы (бром үшін 1%, алкоголь үшін 10%) сенсордың параметрлерін нашарлатады: санаудың басында кернеу артады (суреттегі А нүктесі), үстірт көлбеуі артып, ұзындығы азаяды. Бұл иондық бөлшектен пайда болған электрондардың бір бөлігі санағыш бөлшектерді табу қабілетін қалпына келтіргеннен кейін анод қабатына біршама уақыт өткеннен кейін пайда болатын ауыр теріс иондардың түзілуімен бром немесе алкоголь молекулаларына «жабысады». Қабатта жоғары өріс күшінің әсерінен ион бөлініп, пайда болған электрон жалған сенсорлық сигналды бастайды.

Сөндіретін қоспалардың әсер етудің физикалық механизмі катонға электрондардың шығарылуына әкелетін иондардың, қозған атомдар мен фотондардың келуінің күрт төмендеуінен, сонымен қатар электрондардың жұмыс функциясын катодтан жоғарылатудан тұрады. Негізгі газдың иондары (неон немесе аргон) бейтарап атомдарға айналады, өйткені олар молекулалармен соқтығысу кезінде «қайта зарядтау» нәтижесінде катодқа қарай қозғалады, өйткені неон мен аргонның иондау потенциалы бром мен алкогольге қарағанда жоғары (сәйкесінше: 21,5 В; 15, 7 V; 12,8 V; 11,3 V). Бұл жағдайда босатылған энергия молекулалардың жойылуына немесе электрондардың фотосессиясын тудыруға қабілетсіз аз энергиялы фотондардың пайда болуына жұмсалады. Мұндай фотондар қоспаның молекулаларына жақсы сіңеді.

Қайта зарядтау кезінде пайда болған қоспалық иондар катодқа енеді, бірақ электрондар шығармайды. Бром жағдайында бұл потенциал ионының энергиясы (12,8 эВ) катодтан екі электронды алып тастау үшін жеткіліксіз болуымен түсіндіріледі (біреуі ионды бейтараптандыру үшін, ал екіншісі электронды көшкінді бастайды), өйткені электронның катодтан кетуі жұмысы қоспаның қатысуымен жүреді. бром 7 эВ дейін көтеріледі. Алкоголь болған жағдайда, катодта иондарды бейтараптандырған кезде, шығарылған энергия, әдетте, электрондарды шығаруға емес, күрделі молекуланың ыдырауына жұмсалады.

Шығару кезінде пайда болатын негізгі газдың ұзақ өмір сүрген (метастабильді) атомдары катодқа түбегейлі түсіп, электрондардың бөлінуін тудыруы мүмкін, өйткені олардың потенциалдық энергиясы өте жоғары (мысалы, неон үшін 16,6 эВ). Алайда, процестің ықтималдығы өте аз, өйткені қоспалы молекулалармен соқтығысқан атомдар өз энергияларын оларға береді - олар «сөнеді». Энергия қоспаның молекулаларының ыдырауына немесе катодтан электрондардың фотоэмиссиясын тудырмайтын және аз молекулалы фотондардың шығарылуына жұмсалады.

Шамамен бірдей түрде, разрядтан шығатын жоғары энергиялы фотондар «сөндіріледі», олар катодтан электронды эмиссияны тудыруы мүмкін: олар қоспалық молекулалармен сіңіп кетеді, содан кейін молекулалардың ыдырауы мен төмен энергиялы фотондардың шығуы үшін энергия шығындары жүреді.

Сөндіретін қоспаның жұмыс істеу механизмі Гейгердің алкоголь буларымен есептегіштердің беріктігін анықтайды, ол разряд импульстарының әсерінен молекулалардың диссоциациялануының нәтижесінде сөндіретін қоспаның құрамының төмендеуімен шектеледі. Диссоциация нәтижесінде пайда болған қарапайым молекулалар сөндіргіш қасиетке ие емес, сондықтан 108 - 109 иондалған бөлшектерді тіркегеннен кейін есептегіш параметрлері нашарлайды. Диссоциация жылдамдығы разряд импульсі кезінде алшақтықты кесіп өтетін зарядқа пропорционал. Сондықтан есептегіштердің беріктігі қаңылтыр сыйымдылықтың үлкен мәндерімен және анод кедергісінің төменгі мәндерімен төмендейді.

Бром қосылған есептегіштердің тұрақтылығы анағұрлым жоғары (1010 - 1011 импульс), өйткені ол сөндіретін қоспаның молекулаларының ыдырауымен шектелмейді. Бром концентрациясының төмендеуі оның салыстырмалы түрде жоғары химиялық белсенділігімен байланысты, бұл сенсорды жасау технологиясын қиындатады және катодты материалды таңдауда шектеулер қояды (мысалы, баспайтын болат қолданылады).

Санау сипаттамасы газ қысымына байланысты: оның жоғарылауымен санау кернеуі артады (10-суреттегі А нүктесі оңға қарай ығысады), ал үстірт деңгейі сенсордағы иондық бөлшектерді газ молекулалары арқылы тиімдірек ұстау нәтижесінде жоғарылайды (5-суреттегі 1 және 2-қисықтар). Есептеу басында кернеудің жоғарылауы сенсордағы жағдайлар Пасчен қисығының оң жақ тармағына сәйкес келетіндігімен түсіндіріледі.

1.9 Гейгер есептегішінің шешу уақыты

Гейгер-Мюллер есептегіштерінің ажыратымдылық уақыты өлі және қалпына келтіру уақыттарымен сипатталады. Уақыт = 0 болғанда, санауыш t1 уақытында өріс күші Гейгер табалдырығына (Un) жеткенше 13-ке дейін бөлшектерді табу мүмкіндігін жоғалтады. Бұл толық санауыштың сезімтал болу уақыты немесе өлі уақыт. Өлі уақыт газдағы иондардың жылдамдығымен және есептегіш дизайнымен анықталады.

T1 уақыттан бастап санауыш оған түскен бөлшектерді қайтадан тіркейді. Алайда, импульстардың амплитудасы өлшеу құралы импульстарды жазуды бастайтын белгілі бір минималды мәннен төмен болады. Импульстің амплитудасы t2 уақытындағы жабдықтың сезімталдық деңгейіне жетеді. T1 мен t2 арасындағы уақыт кезеңі қалпына келтіру уақыты деп аталады. Шығарудың басталуы мен t2 уақытында жұмыс нүктесіне оралу арасындағы уақыт аралығы есептегішті шешетін уақыт болады.

1.10 Гейгер есептегішінің конструкциясы

Газразрядты есептеуіштердің конструкциялары әртүрлі болады. Сериялық шығарылатын кең қолданыстағы есептеуіштердің екі негізгі түрі бар: цилиндрлік және шетжақты. Цилиндрлік есептеуішке бөлшектер оның қабырғасы арқылы түседі, ол тым жұқа болмауы керек. Шетжақты есептеуіштің бүйірінде (түбінде)бөлшектердің кіруіне арналған жіңішке слюда, металл немесе органикалық (лавсан) пленкамен жабылған терезе бар. Шетжақты есептеуіштер α-сәулеленуді және шағын энергия көздерін β-сәулеленуді тіркеу үшін қолданылады. Радиоактивтік сәулелену есептеуіштің жұмыс көлеміне орналастырылатын, содан кейін соңғысы газбен толтырылады немесе газдың біркелкі ағынымен үрленетін ағынды есептеуіштер сирек қолданылады.

1.11 Гейгер есептегішін қолдану салалары

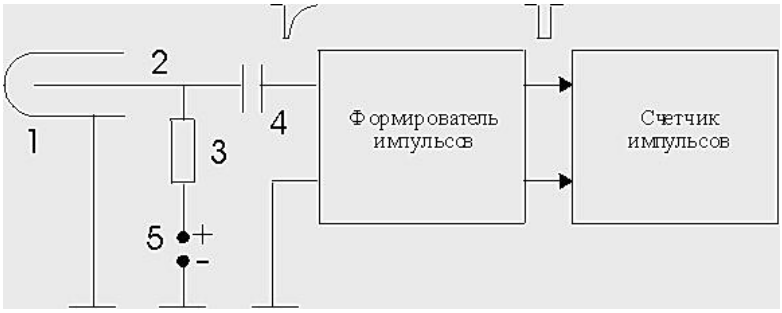
Шағын энергия бөлшектерін тіркеу кезінде Гейгер есептеуіштерінің тиімділігі әдетте 100% - дан аз. Бұл мұндай бөлшектер байқалатын ықтималдылықпен Гейгер есептеуішінің жұмыс көлемінде бірде-бір электрониондық жұп құрмауы мүмкін. Гейгер есептеуіштері-салыстырмалы түрде баяу аспаптар, сондықтан олар сцинтилляциялық детекторлармен және пропорционалды есептеуіштермен ішінара ығыстырылды. Алайда, конструкцияның қарапайымдылығы мен арзандығы олардың дозиметрияда, сондай-ақ сирек оқиғалар тіркелетін облыстарда және детекторлармен ондаған және тіпті жүздеген шаршы метрді жабу керек жағдайда қолдануын қамтамасыз етті. Соңғы жағдайда Гейгер есептеуіштері, әдетте, атмосфералық қысымға жақын газ қоспасының қысымы кезінде шектелген стримерлік режимде жұмыс істейді. Егер жоғары жүктеме жағдайында жұмыс істеу қажет

болса (1 с-да~ 103 импульс), онда Гейгер есептеуішінің көлеміне оқшаулағыш қалқалар енгізіледі, олар түтікше бойындағы разрядтың дамуын шектейді.

Гейгер есептеуіштерін ғылымда пайдаланылу жалғастырылуда. Нейтриноның қасиеттерін зерттеу бойынша экспериментте бір-бірінен оқшауланған ұзындығы 4 метр алюминий түтікшелер түріндегі 19968 Гейгер есептеуіштері қолданылды. Монблан астындағы туннельде орналасқан Протонның ыдырауын іздеуге арналған қондырғы 43000 Гейгер есептеуішін қамтиды.

2 Практикалық бөлім

Гейгер-Мюллердің есептегіштері газ толтырылған детекторлардың бір түрі болып табылады. Жалпы жағдайда ядролық физика детекторлары зарядталған немесе бейтарап бөлшектердің сипаттамаларын тіркеуге, сәйкестендіруге және анықтауға арналған құрылғыларды қамтиды. Гейгер-Мюллердің есептегіштері тек а-бөлшектерді, Р-бөлшектерді және у-кванттарды тіркеуге арналған. Конструкция метрлік тенкостенный металл немесе цилиндрлік камераның ішінде металл қабатымен қапталған шыны. Цилиндр катод ретінде қызмет етеді. Анод цилиндр осінің бойында орналасқан жұқа металл жіп. Санауыш 10-760 мм рт қысым кезінде аргон сияқты арнайы таңдалған газбен толтырылады.катод пен анод арасындағы ст.сыртқы көз есебінен 300 - 2500 В әлеуеттерінің әртүрлілігі пайда болады.



1 – катод, 2 – анод, 3 – жүктеме кедергісі, 4 – бөлгіш конденсатор, 5 – қуат көзі

2.1 – сурет. Гейгер – Мюллер счетчигінің принципиалдық жұмыс жасау сұлбасы

Есептеуіштің көлемі арқылы өтіп, тіркелетін бөлшектер схеманың шығуында электрлік импульсті шығарады. Газ шамы бар мераохта болатын физикалық процестерді үш сатыға бөлуге болады: бастапқы иондау, қайталама иондау және қайталанған лавиналар.

Бастапқы ионизация кезінде санауыш арқылы өтетін зарядталған бөлшектердің қозғалыс траекториясының бойымен жүреді. Бастапқы иондар санауыштың кез келген саласында пайда болуы мүмкін. Егер жол есептегішке сәйкес келсе, онда иондар саны бөлшектің энергиясына пропорционалды.

Екінші ионизация кезінде бастапқы электрондар мен оң иондар электродтарға қозғалады, олар электр өрісімен жылдамдатады. Есептегіштің ішіндегі электр өрісі электрод геометриясының асимметриясына байланысты біркелкі емес. Анод талшықтарына қозғалатын электрондар өте үлкен электр өрістерінің (талшықтар қалыңдаған кезде күштік желілер) аймағына түседі, оларға тікелей жақын жерде талшықтар күрт тездетіледі. Нәтижесінде қайталама соққы ионизациясы бар. Тек босатылған электрон тездетіп, жаңа иондауды жасауға үлгереді. Сондықтан процесс лавин тәрізді. Бастапқы электронда соққы ионизациясының лавинасында 103-ден астам екінші бөлшектер пайда болады. Екінші ионизация қыздыру жіптерінің жанында 0,1 мм жуық аймақта жүреді, ал алғашқы электрондар санауыштың бүкіл кеңістігі

бойынша осы аймақтан тыс қалыптасады. Бастапқы лавин ұзақтығы аз-шамамен 10-8 С сипатталады.

Гейгер-Мюллер есептегішіндегі оң иондардың жылдамдығы электр энергиясының жылдамдығынан әлдеқайда аз, сондықтан разрядтан кейінгі біраз уақыт ішінде көлемді оң зарядтың болуына байланысты есептегіштегі электр өрісінің газды иондау үшін жеткіліксіз шамасы болады. Осы уақытта есептегішке түскен бөлшектер тіркелмейді ! Бұл уақыт есептеуіштің рұқсат етілген немесе өлі уақыты деп аталады. Өлі уақыт өткеннен кейін бөлшектер тіркеледі, бірақ аз сигнал амплитудасы бар. Өлі уақыт аяқталғаннан кейін импульс шамасын толық қалпына келтіру үшін қажетті уақыт аралығы қалпына келтіру уақыты деп аталады.

Өлі уақытын есептейтін болсақ келесі формуламен шығарамыз:

$$\tau_i = \frac{\sum_{i=1}^{k} m_i - m_\Sigma}{m_\Sigma^2 - \sum_{i=1}^{k} m_i^2}, \qquad (2.1)$$

Әрі қарай есептейтін болсақ:

$$\tau_м = \frac{\left(67{,}51c^{-1} + 35{,}14c^{-1}\right) - 87{,}34c^{-1}}{87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2} =$$

$$= \frac{102{,}65c^{-1} - 87{,}34c^{-1}}{7628{,}2756c^{-2} - 4557{,}6001c^{-2} - 1234{,}8196c^{-2}} = \frac{15{,}31c^{-1}}{1835{,}8559c^{-2}}$$

$$= 0{,}0083394\text{c}$$

Есептегіштің өлі уақытын анықтау қатесін есептейміз:

$$\sigma_{\tau_м}{}^2 = \left(\frac{\partial\tau}{\partial m_{i=1}}\right)^2\left(\frac{m_{i=1}}{t}\right) + \left(\frac{\partial\tau}{\partial m_{i=2}}\right)^2\left(\frac{m_{i=2}}{t}\right) + \left(\frac{\partial\tau}{\partial m_\Sigma}\right)^2\left(\frac{m_\Sigma}{t}\right), \qquad (2.2)$$

Қайталанған көшкін кезінде орындалатын бірінші көшкінінің салдарынан қайталанған көшкіндер екі түрлі механизмдердің есебінен есептегіште пайда болуы мүмкін. Бірінші механизм тез өтетін процестерге байланысты. Көшкін дамуының басында электрондар бейтарап молекулаларды қозғайды, олар бастапқы жағдайға қайтып, фотондарды шығарады. Бұл фотондар фотоэффект электрон құбылысы арқылы катодтан қағылады, олар жаңа көшкіндердің бастаушылары болып табылады. Қайталанған көшкіндердің пайда болуының екінші механизмі баяу процестерге негізделген. Ол оң иондар катодқа келіп, бейтараптандыру процесінде одан электрондарды шығарады, өйткені. есептегішті толтыратын

газ атомдарын иондау әлеуеті электрондардың металдан шығу жұмысынан бірнеше есе жоғары(4-5 эВ). Көшкінінің даму ұзақтығы 10^{-4}с.

$$\sigma_{\tau_м}{}^2 = \left(\frac{(-1)\times\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right) - \left(m_1 + m_2 - m_\Sigma\right)\times 2m_\Sigma}{\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right)^2} \right)^2 \times \left(\frac{m_\Sigma}{t}\right) +$$

$$\left(\frac{(1)\times\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right) + \left(m_1 + m_2 - m_\Sigma\right)\times 2m_1}{\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right)^2} \right)^2 \times \left(\frac{m_1}{t}\right) +$$

$$\left(\frac{(1)\times\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right) + \left(m_1 + m_2 - m_\Sigma\right)\times 2m_2}{\left(m_\Sigma{}^2 - m_1{}^2 - m_2{}^2\right)^2} \right)^2 \times \left(\frac{m_2}{t}\right) =$$

$$= \left(\frac{-\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right) - \left(\left(67{,}51c^{-1} + 35{,}14c^{-1}\right) - 87{,}34c^{-1}\right)\times 2\times 87{,}34c^{-1}}{\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right)^2} \right)^2 \left(\frac{87{,}34c^{-1}}{100c}\right) +$$

$$+ \left(\frac{\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right) - \left(\left(67{,}51c^{-1} + 35{,}14c^{-1}\right) - 87{,}34c^{-1}\right)\times 2\times \left(67{,}51c^{-1}\right)}{\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right)^2} \right)^2 \left(\frac{67.51c^{-1}}{100c}\right) +$$

$$+ \left(\frac{\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right) - \left(\left(67{,}51c^{-1} + 35{,}14c^{-1}\right) - 87{,}34c^{-1}\right)\times 2\times \left(35{,}14c^{-1}\right)}{\left(87{,}34^2 c^{-2} - \left(67{,}51c^{-1}\right)^2 - \left(35{,}14c^{-1}\right)^2\right)^2} \right)^2 \left(\frac{35.14c^{-1}}{100c}\right) =$$

$$= \left(\frac{-1835{,}8559c^{-2} - 15{,}31\times 2\times 87{,}34c^{-2}}{1835{,}8559^2 c^{-4}} \right)^2 \left(\frac{87{,}34c^{-1}}{100c}\right) + \left(\frac{1835{,}8559c^{-2} - 15{,}31\times 2\times 67.51c^{-2}}{1835{,}8559^2 c^{-4}} \right)^2 \left(\frac{67.51c^{-1}}{100c}\right) =$$

$$= 1{,}69\times 10^{-6} c^2$$

Осыған байланысты бізде $\sigma_\tau = 1{,}3\times 10^{-3} c$ тең. Осылайша, есептеуіштің өлі уақыты(8,3±1,3)*10-3 с.есептеуіштің өлі уақытын анықтаудың салыстырмалы қатесі.

Осылайша, егер қарастырылған екі механизм ұзақ уақыт қайталанған көшкінін тудырса, онда есептегіштің разряды дербес болады. Бұл жағдайда дербес разрядты өшіру мәселесі туындайды.

Гейгер-Мюллердің есептегіштері дербес разряд режимінде өшірумен жұмыс істейді. Осы есептегіштер жасайтын кернеу импульсі өте үлкен (0,2-40 В) және тіркелетін бөлшектердің энергиясына байланысты емес. Демек, бұл есептегіштер бөлшектерді оның энергиясын өлшеусіз ғана тіркейді. Бұл есептегіштердің рұқсат етілген уақыты 10^{-3}-10^{-5}с (10^{-7}с дейін үздіктерде).

Есептегіштердің конструктивтік ерекшеліктері тіркелетін бөлшектердің түрімен, бірінші кезекте олардың энергиясымен және өткізгіш қабілеттілігімен анықталады.

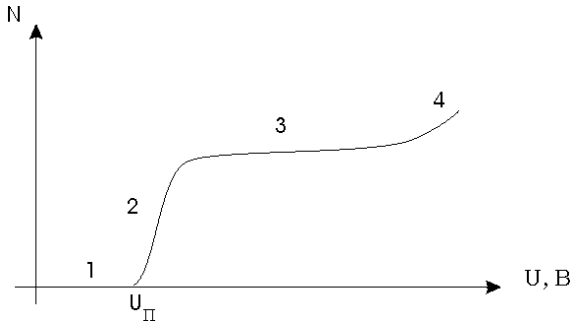
Есептегіштің тиімділігі санауыш тіркейтін бөлшектер немесе кванттар санының ол арқылы өтетін бөлшектердің толық санына қатынасы деп

аталады. Гейгер-Мюллердің есептегіштері 100% тиімділікке ие емес. Бұл санағыш арқылы өткен бөлшектер тіпті бір жұп ион құрмауы мүмкін. Дегенмен, электрондарға арналған есептегіштің тиімділігі 99% және тіпті 99,9% құрайды.

Сәулелерді тіркеу γ - кванттардың жұтылуы немесе шашырауы кезінде пайда болатын, негізінен есептегіштің қабырғаларында жылдам электрондардың көмегімен жүзеге асырылады. Г-сәулелер үшін есептегіштің тиімділігі қабырғалардың (катодтың) материалына және γ - кванттардың энергиясына байланысты және әдетте шамамен 3% құрайды.

Гейгер-Мюллердің есептегішінің есептік сипаттамасы деп есептегіштің иондаушы сәулеленуінің өзгермейтін қарқындылығы кезінде есепке алу жылдамдығының қоса берілген кернеуден тәуелділігі деп аталады. Типтік есеп сипаттамасы төрт бөлікке ие (сурет 4).

Шағын кернеу учаскесінде (1-учаске) импульстерді тіркеу жүргізілмейді. $U_п$ шоты бастау кернеуі (шекті кернеу) қалыптаушы өткізетін импульстің ең аз амплитудаларына сәйкес келеді. Бұл кернеудің шамасы анод жіптерінің диаметріне, жұмыс қоспасының құрамына кіретін газдардың түріне, газ қысымына және т. б. байланысты. Есептеу сипаттамасының бастапқы учаскесінде (2-учаске) импульс санының жылдам өсуі есептеуіштің разрядының пайда болуы бастапқы пайда болған иондардың жұп санына байланысты болатын шектеулі пропорционал саласында жұмыс істейтіндіктен түсіндіріледі.



2.2 сурет- Есептеу сипаттамасы

Есептеу сипаттамасының "плато" деп аталатын облысында (3-учаске) тіркелген импульстер саны кернеуге байланысты емес, себебі есептегіштің көлеміне түсетін әрбір иондаушы бөлшектер Электрондық-ионды көшкінді және газдағы дербес разрядтауды тудырады. Шын мәнінде, платоның толық өшу, шеттік әсерлер және т.б. есебінен жалған импульстерден туындаған кейбір еңістігі бар. Платоның болуы есептеуіштің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді. Жұмыс кернеуі платоның ортасында таңдалады. Жақсы есептегіштердің ұзындығы 100-300 В, 100 В-ға 5-7% көлбеуі бар.

Кернеу одан әрі ұлғайған кезде есеп жылдамдығы күрт өседі (4-учаске), өйткені санауыш спонтанды разряд режиміне өтеді.

Платоның шекті кернеуі, жағдайы және ұзындығы есептеуіштің жеке сипаттамалары болып табылады және кең көлемде өзгеруі мүмкін. Сондықтан

жұмыс кернеуін дұрыс таңдау үшін әрбір есептеуіштің есептік сипаттамасын алу қажет.

Есептегіштердің рұқсат етілген уақытында зазряд кезінде және разрядтан кейінгі біраз уақыт аралығында есептегіштегі электр өрісі аз шамаға ие. Разрядты дамытудың бастапқы кезеңінде есептегішке түскен бөлшектер мүлдем тіркелмейді. Бұл уақыт аралығы τ есептегіштің өлі уақыты деп аталады. Электр өрісін толық қалпына келтіру үшін қажетті уақыт аралығы өлі уақыт аяқталғаннан кейін tв қалпына келтіру уақыты деп аталады. Өлі уақыт жеке тіркелу үшін бөлшектер есептегіші арқылы аралықтар бөлінуі тиіс ең аз уақыт аралығын анықтайды. Гейгер-Мюллердің есептегіштері үшін өлі уақыттың типтік мәні 10^{-3}-10^{-5}с.

Жұмысты орындау кезінде – қорек көзінің, секундомердің және импульсті есептеуіштің жұмыс қабілеттілігін тексеріп, зертханалық қондырғыны жұмысқа дайындау. Санауыштардың қоректендірудің ең аз ықтимал кернеуін орнату (250 В).

1 жаттығу. Есептеу сипаттамасын зерттеу. Әр түрлі сәулелену ағыны кезінде есептеуіштің есептеуіш сипаттамасын екі рет алып тастау. Мүмкін опциялар:

– сәулелену ағынының максималды қарқындылығы (β-бөлшектер көзі толығымен ашық), екі есептегіш жұмыс істейді;

– сол санауыш сәулеленеді (пластина оң санауышқа баратын сәулеленуді жабады);

– оң санауыш сәулеленеді (пластина сол санауышқа баратын сәулеленуді жабады);

– сәуле шығару көзі қорғасын үйінен алынған (санауыш фондық сәулеленуді өлшейді).

Уақытты үнемдеу үшін есептік сипаттаманы алу тек шекті кернеуден асатын кернеулер үшін ұсынылады.

Шекті кернеуді есептеуіштердің қоректену кернеуінің бірқалыпты ұлғаюында есептеуді бастау бойынша анықтаңыз. Әрбір нүктені өлшеу уақыты 5-10 мин.

Шот плато деңгейіне қатысты 20% - ға ұлғайған кезде өлшеулер есептеуіштің істен шығуын болдырмау үшін тоқтатылады және кернеуді азайтады. Nф фонды анықтаңыз, ол үшін қалыңдығы 2 мм кем емес алюминий пластинкамен сәуле шығару көзі бар кюветті жауып, tф=5-10 минут үшін шотты анықтаңыз.

Радиация деңгейін бақылау саналы қажеттілікке айналды. Ғалымдар иондаушы сәулеленудің қандай дозалары адам үшін қауіпсіз екенін талқылаған кезде, көрінбейтін жауды дұрыс бағалауға үйрену біздің мүддесінде. Зиянды бөлшектерді анықтау үшін Гейгер-Мюллер принципі бойынша жұмыс істейтін есептеуіштер қолданылады.

Материя атомдардан тұрады. Атомдар-ядро мен электрондардан. Теріс зарядталған электрондар күн айналасында планета ретінде оң ядроның айналасында айналады. Жүйенің тұрақтылығы зарядтардың теңгеріміне және

элементар бөлшектердің массасына байланысты. Ядро-бұл протондар мен нейтрондар. Протондар масса мен оң заряд жасайды, нейтрондар — тек масса. Жеңіл ядролар тұрақты, уақыт өте келе өздігінен ыдырайды. Процесс бөлшектер ағынын тастайтын энергияның бөлінуімен жүреді –

– ядролар (альфа сәулелену),
– электрондар (бета сәулелену),
– нейтрондар (нейтрондық сәулелену) немесе
– электромагниттік өрістер (гамма және рентген сәуле).

Бұл радиация (Р) немесе радиоактивті иондаушы сәулелену. Неге иондаушы? Өйткені ыдырау өнімдерінің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі иондардың жаппай пайда болуына әкеледі —оң немесе теріс зарядталған бөлшектер.

Тірі организмдерге сәулеленудің әсері қайтымсыз жасушалық трансформация туғызады, ақуыздар мен ДНҚ молекулаларын бұзатын бос радикалдардың пайда болуына, мутациялар мен рак ауруларына әкеледі. Ыдырау процесі жер қойнауында, суда және тірі организмдерде үздіксіз жүреді, бірақ бұл бізді жаппай аномалды аймақты қоршайды дегенді білдірмейді. Табиғи радиациялық фон (сағатына 20-50 микрорентген) адам үшін қауіпсіз болып саналады. Аса күшті сәулелену әсерінен қысқа уақыт болған кезде (рентгендік тексеру-1000 мР/сағ) денсаулық үшін де алаңдамауға болады.

Радиацияның тану белгілері (дәмі, түсі, иісі) жоқ, арнайы аппаратурасыз көрінбейді. Радиоактивтік бөлшектер есептегішінің идеясы неміс физиктері Гейгер мен Мюллерге тиесілі. Гейгер ойлап тапты, Мюллер идеяны іске асырды. Схема алғашқы аспаптарды шығарудан өткен 90 жыл ішінде аз өзгерістерге ұшырады, сонша қарапайым және техникалық жағынан кемелденген, оның негізінде көптеген заманауи дозиметрлер жұмыс істейді. СМБ-20 датчигінің мысалында гейгердің классикалық есептеуішінің жұмыс принципін қарастырайық. Росатом компаниясының өнертабыстары ішінде сым аноды бар герметикалық баллон. Инертті газбен толтырылған анод (плюс зарядымен) және аспаптың болат корпусы (теріс катод) конденсаторды құрайды. Иондаушы бөлшектер корпус қабырғасына соққы жасай отырып, металдан электроланды қағады.

Анодқа газ ортасы арқылы түсіп, электрондар газ молекулаларымен бетпе-бет келіп, компанияны жаңа бөлшектермен толықтырады. Полюстер арасындағы бірнеше жүз вольт кернеуі процесті жылдамдатады, электрондық ағын көшкінге айналдырады. Газ толтыру жолсерік болады. Ток күші күрт өседі. Тіркеуші құрылғы секіруді бекітеді. Бір мезгілде импульс кірістірілген резистордағы кернеудің төмендеуі (жоғарыомдық кедергі), анод пен катод арасындағы потенциалдардың айырмасы азаяды, разряд өшеді және есептеуіш келесі бөлшектерді ұстауға дайын. Цилиндрлік СМБ-20 жоғары өткізгіш қабілеті бар энергетикалық белсенді бөлшектерден туындаған гамма мен қатты бета-сәулеленуді бекітеді. Жұмсақ бета-сәулеленуді анықтау үшін металл корпусын сынауға қабілетсіз бөлшектерді өткізетін Слюда терезесі бар

дөңгелек немесе тікбұрышты пішінді жазық есептеуіштер (БЕТА-2) қолданылады. Мұнда сол жұмыс принципі қолданылады. Альфа-бөлшектер аспаптармен нашар танылады, себебі қоршаған ортамен белсенді әрекеттеседі және энергияны бірден жоғалтады. Кәдімгі есептеуіш α-сәулеленуді тек көзден бірнеше сантиметр қашықтықта ұстайды. Тұтыну нарығын зерттеу басынан бастап тұтынушылардың жеке немесе тобын зерттеуге, олардың тілектері мен мүмкіндіктеріне бағытталған. Бұл тәсілде тұтынушының қажеттіліктері оның табиғатына тән нәрсе ретінде қарастырылады және қоғамдық сананың немесе нарықтың әсері нәтижесінде пайда болмайды.

Сондықтан компаниялар, әдетте, тұтынушыны ұстап тұру үшін, бәсекелестерден әлдеқайда жақсы оның қажеттіліктерін қанағаттандыратын тауарларды немесе ілеспе қызметтерді ұсынады. Осылайша, тұтынушылардың мінез-құлқын зерттеудің дәстүрлі нарығы адамның тұрақты экономикалық өмір сүру тұжырымдамасына ұқсас. Өткен ғасырдың 60-шы жылдарында индивидуумның тұтынушылық мінез-құлқын зерттеуде оның психологиясына негізделген жаңа әзірлемелерді пайдалана бастады. Олар тұтынушы оларға қандай да бір ақпараттық процеске қатысушы ретінде танылатынына негізделген. Нәтижесінде тұтынушы тауар немесе қызмет туралы ақпаратты алатын, өңдейтін және оны тұтыну туралы шешім қабылдайтын компьютер рөлінде болды. Тұтынушының мінез-құлқын зерттеуге мұндай көзқарас психологиядағы танымдық процестерді зерттеумен біріктірілген. Тұтынушылардың мінез-құлқының алғашқы әзірлемелері қазіргі проблеманы дәл осындай түсінуде құрылған,бұл ретте оларда мәдениет пен субкультураға, сыныптар мен отбасының әсеріне арналған кейбір мәселелер де орын алды. Тұтыну нарығын зерттеудегі екінші ерекшелігі-тұтынушының тауарлар мен қызметтер нарығындағы мінез-құлқы психологиялық ғылым тұрғысынан қарастырылады.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдарында маркетингтік зерттеулерге антропология, әлеуметтану және әдебиет сияқты ғылым мен өнер салаларының мамандары келді. Маркетингтік зерттеулер саласындағы байқалып отырған үрдіс "жаңа" деп аталды. Қазіргі уақытта индивидуумның мәдениетіне және әлеуметтік мәселелеріне баса назар аударылуда. Дегенмен, тұтынушының мінез-құлқына дәстүрлі көзқарас өмір сүруді жалғастырады және бірқатар жағдайларда "жаңадан" басым болады. Тұтынушылардың нарықтық мінез-құлқы. "Тұтынушылардың мінез-құлқын" зерттеу қолданбалы ғылым болып табылады, яғни ол іргелі ғылым мен қолданыстағы тәжірибе арасындағы аралық буын болып табылады. Және ғылымның социология, психология, жалпы экономикалық теория, антропология, әлеуметтік тарих және т.б. іргелі пәндеріне негізделген.

Тұтынушылық мінез-құлықты зерттеу маркетинг және менеджмент сияқты пәндермен байланысты. Әсіресе маркетингпен тығыз. Маркетинг мәні бойынша компанияның өзі жұмыс істейтін нарықты кешенді қабылдауы болып табылады. Маркетингтің мақсаты компанияның тұтынушылардың мінез-құлқына технологиялық реакцияларын жасау болып табылады.

Маркетинг ғылыми пән ретінде объект пен субъект ұғымдарына сүйеніп отырады, бұл ретте объект маркетингтің, яғни адамға бағытталған. Адамның қандай да бір жағдайларда мінез-құлқын зерттейтін "Мінез-құлық ғылымдары" деп аталатын, және осы мағынада "Тұтынушылардың мінез-құлқы" олардың бірі бар. Оның зерттеу тақырыбы-адамның тауар және қызмет нарығындағы тұтынушы ретіндегі мінез-құлқы. Бұл ретте тұтыну бір немесе бірнеше рет тұтыну және тауарлар мен қызметтерді жою арқылы адами қажеттіліктерді қанағаттандыру тәсілі болып табылатынын ұмытпаған жөн. Мысалы, кондитерлік өнімдерді пайдалана отырып, сіз оларды жойып, киімдерді пайдалана отырып, оны киесіз. Қазіргі әлемнің дамыған елдерінде тұтынуды зерттеу тұтыну-бұл символдардың өзіндік өндірісі. Мысалы, адам оның заманауи және даралығын көру үшін сәнді аксессуарларды алады. Басқаша айтқанда, адам өзінің тұтынуымен, өзі туралы басқа да кейбір ақпаратты хабардар етуге тырысады.

XX ғасырдың аяғындағы қоғамдық ғылымдарда тұтыну тек қана экономикалық процесс ретінде ғана емес, әлеуметтік және мәдени процесс ретінде қарастырылды. Дамыған, сондай-ақ ауыл шаруашылығы мемлекеттерінде тұтыну әлеуметтік және мәдени практикамен емес, олардың экономикалық жағдайымен айтарлықтай дәрежеде айқындалатын адамдар тобы бар. Дегенмен, олар тиісті тауарды немесе қызметті сатып алуға тырысуы мүмкін. Осылайша, тұтыну қоғам қандай да бір тауарға немесе қызметке салатын символдық мән ретінде ғана емес, негізгі қажеттіліктерге негізделген. Бұл ретте, тұтынудың бір шетінен, мысалы, тек тұтыну заттары, екіншісі-өндіріс рәмізін тұтыну мысалы. Адамдар бір-бірімен өмір сүруге және қарым-қатынас жасауға тұтынатынын есте ұстау керек.

Тұтыну-мынадай бірнеше процестерді қамтитын процесс: тауарды немесе қызметті таңдау; затты сатып алу, пайдалану, техникалық қызмет көрсету және оның мазмұны, ақырында, кәдеге жарату. Нарықта тұтынушылық мінез-құлықтың көптеген түрлері бар. "Тұтынушылардың мінез-құлқы" пәнінің мәні тек қана адамның мінез-құлқы болып табылады, ол өзінің қанағаттануы үшін тауарлар мен қызметтерді сатып алу міндетін өзі шешеді. Сонымен қатар, "Тұтынушылардың мінез-құлқы" пәні адамның тек тауарлар мен қызметтер нарығындағы мінез-құлқын зерттейді және мысалы, тағам өнімдерін дайындау және қабылдау сияқты мәселелерге қатысты емес, осылайша, тұтыну мінез-құлқының мәні тауардың немесе қызметтің соңғы тұтынушысы ретінде нарықтағы адамның нарықтық мінез-құлқы болып табылады.

Мұнда сатып алынған тауарларын олар өндіру үшін құралдар немесе шикізат және делдалдар ретінде пайдаланатын сатып алушы-тұтынушыларды бөлу керек. Олардың мінез-құлқының логикасы, соңғы тұтынушы-адамнан мүлдем басқа. Клиент-белгілі бір компанияның тауарларын немесе қызметтерін сатып алатын адам. Тұтынушы мен тапсырыс беруші ұғымдары жақын, бірақ клиент - белгілі бір компанияның өнімін тұтынушы және

сонымен қатар тұтынушының жеке түрі болып табылатындығында айырмашылық бар.

Маркетингтік революция. Тауарлар мен қызметтердің жетіспеушілігін түсінетін қоғамда оларды өндіру басты міндет болып отыр. Тиісінше, табысқа жетудегі басты дәлел өндірісті ұлғайту, сондай-ақ оны арзандату болып табылады. Өндіргіш күштердің, өнімдердің төмен даму деңгейі кезінде қоғам үшін жеткіліксіз мөлшерде жүргізіледі. Сондықтан фирмалар өндіргіш күші жоғары деңгейдегі компаниялар өз өткізу нарығын оңай табады. Жиырмасыншы ғасырда әлемде ғылыми-техникалық революцияның арқасында конвейерлік, яғни жаппай өндіріс дәуірі басталады,бұл өндірістің күрт өсуіне жаңа серпін берді.

Нәтижесінде, тауарлар адамдар тұтынуға қарағанда әлдеқайда көп өндіріле бастады. Осы жағдайларда біртіндеп қандай да бір салада немесе елде дайын өнімнің жаңа нарықтарын іздеу және игеру проблемасы орталық проблема болып отыр. Бұл "аң аулауға" әкеледі, жаппай жарнама арқылы, оның өнімін тұтынушыға өндіруші.

Идеалды тип және модель. Модель-бұл оның авторы үшін ең маңызды аспектілерді ескеретін шындықты қарапайым көрсету. Оның мүдделері аясынан тыс өзге де аспектілер қаралмайды. Мысалы, экстерьер дизайнері жасаған автомобильдің сыртқы түрінің моделі салонның интерьерін қамтуы мүмкін емес. Тұтынушының мінез-құлқын моделдеу кезінде зерттеуші тұтынушының мінез-құлқына байланысты емес немесе елеусіз болып көрінетін адам мінез-құлқының аспектілерін талдаудан алып тастайды. Ғылыми тұжырымдаманың мәні оның шынайылыққа жақын, ал үлгінің орындалған процестері мен құбылыстарының басқа да маңызы зор. Ғылыми модель тұтынушының қажеттілігін талдау үшін маңызды қандай да бір әрекеттерді түсіндіруге бағытталған. Модель құру арқылы біз шындықтан оқшауланған тамаша модельдер жасаймыз. Осылайша, модельдің негізгі функциясы өндіруші мен тұтынушы арасындағы өзара қарым-қатынастардағы істердің ережелерін түсіндіруден тұрады. Шындықты жеңілдететін модель көптеген сұрақтарға жауап беруге мүмкіндік береді, мысалы, қандай да бір өнім артық болған кезде сатып алушы өзін қалай ұстай алады. Қоғамдық процестер басқаша модельдеуі мүмкін. Олардың моделі диаграммалар, кестелер немесе ақпараттық схемалар түрінде көрсетілуі мүмкін, ал мультимедиялық құралдармен ұсынылуы мүмкін. Дегенмен, олар көбінесе ауызша әңгімелерді сипаттайды. Ғылыми теория идеал типтері мен модельдерінің жиынтығы ретінде. Теория-қандай да бір құбылысты немесе процесті сипаттайтын ұғымдар, анықтамалар және гипотезалар жиынтығы. Сатып алушының мінез - құлқын зерделеген жағдайда-бұл тауарды немесе қызметті сатып алу және тұтыну процесіндегі оның мінез-құлқын сипаттайтын кешенді ұғымдар. Гипотеза-бұл ғылым алған білімнің нәтижелеріне негізделген, бірақ өз тұжырымдарында олардың шеңберінен шығатын және демек, тексеруді қажет ететін болжам. Теория бірнеше функцияларды атқарады, оның біріншісі нақты немесе жалпыланған

тұтынушылық мінез-құлықтың көрінісін көрсететін әңгіме функциясы. Бұл функция айна функциясымен сәйкес келмейді,өйткені бейнелеу бар білімнің негізінде құрылады. Тұтыну мінез-құлқының қарапайым актісінің көрінісі өте маңызды бөліктерді өткізіп, шамалы бөлшектерге фокусталады. Көптеген әлеуметтік ғылымдарда, мысалы, бақылау, сұхбат сияқты этнографиялық әдістер қолданылады. Олардың мақсаты көпжақты тұтыну процесін дәл көрсету болып табылады. Сипаттамада біз А кейбір ерекшеліктері бар тұтынушылар олар үшін К маңызды белгілері бар тауарлар мен қызметтерді сатып алуға бейім, ал Б ерекшеліктері бар тұтынушылар – тиісінше М белгілері бар тұтынушылар. Түсіндірме функцияның мәні кейбір мінез-құлық актілерінің себептерін анықтау болып табылады. Үдерісті сипаттағанда, біз тек бір нәрсе туралы өтінішпен ғана қанағаттандырыла аламыз, мысалы, нарықта А процессінің жанында Б және В процестері бар, содан кейін оны тергеумен шатастырмай, себебін түсіндіруге тиіс. Болжамдау функциясы ең күрделі және талапшыл, ол әртүрлі жағдайларда тұтынушылардың ықтимал мінез-құлқын болжауды қамтиды. Қандай да бір теорияға қатысатын зерттеушілер үнемі осы мәселемен айналыспайтын көптеген скептицизммен кездеседі.

Бұл жағдайда ең бастысы, ресурстарды бөлуге құқығы бар адамдар осы скептицизмге беріледі және зерттеуге салынған нақты құралдар үшін нақты және тез практикалық нәтижелерді талап етеді. Осылайша, ғылым қызметкерлерінің практикаға деген ынтасы үнемі сезіледі. Теория мен тәжірибе арасындағы байланыстырушы буын технология болып табылады. Теория оны практикалық қолдану технологиясын жасауға қабілетті адамдар пайда болған жағдайда ғана практикалық мағынаға ие бола алады. Табиғи ғылымдарда мұндай адамдар, мысалы, қоғамның теориялық және практикалық қажеттіліктерін білетін конструкторлар мен инженерлер ұсынылған. Тұтынушылық мінез-құлық теориясы да пайдалы, шартты түрде оларды кеңесшілер мен практиктер деп атаймыз. Біріншісі нақты учаскенің теориясы мен тәжірибесін біледі және тауар өндірісін немесе оны сатуды жақсарту жөнінде ұсыныстар бере алады, ал екіншісі теорияны зерттеген және оны өзінің жұмыс орнындағы өзінің күнделікті қызметі туралы ойлануға ынталандыру ретінде қолданады. Сатып алушылардың мінез-құлқындағы мотивациялық факторлар. Сатып алушыларды сатып алуды жүзеге асыруға және оларды одан әрі тұтынуға, яғни өзінің өзін-өзі түсінуін жүзеге асыруға итермелейтін себептер қолдан жасалған фактор деп түсініледі. Бұл ретте өзін-өзі көрсету адам үшін өзінің тапқан қаражатына тілек білдіретінін ескеру керек. Дегенмен, мотивациялық факторлар бір адамның қажеттіліктерімен шектелмейді. Команда қалыптастыруға әсер ететін және жеке кәсіпкерлік табысының жеткілікті факторларының негізін құрайтын топтық себептер де бар.

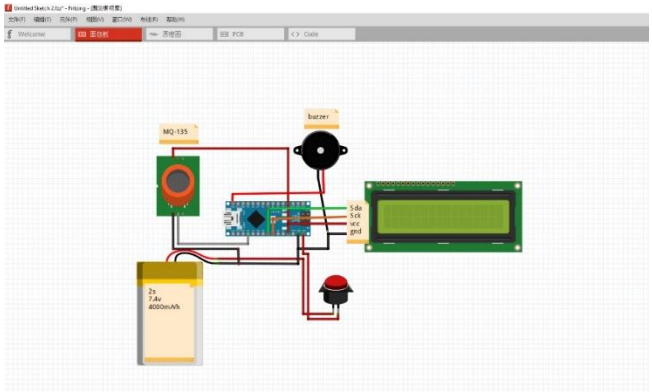
Мысалы, жоғары технологияларға негізделген бизнес командалық орындаусыз мүмкін емес, өйткені өзінің дамуының бастапқы кезеңінде жоғары технологиялы компаниялар қызметкерлердің нарықтық құнына сәйкес

жалақы төлей алмайды. Ұжымды не біріктіреді және оны ұйым алдында тұрған проблемаларды шешуге жұмылдырады? Бұл топтық мотивациялық факторларды пайдалану, олардың ең қуатты ортақ мақсат болып табылады, мысалы, басқа ұжымдарға қол жеткізе алмайтын жаңа нәтижелерге қол жеткізу. Бұл мақсатқа жоғары деңгейдегі топтық мотивациялық фактордан басқа қол жеткізу топтық рух пен ынтымақтың, сондай-ақ ұжым үшін мақтаныш пен жеңіске ұмтылыстың болуын және қалыптасуын болжайды. Бірқатар жағдайларда жоғары деңгейдегі мотивациялық факторлардың әрекеті кезінде ұжымда жеке және топтық мотивациялық факторлардың сәйкес келмеуіне байланысты шиеленіс пайда болады.

Жұмыс мақсаты: "РадиаСкан-701" радиоактивтіліктің дербес индикаторы көмегімен дозиметриялық шамаларды өлшеу және есептеу дағдыларын алу. 1. γ-кванттар ағынының тығыздығын бағалау, сәулеленудің бақылау көзінің белсенділігін есептеу. Гамма-тұрақты есептеу, γ-сәулелену көзін анықтау. 2. β-бөлшектер ағынының тығыздығын өлшеу және бақылау көздерінің белсенділігін есептеу "РадиаСкан-701"жеке радиоактивтілік индикаторының сипаттамасы. Бұл аспап тұрғын және жұмыс үй-жайларындағы жердегі радиациялық жағдайды бақылау мақсатында халықтың жеке пайдалануына арналған, ол радиометр мен дозиметр функциясын орындайды және өлшеуге арналған:

– сәулеленудің эквивалентті/экспозициялық дозасының қуатын;
– γ-сәулеленудің эквивалентті/экспозициялық дозасын;
– β-сәулеленудің ағынының тығыздығын;
– β-сәулеленудің ағынының тығыздығын.

Аспап детектор, түрлендіргіш және тіркеуші кіретін бірыңғай блок түрінде орындалған. Детектор- Гейгер-Мюллердің шетжақты есептегіші ("Бета 1-1" типі), түрлендіргіш жиілікті бөлгіштен, басқару құрылғысынан, импульстер есептегішінен, шекті құрылғыдан, таймерден, кернеу түрлендіргішінен тұратын электрондық схеманы білдіреді. Бұл құралдың тіркеуіші түрлі-түсті OLED-дисплейден, жарықдиодты индикатордан және дыбыстық құрылғыдан тұрады.



2.3 сурет- Гейгер есептегішінің Untitle Sketch программасында жүйелеу сұлбасы

Аспаптың бет панелінде (сурет. 1.1) орналасқан:

– OLED дисплей. Өлшеу нәтижелері мен сигнал таңбаларын көрсетеді;

– Қосу түймесі (1). Құралды қосады (өшіреді), дозаны/доза қуатын өлшеуді бастайды;

– Импульстің жарық индикаторы (2). Иондаушы бөлшектерді тіркеуді визуализациялайды;

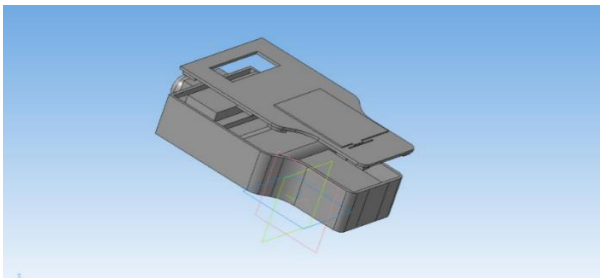
– Мәзірді шақыру түймесі. (3). Аспаптың жұмыс режимін ауыстыруға және оны жұқа күйге келтіруге мүмкіндік береді;

– Навигациялық түймелер (4). Мәзір тармақтары бойынша жылжыту үшін қызмет етеді.

Артқы жағында детектор мен батареялық бөлік орналасқан (алмалы-салмалы қақпақтармен жабылған құрылғы және құралмен жұмыс істеу ережелері "Пайдалану жөніндегі нұсқаулықта" (1.1-1.7 т.қараңыз (1.7.2,4,5-т. қараңыз), 3(3.8, 10,11-т. қараңыз). Жұмыс барысында сәулеленудің эквивалентті/экспозициялық дозасының қуатын және β-сәулелену ағынының тығыздығын өлшеу әдістемесін өңдеңіз.

№ 1 Тапсырманы орындау:

1.Амбиентті доза қуатының шамасын өлшеңіз ("Пайдалану жөніндегі нұсқаулық" 3.7.т. сәйкес). өлшеу қателігі 10% - дан кем емес және өлшеу уақыты 5 минуттан кем емес шағын ауданда жүргізіледі. 2. Құрылғыны үлгіге γ-сәулелендіру құралы бар контейнердің жанында орналастырыңыз. γ-сәулелендіру дозаның қуатын 17 см қашықтықта өлшеңіз. Рх и = Рх и+ф-Рх ф формуласы бойынша γ-сәулелену дозасы қуатының шынайы мәнін есептеңіз. Алынған мәнді жазыңыз. 3. Құралды үлгіден шығарыңыз. Пайдалану жөніндегі нұсқаулықтың 3.9 т. сәйкес бета режимінде ағын γ-квант төсемінің фондық мәнін өлшеуді белгілеңіз. Өлшеу уақыты мен қателігі 1.4 т. көрсетілген. Аспапты үлгіге көрсетілген схемаға сәйкес контейнердің жанында орналастырыңыз. Ағынының тығыздығын өлшеңіз γ-квант (БЕТА режимі!) 17 см қашықтықта алынған мәнді жазыңыз. Аспапты өшірмеңіз! Бұл режим №2 5 тапсырмасын орындау үшін қажет болады. 4-формула бойынша [Бк] радионуклид белсенділігінің мәнін есептеңіз және алынған нәтижені К изотоптық түзету коэффициентіне көбейтіп (коэффициент мәнін оқытушы береді). Бк-ны мКи-ға ауыстырыңыз. Гамма-тұрақты [Р•см 2 /сағ• мКи] формула бойынша есептеңіз және оның мәні бойынша радионуклид – γ-сәулелену көзін анықтаңыз.



2.4 сурет– Гейгер есептегішінің құралуы кезіндегі 3D көрінісі

№2 тапсырманы орындау:

1.Аспаптың нұсқаулығына сәйкес бета-бөлшектер ағыны тығыздығының фондық мәнін өлшеңіз (БЕТА режимі) (26,27, 63,64 беттер ("Пайдалану жөніндегі нұсқаулық") өлшеу 10% кем емес қателікпен және 3 мин кем емес өлшеу уақытымен жүргізіледі. В-сәулелену көзін ашыңыз, оны үлгіге орналастырыңыз және құралды көз үстінен орналастырыңыз. №№1, 2 (БЕТА режимі) көзінің бета-бөлшектер ағыны тығыздығының мәнін өлшеңіз. (8) (R1=5,0 см R2=5,7 см) формуласын пайдалана отырып, №1 және №2 Бақылау көзінің белсенділігін есептеңіз.

Тәжірибелік бөлім жұмыстың мақсаты: "KLINISCHES DOSIMETR 27012" клиникалық дозиметрінде жұмыс істеу дағдыларын алу. Жұмыс міндеттері 1. Иондаушы сәулелену көзінен әртүрлі алыста экспозициялық дозаның мөлшері мен қуатын өлшеу. 2. Экспозициялық дозаның қуатын өлшеу негізінде иондаушы сәулелену көзінен қашықтықты есептеу. 3. Қорғасын контейнердің қорғау дәрежесін бағалау. Клиникалық дозиметрдің сипаттамасы осы аспап радиациялық медицинада, сондай-ақ радиобиологиялық эксперименттерде өлшеуіш-техникалық бақылау үшін де қолданылады. Онда рентген және гамма-сәуле дозасының дозасы мен қуатын өлшеу жүргізіледі.

2.5 – сурет. Гейгер есептегіші

Аспап кабельмен қосылған үш түйіннен тұрады:сәулелену детекторы, зонд және өлшеу блогы. Сәуле шығару детекторы ретінде әртүрлі құрылымдағы иондау камералары қолданылады: шланг (70107), сфералық (70110), жұмсақ сәуле шығару камерасы (70111). Зондта кіріс модулі және көздеу бар динамикалық конденсатор орналасқан. Өлшеу блогында күшейткіш және көрсететін құрылғы орналасады иондау камерасының көлемінде иондау арқасында аспаптың жұмыс істеу принципі заряд тасығыштар пайда болады. Электродтарда кернеудің әсерінен олар ионизациялық ток жасайды, яғни дозиметрдің электрондық бөлігі үшін кіріс сигналы. Кіріс сигналын бағалау күшейткіш ретінде жұмыс істейтін дозиметр кірісінде өлшеуіш конденсаторы және өлшеуіш кедергісі (доза қуатын өлшеу) бар кіріс модулінде зарядтарды немесе токты өлшеумен жүзеге асырылады.

Ионизациялық камераның өте төмен тогынан, күшейткіштің кіре берісінде динамикалық конденсатордың көмегімен кіріс сигналының қуаты бойынша электрондық түрлендіру және күшейту жүзеге асырылады. Динамикалық конденсатор өлшеу конденсаторында немесе өлшеу кедергісінде пайда болатын тұрақты кернеуді пропорционалды айнымалы кернеуге түрлендіреді. 2.6 сурет-трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу. Схема-түзетулердің көмегімен "доза", "доза қуаты"өлшеу түрлерін калибрлеу жүзеге асырылады. Көрсетілген құрылғымен (бағыттамалық индикатормен) көзбен шолу байланысы жоқ кезде жиналған дозаның шамасын бақылау үшін дозиметр оптикалық және акустикалық сигналдармен жабдықталған. Сигналдар аспап шкаласының соңғы мәнінен 20-100% құрайтын шекті дозаға жеткен кезде іске қосылады.

Бұл клиникалық дозиметр доза қуатының 30 диапазоны бар: 30 мР/сағаттан 333000 Р/мин дейін және 5 мР-дан 10000 Р-ға дейін дозаны өлшеудің 17 диапазоны. Ампула 90Sr/90Y изотоптарының гомогенді қоспасымен және нысананың материалымен (мыс ұнтағы) толтырылған. Иттрийдің бета-бөлшектерінің нысана материалымен өзара әрекеттесуі кезінде ампуланың материалынан өтетін тежегіш рентген сәулелері пайда болады. Пайда болатын сәулеленуден қорғау радиация көзі бар ампула жасалған қорғасын контейнері болып табылады.

2.6 сурет- Гейгер емептегішінің сыртқы көрінісі

Бірінші тапсырманы орындау барысы. Камераға арналған "2" тумблерін 100 Р/мин күйіне орнату 70110 2. Сфералық камераны көзі бар контейнер құдығына енгізу (көз ампуласына жақын). 3. "1" тумблерін "Dosisleistung" (доза қуаты) күйіне ауыстыру. Аспаптың сезімталдығын арттыра отырып, доза қуатын өлшеу – өлшенетін доза қуатының соңғы мәнін өзгерте отырып, көрсеткі шкаланың ортаңғы үштен бір бөлігінде орналасқанға дейін "2" тумблерімен. Доза қуатының өлшенген мәнін жазу. 4. 3 минут ішінде көз жасайтын дозаны есептеу, алынған мәнді жазу. 5. "2" тумблерімен есептелген дозаны өлшеуге мүмкіндік беретін шкаланың шекті мәнін орнату. 6. Дыбыс сигналын "3" қаламымен орнату, өлшенетін дозаның қандай пайызын есептей

отырып, "2" 7 тумблерімен орнатылған аспап шкаласының соңғы мәнінен тұрады. Сағатты 3 минутқа орнату (бір уақытта) және "1" тумблерін "Dosis"күйіне ауыстыру. 3 мин кесіндісі сигнал естілуі тиіс, сонымен қатар шкаланың көрсеткі өлшенген дозаны көрсетеді (ол есептелген дозаға сәйкес келуі тиіс). 8. Көзден 5 см қашықтықта дозаның қуатын өлшеу (контейнердің құдығынан шығу кезінде). Экспозициялық дозаның қуатын дәл өлшеу мүмкін болмаған жағдайда, оны t уақытында экспозициялық дозаны өлшей отырып есептейді.

Екінші тапсырманы орындау барысы. Клиникалық дозиметрдің басқару панелі 27012 β - (100%) 90Sr 90Y β - (100%) 90Y T½ = 64,8 ч 90Zr β - (100%) T½ = 28 жыл 90Sr 90Y β - (100%) стронций және иттрийдің ыдырау схемасы. № 3 және 8 т.т. алынған деректер негізінде ара қатынасты пайдалана отырып, камерадан құдық ішіндегі көзіне дейінгі қашықтықты есептеу.

№3 Тапсырманы орындау.

Құдықты тығынмен жабу. Камераны қорғау контейнерінің қабырғаларының сыртына жақын орналастыра отырып, t (20-40 мин) уақытында экспозициялық дозаны өлшеу. Контейнер қабырғаларының артындағы доза қуатының мәнін есептеу. Қорғасын контейнерінің қабырғаларымен иондаушы сәулеленуден қорғау тиімділігінің дәрежесін бағалау.

Бета-спектрдің жоғарғы шекарасын бағалау кезіндегі жұмыстың мақсаты: ДРГ 3-02 сцинтилляциялық дозиметрде жұмыс істеу дағдыларын алу. Жұмыс міндеттері: 1. Бета-сәулеленудің максималды қуатын бірнеше әдіспен бағалау (№1 және №2 көз). 2. В-спектрдің жоғарғы шекарасы бойынша радионуклидті идентификациялау. ДРГ 3-02 дозиметрінің сипаттамасы (рентгендік және қатты бета-сәулелену дозиметрі). Аспап кабельмен қосылған екі жеке түйіннен тұрады: сәулелену детекторы және өлшеу блогынан. Сәуле шығару детекторы біріктірілген ауа-валентті сцинтиллятор негізінде құрастырылған. Бұл сцинтиллятор-негіздерінің біріне күкіртті мырыш салынған полистирол цилиндрі. Сцинтиллятор жарық шағылыстырғыш эмальмен жабылған. Жарық өткізгіш органикалық шыныдан жасалған және ФЭУ фотокатодына желімделген. Детектордың жұмыс жағы диафрагманы басқару сақинасы болып табылатын пластмасса саптамамен жабылады. Өлшеу блогы мынадай негізгі бөліктерден тұрады: кернеу тұрақтандырғышы, кернеу түрлендіргіші, көбейту схемасы, тұрақты ток күшейткіші, интегралдаушы контурлар мен көрсететін құрылғымен басқару пульті.

Дозиметрді жұмысқа дайындау:

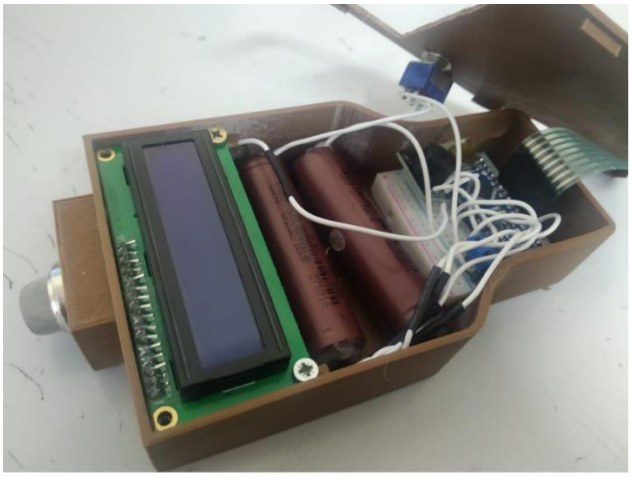
– Құрылғыны желіге қосу. Жұмыс режимдерін ауыстырып қосқыш "НАКАЛ" күйіне орнатылсын. 3 мин. көрсеткі қара секторда орнатылуы керек;

– Жұмыс режимдерін ауыстырып қосқыш "тұрақтандыру тогы"күйіне орнатылсын;

– мин күту керек. 3. Жұмыс режимдерін ауыстырып қосқыш "АНОД" күйіне орнатылсын. 3 мин күту керек;

– Жұмыс режимдерін ауыстырып қосқыш "өлшеу" күйіне орнатылсын. Өлшеу ауқымының қосқышын "УСТ. НӨЛДЕН". Одан әрі сцинтилляциялық датчиктің "УСТ. НӨЛДЕН" Аспаптың шкаласы бойынша "0" қою. Диафрагманы жабу;

– Өлшем ауқымының қосқышымен қажетті сезімталдықты (мысалы, "10") таңдап, қараңғы ток орнатыңыз. Ол үшін жабық диафрагма верньермен " ауызша. "0" белгісі бар аспаптың көрсеткісін біріктіруге қол жеткізу. Аспап жұмысқа дайын.



2.7сурет- Гейгер есептегішінің ішкі элементтер

Бета-бөлшектердің максималды энергиясын бағалау (β-спектрдің жоғарғы шекарасы) β-бөлшектердің максималды энергиясын анықтау жұтылу қабаты – d1/2n және массалық жүгіріс - Rm бойынша жүргізіледі. Бұл шамаларды анықтау үшін β-сәуленің экспозициялық дозасы қуатының алюминий жұтқыштың қалыңдығына тәуелділігі құрылады (қосымшаны қараңыз, сурет.1, 2). Осы тәуелділікті алу үшін:

1. Бета-сәуле көзін датчиктің шетіне қойыңыз. Жарық саңылауын ашып, аспаптың көрсеткіштерін алып тастаңыз;

2. Көз Мен детектор арасында 0,1 мм алюминий сүзгісін орнатыңыз (құрылғы=2,7 г/см3). Өлшеу қателігін төмендету үшін көз және сүзгі кенепті датчиктің жұмыс бетіне қысу қажет. Осы мақсатта, 10 (15) жұқа сүзгілерді жинақтағаннан кейін оларды 1 қалың (1 немесе 1,5 мм) ауыстыру қажет;

3. Аспаптың сезімталдық ауқымын ауыстырып, 2-тармақты қайталаңыз. Үлкен сезімталдыққа ауысу мүмкін болған соң бірден жүргізілуі керек. Бұл ретте өлшеулер екі рет жүргізіледі: сүзгілердің саны бірдей болғанда, бірақ әр түрлі сезімталдықта. Сезімталдықтың әрбір өзгеруі қараңғылық ток қондырғысымен сүйемелденуі тиіс (6 п. "дозиметрді жұмысқа дайындау" қараңыз). Қараңғылық токтың шамасын әрбір 5 өлшемде тексеру ұсынылады. Сүзгілердің саны көрсеткінің аздаған ауытқуы белгіленгенге дейін

ұлғайтылады. Доза қуатының мәнін дәл есептеу мүмкін болмаған жағдайда, оны аспап шкаласының ең жақын санына дейін дөңгелектейді;

4. Алынған нәтижелердің негізінде бірқалыпты қисыққа дейін аппроксимирленген бета-сәуле дозасының қуаттылығына алюминий қабатының қалыңдығынан тәуелділік графигін жасаңыз, алынған кесте бойынша Rmax, d1/4, d1/8, d1/16 шамаларын анықтаңыз, Rm есептеңіз;

5. β -спектрдің жоғарғы шекарасын үш тәсілмен бағалаңыз:

– D1\2n сіңіру қабаты бойынша (қосымшалар, 1-диаграмма). Барлық қисықтарды қолдану ұсынылады (n =2, 3, 4).;

– бета-бөлшектердің максималды энергиясымен массалық жүгірісті (Rm) байланыстыратын қисық бойынша (қосымшалар, 2-диаграмма) ;

– β-бөлшектердің максималды энергиясы мен алюминийдегі β-бөлшектердің массалық жүрісі арасындағы тәуелділікті көрсететін эмпирикалық формула (3.8) бойынша;

6. Анықтама кестесі бойынша радионуклид – β-сәулелену көзін анықтаңыз.

3 Еңбекті және қоршаған ортаны қорғау

Аспапта шекті мәнді теңшеу мүмкіндігі бар, көрсеткіш шекті мәннен асып кеткен кезде, қауіп туралы сізді ескертетін дыбыстық сигнал шығарылады. Теңшелімдер бөлімінде белгіленген шегі мәндерінің бірін таңдаңыз. Дыбыс сигналын да өшіруге болады. Өлшеулерді жүргізер алдында аспапты жеке күйге келтіруді, дисплейдің жарықтығын, дыбыс сигналының параметрлерін және қоректену элементтерін таңдауды ұсынады. "Өлшеу" режимін таңдағанда, құрылғы радиоактивтік жағдайды бағалауды бастайды. Шамамен 60 секундтан кейін оның дисплейінде өлшеу нәтижесі пайда болады, содан кейін келесі талдау циклы басталады. Дәл нәтиже алу үшін кем дегенде 5 өлшеу циклін өткізу ұсынылады. Бақылау санының артуы неғұрлым сенімді айғақтар береді.

Құрылыс материалдары немесе тамақ өнімдері сияқты заттардың радиациялық фонын өлшеу үшін объектіден бірнеше метр қашықтықта "Өлшеу" режимін қосу керек, содан кейін құралды затқа көтеріп, фонды оған барынша жақын етіп өлшеу керек. Аспаптың көрсеткіштерін заттан бірнеше метр қашықтықта алынған деректермен салыстырыңыз. Бұл көрсеткіштер арасындағы айырмашылық-зерттелетін объектінің қосымша радиациялық фоны болып есептеледі. Егер өлшеу нәтижелері сіз тұрған жерге тән табиғи фоннан асып кетсе, бұл зерттелетін объектінің радиациялық ластануын куәландырады. Сұйықтықтың ластануын бағалау үшін оның ашық бетіне өлшеу жүргізу ұсынылады. Аспапты ылғалдан қорғау үшін оны полиэтилен пленкамен орап алу керек, бірақ бір қабаттан артық емес. Егер дозиметр ұзақ уақыт 0оС төмен температурада болса, өлшеуді жүргізу алдында оны бөлме температурасында 2 сағат бойы ұстау қажет.

Радиация деңгейін бақылау саналы қажеттілікке айналды. Ғалымдар иондаушы сәулеленудің қандай дозалары адам үшін қауіпсіз екенін талқылаған кезде, көрінбейтін жауды дұрыс бағалауға үйрену біздің мүддеміз. Зиянды бөлшектерді анықтау үшін Гейгер-Мюллер принципі бойынша жұмыс істейтін есептеуіштер қолданылады. Материя атомдардан тұрады. Атомдар-ядро мен электрондардан. Теріс зарядталған электрондар күн айналасында планета ретінде оң ядроның айналасында айналады. Жүйенің тұрақтылығы зарядтардың теңгеріміне және элементар бөлшектердің массасына байланысты. Ядро-бұл протондар мен нейтрондар. Протондар масса мен оң заряд жасайды, нейтрондар — тек масса. Жеңіл ядролар тұрақты, уақыт өте келе өздігінен ыдырайды. Процесс бөлшектер ағынын тастайтын энергияның бөлінуімен жүреді - • ядролар (альфа сәулелену), • электрондар (бета сәулелену), • нейтрондар (нейтрондық сәулелену) немесе • электромагниттік өрістер (гамма және рентген сәуле). Бұл радиация (Р) немесе радиоактивті иондаушы сәулелену. Неге иондаушы? Өйткені ыдырау өнімдерінің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі иондардың жаппай пайда болуына әкеледі - оң немесе теріс зарядталған бөлшектер.

Тірі организмдерге сәулеленудің әсері қайтымсыз жасушалық трансформация туғызады, ақуыздар мен ДНҚ молекулаларын бұзатын бос радикалдардың пайда болуына, мутациялар мен рак ауруларына әкеледі. Ыдырау процесі жер қойнауында, суда және тірі организмдерде үздіксіз жүреді, бірақ бұл бізді жаппай аномалды аймақты қоршайды дегенді білдірмейді. Табиғи радиациялық фон (сағатына 20-50 микрорентген) адам үшін қауіпсіз болып саналады. Аса күшті сәулелену әсерінен қысқа уақыт болған кезде (рентгендік тексеру-1000 мР/сағ) денсаулық үшін де алаңдамауға болады.

Радиацияның тану белгілері (дәмі, түсі, иісі) жоқ, арнайы аппаратурасыз көрінбейді. Радиоактивтік бөлшектер есептегішінің идеясы неміс физиктері Гейгер мен Мюллерге тиесілі. Гейгер ойлап тапты, Мюллер идеяны іске асырды. Схема алғашқы аспаптарды шығарудан өткен 90 жыл ішінде аз өзгерістерге ұшырады, сонша қарапайым және техникалық жағынан кемелденген, оның негізінде көптеген заманауи дозиметрлер жұмыс істейді. СМБ-20 датчигінің мысалында гейгердің классикалық есептеуішінің жұмыс принципін қарастырайық. Росатом компаниясының өнертабыстары ішінде сым аноды бар герметикалық баллон. Инертті газбен толтырылған анод (плюс зарядымен) және аспаптың болат корпусы (теріс катод) конденсаторды құрайды. Иондаушы бөлшектер корпус қабырғасына соққы жасай отырып, металдан электроланды қағады.

Анодқа газ ортасы арқылы түсіп, электрондар газ молекулаларымен бетпе-бет келіп, компанияны жаңа бөлшектермен толықтырады. Полюстер арасындағы бірнеше жүз вольт кернеуі процесті жылдамдатады, электрондық ағын көшкінге айналдырады. Газ толтыру жолсерік болады. Ток күші күрт өседі. Тіркеуші құрылғы секіруді бекітеді. Бір мезгілде импульс кірістірілген резистордағы кернеудің төмендеуі (жоғарыомдық кедергі), анод пен катод арасындағы потенциалдардың айырмасы азаяды, разряд өшеді және есептеуіш келесі бөлшектерді ұстауға дайын. Цилиндрлік СМБ-20 жоғары өткізгіш қабілеті бар энергетикалық белсенді бөлшектерден туындаған гамма мен қатты бета-сәулеленуді бекітеді. Жұмсақ бета-сәулеленуді анықтау үшін металл корпусын сынауға қабілетсіз бөлшектерді өткізетін Слюда терезесі бар дөңгелек немесе тікбұрышты пішінді жазық есептеуіштер (БЕТА-2) қолданылады. Мұнда сол жұмыс принципі қолданылады. Альфа-бөлшектер аспаптармен нашар танылады, себебі қоршаған ортамен белсенді әрекеттеседі және энергияны бірден жоғалтады. Кәдімгі есептеуіш α-сәулеленуді тек көзден бірнеше сантиметр қашықтықта ұстайды.

3.1 Есеп айырысу бөлігі

Ұжымдық электр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін құралдардың түрін таңдау, олардың қажетті параметрлерін есептеу, тиімділігін келесі бастапқы деректермен негіздеу қажет:

- трансформатордың кернеуі 380/220 В ;

- трансформатордың қуаты 50 кВ * А ;
- электр қозғалтқышының қуаты 20 кВт;
- трансформатордан электр қозғалтқышын орнату орнына дейінгі қашықтық 100 м ;
- жерге тұйықталған бейтарап үш фазалы, төрт сымды желі ;
- бөлмедегі ауа температурасы + 25 ° С.

3.2 Есептеу жерге ұжымдық электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету құралы ретінде

Ұжымдық электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін нөлге теңестіруді таңдаған жөн , өйткені бұл қорғаныс шарасы 1000 В дейінгі жерге тұйықталған бейтарап кернеуі бар желілерде қолданылады. Бастапқы мәліметтер осы параметрлерге сәйкес келеді. Диірмен қауіпті өндірістік нысан болып табылады және өрт қауіптілік бойынша санаты В- ға тиесілі [17].

Оқшаулау таңдалған параметрлер: ауа өткізгіштері бар резеңке оқшауланған кабель.

Нөлдеу есебін қыздыру шарттары бойынша сымдарды есептеуден бастау керек. Сымдардың қимасын экономикалық ток тығыздығы бойынша таңдау келесі формула бойынша жасалады:

$$F_{эк} = I_{нб} / J_{эк}, \qquad (3.1)$$

мұндағы, $F_{эк}$ - сымдардың қимасын экономикалық ток тығыздығы, мм^2 ;

I_{nb} - ең үлкен жұмыс сызығы, А ;

$J_{эк}$ - экономикалық токтың тығыздығы, А / мм^2, 3.1-кестесінде айқындалады.

Электр қондырғыларының жерге тұйықталуы екі түрге бөлінеді: қорғаныстық жерге тұйықтау және нөлдеу, олар бір мақсатқа ие- егер ол электр қондырғысының корпусына немесе оның қуатталған басқа бөліктеріне қол тигізсе адамды ток соғуынан қорғау.

3.1 Кесте -Jэк токтың экономикалық тығыздығы, А / мм2

Өткізгіш аты	$T_{нб}$ с/жыл		
	1000-3000	3001-5000	5000-нан көп
Резеңке және пластмасса оқшауламасы бар мыс, алюминий кабельдер	3,5 1,9	2,7 1,6	2,7 1,6

Желінің қалыпты жұмысы кезінде әр тізбектегі ең үлкен ток:

$$I_{нб} = P / \sqrt{3}\, U_{ном} \cos \varphi, \qquad (3.2)$$

мұндағы, Р - желі бойымен берілетін белсенді қуат, Вт;

cos φ - жүктеме қуатының коэффициенті, cos φ = 0,8;

$U_{ном}$ - желінің номиналды кернеуі, В.

Есептелуі (4.8) формулаға бойынша:

$$I_{нб} = 20,000 / (\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,8) = 66[A];$$

$$F_{эк} = 66/3,5 = 18.85\ [мм]^2.$$

Алынған мән стандартты бөлімге дөңгелектенеді, сондықтан 25 мм ^{2} аламыз .

Экономикалық ток тығыздығы бойынша таңдалған желінің қимасы жылумен тексеріледі. Таңдалған өткізгіштің көлденең қимасы екі шартқа сәйкес тексеріледі. Бірінші шарт желінің ең үлкен және рұқсат етілген қыздыру токтарын келесі формула бойынша байланыстырады:

$$I_{доп} \geq I_{нб},$$

мұндағы, $I_{доп}$- рұқсат етілген ток, ұзақ ағымы кезінде өткізгіш қолайлы температураға дейін қызады.

Рұқсат етілген ток келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{Қос} = I_{қос.\ кесте} K_р K_ө, [A] \quad , \qquad (3.3)$$

мұндағы, $K_р$ - траншеядағы кабельдер санына түзету коэффициенті, 3.2 кестесімен анықталады;

$K_ө$- қоршаған орта температурасының түзету коэффициенті, 3.3 кестесіне сәйкес анықталады;

$I_{қосымшасы}$ - рұқсат етілген ток, оның ұзақ ағымы кезінде өткізгіші, 3.4 кестесінде белгіленген қолайлы температураға дейін қызады.

Есептелуі (4.8) формулаға бойынша:

$$I_{кос} = 95 \cdot 0,8 \cdot 0.92 = 69.92\ [A];$$

$$69.92\ [A] \geq 66\ [A] \text{ - шарт орындалады.}$$

3.2кесте- Жұмыс істеп тұрған кабельдердің саны $K_п$ түзету коэффициенттері

Ара қашықтығы, мм	Өткізгіштер саны					
	1	2	3	4	5	6
100	1	0,9	0,85	0,8	0,87	0,75

Желілердің апаттық жағдайында артық жүктеме бес күнге дейін рұқсат етіледі және келесі жағдаймен анықталады:

$$K_{ав} I_{қос} \geq I_{ав.нб},$$

Мұндағы, $K_{ав}$ -кабельді төсеу жағдайларына байланысты мен қосымша шамадан асып кететінін көрсететін апаттық режимдегі жүктеме коэффициенті 4.5 кестесінде анықталған;

3.3 кесте- Күш кабельдеріне, оқшауланбаған және оқшауланған сымдарға жекелеген жол берілетін токтар үшін жер мен ауа температурасына түзету коэффициенттері

Ортаның нормаланған температурасы,°С	Өткізгіштердің шекті температурасы, °С	Ортаның нақты температурасы кезінде түзету коэффициенттері, °С										
		-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,9	0,88	0,8	0,78	0,73
25	70	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,8	0,81	0,74

Кесте 3.4- Қорғасынды, поливинилхлоридті, найритті немесе резеңке қабықшадағы, брондалған және броньдалмаған резеңке немесе пластмасса оқшаулағышы бар кабельдер үшін ұзақ рұқсат етілген жүктеме токтары:

Номиналды қимасы, мм^2	Рұқсат етілген ток, А	
	төсеу кезінде	
	Жерде	Ауада
25	150/115	95/75

$I_{ав.нб}$ - апаттық режимдегі жарты сағаттық токтардың орташа мәні, А;

$$I_{ав.нб} = I_{нб} \quad (3.4)$$

Шартты тексереміз:

$$1,25 \cdot 69,92[\ A] \geq 66[\ A]\ ;$$

$$87.4\ [A] \geq 66[\ A]$$ - шарт орындалады.

3.5 кесте-апаттық режимдердегі қыздыру бойынша рұқсат етілген кәбілдік желілердің артық жүктемелері

Төсеу	Ұзақтығы, сағ
Жерде	1,35
Ауада	1,25
Тұрбада	1,20

Көлденең қиманы таңдаудың екінші шарты желіні қызып кетуден қорғайтын құрылғылардың дұрыс жұмыс істеуі үшін қажет:

$$I_{доп} \geq I_{ном.защ.ап.} /К,$$

Мұндағы, $I_{ном.защ.ап.}$ - қорғаныс құрылғысының номиналды тогы, А ;

К - өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін К = 3-ке тең коэффициент.

$$69.92\ [А] \geq 143/3\ [А]\ ;$$

$$69.92\ [А] \geq 47.7\ [А]\text{- шарт орындалады.}$$

Жерлендіруді есептеу қорғаныс құралдарын қолдана отырып апаттық желі бөлігін ажыратудың сенімділігін қамтамасыз ететін теңсіздік дұрыс болатын жағдайларды таңдау кезінде азаяды:

$$I_{к.т.} \geq k\ I_{кор}\ ;$$

мұндағы, $I_{к.т.}$- фазалық нөлдік циклдегі қысқа тұйықталу тогының мәні, А ;

$I_{кор}$- қорғаныс құралдарының жұмысының номиналды тогы, А;

k- қауіпсіздік коэффициенті , оның мәні пайдаланылатын қорғаныс құралдарының түріне және өртке қауіпті үй-жайлардың сипаттамаларына байланысты болады, кестеде анықталады.

Қысқа тұйықталу тогының мәні мына формула бойынша анықталады:

$$I_{к.з.} = U_ф / [\ z_т + \sqrt{(\ R_ф + R_н\ )^2 + (\ X_ф + X_н + X_п\ )^2}\ ] \qquad (3.5)$$

мұндағы, $U_ф$ - желідегі фазалық кернеу, В ;

$z_т$ - трансформатордың кедергісі;

$R_ф$ - трансформатордан тұтынушыға дейінгі аймақтағы фазалық сымның белсенді кедергісі, Ом;

$R_н$ - сол секциядағы бейтарап сымның кедергісі, Ом;

$X_ф$ және $X_н$ - фазаның және бейтарап сымдардың индуктивті кедергісі, сыртқы магнит өрісі, Ом; кәдімгі практикалық жағдайлардағы бұл шамалар соншалықты кішкентай, оларды тексеру есептеулерінде ескермеуге болады;

$X_п$ - цикл фазасының ішкі индуктивті фаза-нөл кедергісі, Ом.

Трансформатордың кедергісі мына формула бойынша анықталады:

$$Z_т = 270\ U^2 / (\ P + 10), \qquad (3.6)$$

мұндағы, $U_ф$- кВ-тегі фазалық кернеудің шамасы ;

Р - трансформатордың қуаты , кВ * А.

Есептелуі (4.12) формулаға бойынша :

$$Z_т = (270 \cdot 0.22^2) / (50 + 10) = 0.2178 \text{ [Ом]}.$$

Фазалық сымның белсенді кедергісі мына формула бойынша есептеледі:

$$R_ф = \rho\, l_{пр} / S_ф\ , \qquad (3.7)$$

мұндағы, ρ - сым материалының меншікті кедергісі, Ом · мм ^{2} / м; мыс үшін ρ = 0.018 Ом · мм ^{2} / м;

$l_{пр}$ - қуат көзінен түйісу нүктесіне дейінгі қашықтық, м;

S - сым қимасы , мм ^{2} ; S = $F_{ес}$.

Фазалық сымның белсенді кедергісі мына формула бойынша есептейміз(3.7):

$$R_ф = (0{,}018 \cdot 100) / 25 = 0{,}072 \text{ [Ом]}.$$

Электр қондырғыларын орнату ережелерінің талаптарын ескере отырып, бейтарап сымның жалпы өткізгіштігі фазалық өткізгіштіктің кем дегенде 50% -ын құрауы керек, яғни $R_н \leq 2\, R_ф$. Бейтарап сымның көлденең қимасының шамасын алып тастаңыз, $S_н$ = 16 мм ^{2}. Бейтарап сымның кедергісі фазаға ұқсас есептеледі:

$$R_н = (0.018 \cdot 100) / 16 = 0.113 \text{ [Ом]}.$$

Фазалық-нөлдік циклдің ішкі индуктивті кедергісі келесі формула бойынша анықталады:

$$X_п = 0.126 \ln (D / r) \cdot l_{пр} \qquad (3.8)$$

Мұндағы , D - сымдар арасындағы қашықтық, м; D = 0,5 м ;

r - сымдардың радиусы , м.

Сымдардың радиусы сымдардың көлденең қимасы негізінде анықталады.

$$S = 2r^2$$

$$r = \sqrt{(S / \pi)}\ , \qquad (3.9)$$

мұндағы, S- көлденең қимасының ауданы, м; π = 3,14 ;

r – сымдардың радиусы , м.

Есептелуі (4.15) және (4.11) формулаларға бойынша :

$$r = \sqrt{(25 / 3.14)} = 2{,}82 \text{ [мм]} ;$$

$$X_п = 0.126 \text{ лн} (0{,}5 / 2.82 \cdot 10^{-3}) \cdot 0{,}1 = 0{,}065 \text{ [Ом]},$$

$$I_{к.з} = 220 / [0{,}2178 + \sqrt{(0.072 + 0.113)^2 + 0{,}065^2}\,] = 532{,}3 \text{ [A]} .$$

Қорғаныс құралдарының номиналды тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{кор} = \alpha\ I_{потр} / \beta, \qquad (3.10)$$

мұндағы, α - номиналды жұмыс тогы мен тұтынушының бастапқы тогы арасындағы қатынас коэффициенті, α = 6;

β - жұмыс коэффициенті, β = 1.8;

$I_{потр}$ - тұтынушының номиналды операциялық ағымдағы.

Үш фазалы айнымалы токпен жұмыс істейтін электр қозғалтқыштары үшін номиналды жұмыс тогы мына формула бойынша есептеледі:

$$I_{дв} = P \cdot 1000 / (\sqrt{3}\ U_л\ \eta_{дв} \cos\varphi) \qquad (3.11)$$

Мұндағы, P- электр қозғалтқышының қуаты, кВ ;

$U_л$ - желідегі желінің кернеуі, V;

$\eta_{дв}$ - электр қозғалтқышытың пайдалы әрекет коэффиценті, $\eta_{дв} = 0,9$.

Есептелуі (3.10) және (3.11) формулаларға бойынша :

$$I_{дв} = (20 \cdot 1000) / (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9 \cdot 0,8) = 43\ [A];$$

$$I_{кор} = 6 \cdot 43/1\ ,8 = 143\ [A].$$

Өрттің және жарылыс қаупі бар бөлмедегі сақтандырғыштардың теңсіздігін тексереміз:

$$532.3\ [A] \geq 4 \cdot 143\ [A]\ ;$$

532.3 [A] ≥ 572[A] - теңсіздік дұрыс емес.

Сақтандырғыштар үшін қауіпсіз өшіру шарты орындалмайды. Жарылыс және өрт қаупі бар бөлмедегі кері токқа тәуелді сипаттамалары бар машиналардың теңсіздігін тексереміз:

$$532.3\ [A] \geq 6 \cdot 143\ [A]\ ;$$

532.2 [A] ≥ 858 [A] - теңсіздік дұрыс емес.

Ауыспалы токқа тәуелді сипаттамалары бар машиналар үшін қауіпсіз өшіру шарты орындалмайды. Электрмагниттік шығарылымдары 100 А-дан асатын инерциясыз ажыратқыштардың теңсіздігін тексереміз :

$$532,3\ [A] \geq 1,25 \cdot 143\ [A]\ ;$$

532.3 [A] ≥ 178.75 [A] - теңсіздік ақиқат.

Желінің авариялық бөлімін сенімді түрде өшіруді қамтамасыз ету шарты желінің параметрлері 3 × 25 + 1 × 16, mm^2 номиналды тогы 100 А-дан асатын электромагниттік шығарылымдары бар инерциясыз ажыратқыштар үшін орындалады.

4 Жобаның есептік-экономикалық негіздемесі

4.1 Жобаны іске асыруға арналған капиталдық салымдарды есептеу

Бұл дипломдық жобамда есептегіші жүйесінің тәжірибелі үлгісі жасалды.

Осы дипломдық жобаны жүзеге асыруға кететін капиталдық инвестициялардың жалпы құны құрал-жабдықтарды, құрал-саймандарды сатып алуға, тасымалдауға және монтажға, шығыс материалдары мен БҚ әзірлеуге жұмсалатын шығындарды қамтиды.

$$К_{рп}=К_{зо}+К_{по}+К_{тм}, \quad (4.1)$$

Мұнда, $К_{рп}$ - жобаны іске асыруға арналған күрделі салымдар;

$К_{зо}$ - жабдықтарды сатып алуға арналған күрделі салымдар;

$К_{тм}$ - тасымалдауға және монтаждауға арналған күрделі салымдар;

$К_{по}$ - бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге арналған күрделі салымдар.

4.2 Жабдықтарды сатып алуға арналған күрделі салымдарды есептеу

Жабдықтың шығыстары деп келесі 4.1 кестеде көрсетілген датчиктерді, атқарушы тетіктерді, басқарушы контроллерлерді және шығыс материалдарын сатып алу түсініледі [15].

4.1 кесте - Жобаны іске асыруға арналған жабдықтардың құны

Аты	Құны
Матрицалық клавиатура 4*4	600
Arduino Uno (контроллері) (1шт.)	3300
Датчик CO2 mq135	5500
18650 бататейка (2шт.)	450
Қажетті сымдар	700
Buzzer	1560
LED экран	6000
Корпус 3D модель	8000
Барлығы	26560

Тасымалдау және орнату құны жабдық құнынан 25% құрайды:

$$26560 * 0,25 = 6640тг.$$

$$Ктм=Кзо*0,25. \quad (4.2)$$

4.3 Бағдарламалық жасақтаманы жасауға инвестицияларды есептеу

Бағдарламалық өнімді әзірлеу үшін талап етілетін капитал салымдарын есептеу өнімнің Кпп келесі формула бойынша есептеледі:

$$Кпп = Зфот + Осн + М + Р_с + Р_{ам} + Р_э + Р_{нак}, \quad (4.3)$$

Мұнда $З_{фот}$ - бағдарламалық жасақтама жасаушыларға қажетті жалақы қоры, теңге;

$О_{сн}$ - әлеуметтік салық бойынша аударымдар, теңге;

М - материалдардың құны, теңге;

$Р_с$-жобалық шешімді әзірлеу үшін қажетті арнайы бағдарламалық құралдарға арналған шығыстар, теңге;

$Р_{ам}$-техника амортизациясына арналған шығыстар, теңге;

$Р_э$ -электр энергиясына шығыстар, теңге;

$Р_{нак}$-үстеме шығыстар, теңге.

Зфот әзірлеушілердің қызметтеріне ақы төлеуге арналған еңбекақы төлеу қорының көлемі мынадай формула бойынша анықталады:

$$З_{фот} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.4)$$

Мұнда, $З_{осн}$ – негізгі жалақы, теңге;

$З_{доп.}$ – қосымша жалақы, теңге.

БҚ әзірлеушілердің жұмысының негізгі төлемі мынадай формула бойынша есептеледі:

$$З_{осн} = t_{тр} * З_{дн}, \quad (4.5)$$

мұнда ttp-бағдарламалық өнімді әзірлеудің еңбек сыйымдылығы (адам / күн);

Здн -Әзірлеушінің күндізгі жалақысы (теңге).

Жалақы шығындары жұмыстың еңбек сыйымдылығына байланысты.

Еңбек сыйымдылығы (ttp) әзірлеудің жекелеген кезеңдері бойынша еңбек шығындарын қосу жолымен есептеледі:

$$t_{тр} = t_{оп} + t_{алг} + t_{бл} + t_{пр} + t_{отл} + t_{док}, \quad (4.6)$$

мұндағы, $t_{оп}$ -есепті сипаттауды алдын ала дайындау, адам / сағат;

$t_{алг}$-есепті шешу алгоритмін әзірлеу, адам / сағат;

$t_{бл}$-алгоритмнің блок-сызбасын құру, адам / сағат;

$t_{пр}$-бағдарламалау, адам / сағат;

$t_{отл}$ -ЭЕМ-де бағдарламаны түзету, адам / сағат;

$t_{док}$-құжаттарды дайындау, адам/сағ.

Еңбек сыйымдылығын анықтау кезінде әзірленетін БҚ-да пайдаланылатын операторлар командаларының болжамды немесе шартты саны сияқты негізгі көрсеткіш қажет. Бұл көрсеткіш бағдарламаның

күрделілігін және оны әзірлеу процесінде қажетті жұмыс көлемін және ретке келтіру уақытын алдын ала бағалауға болады. Бұл бағдарламалық өнімнің соңғы құнына әсер етеді, " Q " белгісімен белгіленеді және формула бойынша [13]:

$$Q = q * c, \quad (4.7)$$

Мұндағы Q – операторлардың шартты саны;

q-операторлардың болжамды саны түріне, мәніне байланысты осы коэффициенттің 4.2- -кестесінде келтірілген [13];

с-бұл бағдарламаның күрделілігін және оның жаңалығы (4.3-кесте) [13].

4.2 кесте - «q» операторларының болжамды саны

Тапсырма түрі	Коэффициенттің өзгеру шегі
Есеп міндеттері	бастап 1400 дейін 1500
Жедел басқару міндеттері	бастап 1500 дейін 1700
Жоспарлау тапсырмалары	бастап 3000 дейін 3500
Көпвариантты тапсырмалар	бастап 4500 дейін 5000
Комплексті тапсырмалар	бастап 5000 дейін 5500

Жаңашылдық дәрежесі бойынша ПП төрт топқа бөлінеді:

а) түбегейлі жаңа тапсырмаларды әзірлеу (А тобы);

б) бастапқы бағдарламаларды әзірлеу (Б тобы);

в) стандартты шешімдерді қолдана отырып бағдарламалар әзірлеу (В тобы);

г) бір реттік стандартты тапсырма (Г тобы).

4.3 кесте - күрделілік және жаңалықтар коэффициенті «с»

Бағдарламалау тілі	Күрделілік тобы	Жаңашылдық дәрежесі			
Жоғары деңгей		А	Б	В	Г
Төмен деңгей	1	1,38	1,26	1,15	0,69
	2	1,30	1,19	1,08	0,65
	3	1,20	1,10	1,00	0,60
	1	1,58	1,45	1,32	0,79
	2	1,49	1,37	1,24	0,74
	3	1,38	1,26	1,15	0,69

Осы жобада талқыланатын бағдарламалық қамтамасыздандыру стандартты шешімдерді қолдана отырып, жоғары деңгейлі тілде жазылған.

Операторлар тобының шартты саны формула бойынша есептеледі (4.8):

$$Q = 1700 * 1,08= 1734 \text{ (команда)}, \quad (4.8)$$

Бұдан әрі ПП әзірлеудің әрбір кезеңінде талап етілетін уақытты анықтау қажет.

Орта есеппен 3 күннен 5 күнге дейін 8 сағаттан топ міндеттерін сипаттауды алдын ала дайындауға жұмсалған уақыт (нақты уақыт) :

$$t_{оп} = 32 \text{ адам/сағ},$$

tалг есебін шешу алгоритмін әзірлеуге қажетті уақыт мына формуламен есептеледі:

$$t_{алг} = Q / (50 \cdot k), \qquad (4.9)$$

Мұнда k-программист жұмысының тәжірибесі бойынша біліктілігін сипаттайтын коэффициент 5.4 кестеден таңдалады [16].

4.4 кесте – программист біліктілігін сипаттайтын Коэффициент

Жұмыс тәжірибесі	Біліктілік коэффициенті
Екі жылға дейін	0,8
2-3 жыл	1
3-5 жыл	1,1-1,2
5-7 жыл	1,3-1,4
7 жылдан астам	1,5-1,6

Алгоритмді құру үшін қажетті уақыт (4.10) формуласы бойынша есептелген):

$$t_{алг} = 1734/ (50 * 1,1) = 32 \text{адам/сағ}, \qquad (4.10)$$

$t_{бл}$ сұлбасының блогын жасау үшін қажетті уақыт tалг формулаға сәйкес анықталады (4.10):

$$t_{бл} = 1734/ (50 * 1.1) = 32 \text{ адам/сағ},$$

$t_{пр}$ жоғары деңгейдегі бағдарламаны жазуға тікелей жұмсалған уақыт:

$$t_{пр} = Q * 1,5 / (50 * k), \qquad (4.11)$$

Бағдарламаны жазуға жұмсалған уақыт (5.12) формула бойынша тең:

$$t_{пр} = 1734 * 1,5 / (50 * 1.1) = 47 \text{ адам/сағ},$$

$t_{отл}$ бағдарламасын жөндеу және тестілеу уақыты:

$$t_{отл} = Q * 4,2/50 * k, \qquad (4.12)$$

(4.12) формула бойынша уақытты есептей отырып келесі нәтиже алынды:

$$t_{отл} = 1734 * 4,2/50 * 1.1 = 132 \text{ адам/сағ}$$

$t_{док}$ құжаттарды дайындау үшін талап етілетін уақыт іс жүзінде шығарылады және 3-тен 5 жұмыс күніне дейін 8 сағаттан құрайды:

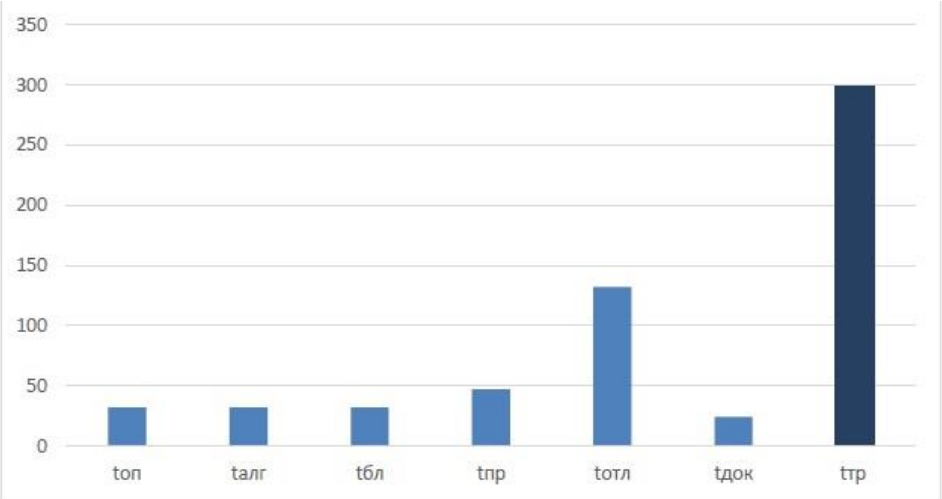
$$t_{док} = 24 \text{ адам / сағ},$$

Осыған байланысты, (5.9) формула бойынша бағдарламалық өнімді әзірлеудің еңбек сыйымдылығы:

$t_{тр}$ = 32 + 32 + 32 + 47 + 132 + 24 = 299 адам/сағ әлде 37 адам/күн,

Күндік жалақысын есептеуге болады сәйкес айлық еңбекақысы саны мен жұмыс күн (орташа есеппен 22 жұмыс күні). 4.5-кестеде мамандардың жалақысы бойынша мәліметтер келтірілген [16].

Бағдарламалық өнімді жасауға тартылған. 4.1 суретте өңдеу кезеңдері мен еңбек сыйымдылығы көрсетілген.



4.1 сурет-өңдеу кезеңдері және еңбек сыйымдылығы

4.5-кестеде мамандардың жалақысы бойынша мәліметтер

Орындаушы-маман	Адам саны	Айлық жалақысы, тг.
Программист	1	180000
Барлығы		180000

Осыған сүйене отырып, бағдарламашының күнделікті жалақысы:

$$З_{дн} = 180000/22=8182 \text{ теңге},$$

4.8 формуласы бойынша негізгі жалақы:

$$З_{осн} =37*8182 = 302734 \text{ теңге},$$

Қосымша жалақы негізгі мөлшерден 10% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$З_{доп} = Зо * 0.1, \quad (4.13)$$

Құрайды:

$$З_{доп} = 302734 * 0.1 = 30273 \text{ теңге}$$

Осылайша, еңбекақы төлеу қоры:

$$З_{фот} = 302734 + 30273 = 333007 \text{ теңге}$$

Кодекстің 358-бабының 1-ақ әлеуметтік салық тең 9,5% - ға осы формула бойынша есептеледі:

$$О_{сн} = (З_{фот} – З_{по}) * 0.095\%, \quad (4.14)$$

Мұнда ,$З_{по}$ -әлеуметтік салық салынбайтын зейнетақы аударымдары және олардың еңбекақы төлеу қорының үлесі 10 құрайды:

$$З_{по} = З_{фот} * 0.1, \quad (4.15)$$

Зейнетақы аударымдары (5.16) формуласы бойынша есептелген:

$$З_{по} = 333007 * 0.1\% = 33301 \text{ теңге},$$

Жоғарыда аталған есептерге сүйене отырып және (4.14) формуласын пайдалана отырып, әлеуметтік салық:

$$О_{сн} = (333007 – 33301) * 0,095\% = 32843 \text{ тенге},$$

Бастапқы деректерден алынған ақпаратты негізге ала отырып, материалдарға жұмсалған шығын көлемі есептеледі:

$$М = (З_{осн} * Н_{рмз}) / 100\%, \quad (4.16)$$

Мұнда $Н_{рмз}$ -негізгі жалақыдан материалдар шығындарының нормасы орташа есеппен 3-тен 5% - ға дейін құрайды.

Осы формулаға сәйкес (4.17) материалдарға шығындар тең:

$М_{баг} = (302734* 5\%)/100\% = 15137$ теңге,

Бұл жобада еркін таратылатын "Arduino IDE" бағдарламалау ортасы пайдаланылды, осыдан арнайы бағдарламалық құралдардың шығындары (Рс) 0 тең.

Амортизациялық шығыстарға ПП құру кезінде қолданылатын техника құнынан амортизацияға аударымдар жатады, ол үшін формула пайдаланылады:

$$Р_{ам} = \frac{Собор * На * N}{100 * 12 * t,}, \quad (4.17)$$

Мұндағы, $Н_а$ - амортизация деңгейі 25%;

$С_{обор}$ - жабдықтың бастапқы құны, теңге;

N - жеке жабдықты пайдалану уақыты,

t - айдағы жұмыс күндерінің саны, күндер.

(4.17) формуласына сәйкес амортизациялық шығындар:

$$Р_{ам}=\frac{9520*0,25*37}{100*12*22}=10,3тг., \quad (4.18)$$

Амортизацияны есептеу түрі: сатылған өнімнің санына тепе-тең құнды есептен шығару.

Электр энергиясына жұмсалатын шығындарды мына формула бойынша есептеуге болады:

$$Р_э = М*kз*Т*СкВт\text{-}ч, \quad (4.19)$$

Мұнда ,М –ЭВМ қуаты, КВт;

кз-жүктеу коэффициенті (0.8);

СкВт-сағ-1 кВт·сағ электр энергиясының құны, теңге / кВт * сағ (16,65 кВт

Т – жұмыс уақыты, сағат (305 сағат).

(4.19) формуланы қолданып электр энергиясына кететін шығындарды анықтауға болады, олар 5.6-кестеде келтірілген.:

$$Р_{эл} = 0.12*0.8*305*16.65 = 477 \text{ теңге.}$$

4.6 кесте-электр энергиясына шығындар

Жабдық-тың атауы	Төлқұжат қуаты, кВт	Коэффи – циент загрузки	ППәзірлеуге арналған жабдықтың жұмыс уақыты, сағ	Эл / э бағасы, теңге / кВт-сағат	Сомасы, тг
Ноут бук	0,12	0,8	299	16,65	477
Электр энергиясының жалпы құны			477		

Үстеме шығындар (Рнак) және негізгі жалақының 40-тан 60% құрайды:

$$Р_{нак} = З_{осн} * Н_{рн}/100\%, \quad (4.20)$$

мұндағы, Рнак - ПП үшін үстеме шығындар (теңге);

Нрн-үстеме шығындар нормативі -40%.

$$Р_{нак} = 302734 * 0.4=121094 \text{ тенге}$$

Бағдарламалық жасақтама өнімін жасауға күрделі салымдар:

$$К_{пп} = 333007 + 32968 + 15137 + 10,3+ 477 +121094 = 502693,3 \text{ теңге.}$$

Бағдарламалық жасақтаманы жасауға шығындарды есептеудің жиынтық нәтижелері 4.7 кестеде көрсетілген.

4.7-кесте-бағдарламалық өнімді әзірлеуге арналған шығыстардың жиынтық кестесі

Шығындар баптары	Суммасы, тг.
Еңбекақы төлеу қоры	333007
Әлеуметтік салық	32968
Материалдар	15137
Амортизация	10,3
Электроэнергия	477
Есептік шығындар	121094
Барлығы	502693,3

4.4 Нарықтық бағаны есептеу

Өнімнің қорытынды нарықтық құны мынадай формула бойынша есептеледі:

$$С_{рын}=К_{рп}+П+НДС, \quad (4.21)$$

Мұндағы Срын-нарықтық құны;
$К_{рп}$-жобаны іске асыруға арналған капитал салымдары;
П-пайда;
НДС-қосымша құнға салық
(4.1) формуласы бойынша капитал салымдарды есептейміз:

$$Крп = 26560 + 6640 + 502689 = 535889 \text{ тг.}$$

Пайда жобаны іске асыруға арналған капитал салымының 20% ретінде есептеледі.

Нәтижесінде біз:

Срын = 535889 + 535889*0,2 + (535889+ 535889*0,2)*0,12 = 720234.816 тг.

4.5 Құрылғының бағасы мен тиімділігіне қорытынды

Материалдарға кеткен шығын 15137тг- ні құрайды. Құрылғы ардуино микроконтроллерінде жасалғандықтан бағасы қол жетімді және бағдарламалау тегін. Ғаламтордағы дүкендерде Гейгер счетчигі 60мың теңге мен 75 мың теңге аралығында бағаланады [15]. Қорытындылай келе бағасы жағынан және оңай құрылысына сүйене құрылғымызды ұсына аламыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Гейгер-Мюллер есептегішін кеңінен қолдану оның жоғары сезімталдығымен, радиацияның әр түрін тіркеуге қабілеттілігімен, қондырғының салыстырмалы қарапайымдылығымен және арзан бағасымен түсіндіріледі. Есептегішті 1908 жылы Гейгер ойлап тапты және оны Мюллер жетілдірді. Цилиндрлік Гейгер-Мюллер есептегіші металл түтіктен немесе ішінен металдандырылған шыны түтіктен және цилиндрдің осі бойымен жіңішке металл жіптен тұрады. Жіп анод, түтік - катод ретінде қызмет етеді. Түтік сирек кездесетін газбен толтырылған, көп жағдайда асыл газдар қолданылады - аргон және неон. Катод пен анодтың арасында шамамен 400 В кернеу жасалады.Көптеген есептегіштер үшін шамамен 360-тан 460 В-қа дейін созылатын үстірт деп аталады, осы диапазонда кіші кернеудің ауытқуы есептеу жылдамдығына әсер етпейді. Санауыштың жұмысы соққы ионизациясына негізделеді.Санғыштың қабырғаларына түсіп, радиоактивті изотоптың көмегімен шығарылатын Г-кванттар. Газда қозғалатын және газ атомдарымен соқтығысқан электрондар атомдардан электрондарды ұрып, оң иондар мен бос электрондар түзеді. Катод пен анод арасындағы электр өрісі электрондарды соққы иондалуы басталатын энергияға дейін үдетеді. Иондық көшкін пайда болады, ал есептегіш арқылы өтетін ток күрт артады. Бұл жағдайда R кедергісінде кернеу импульсі пайда болады, ол жазу құрылғысына беріледі. Есептегіш оған кірген келесі бөлшекті тіркей алуы үшін, көшкін сөндірілуі керек. Бұл автоматты түрде болады. Қазіргі уақытта R кедергісінде ток импульсі пайда болады, үлкен кернеудің төмендеуі орын алады, сондықтан анод пен катод арасындағы кернеу күрт төмендейді - разряд тоқтап, есептегіш қайтадан жұмысқа дайын болады. Метрдің маңызды сипаттамасы оның тиімділігі. Есептегішке тиген барлық γ-фотондар қайталама электрондар бермейді және олар анықталады, өйткені рентген сәулелерінің материямен әрекеттесуі өте сирек кездеседі, ал кейбір екінші реттік электрондар газдың көлеміне жетпес бұрын құрылғы қабырғаларында сіңіп кетеді. Санауыштың тиімділігі санауыш қабырғаларының қалыңдығына, олардың материалына және γ-сәулелену энергиясына байланысты. Есептегіштер ең тиімді болып табылады, олардың қабырғалары көп атомдық нөмірі бар материалдан жасалған, өйткені екінші электрондардың пайда болуы артады. Сонымен қатар, метрдің қабырғалары жеткілікті қалың болуы керек. Есептегіш қабырғаның қалыңдығы қабырға материалындағы қайталама электрондардың орташа бос жолына тең болған жағдайда таңдалады. Қабырғалардың қалыңдығы үлкен болған жағдайда, екінші электрондар есептегіштің жұмыс көлеміне енбейді, ал ток импульсі пайда болмайды. Г сәуле материямен әлсіз әрекеттесетіндіктен, әдетте γ есептегіштердің тиімділігі де төмен және тек 1-2% құрайды. Гейгер-Мюллер есептегішінің тағы бір кемшілігі - бөлшектерді анықтауға және олардың энергиясын анықтауға мүмкіндік бермейді. Бұл кемшіліктер сцинтилляциялық есептегіштерде жоқ.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц [Текст]: учебное пособие / И.М. Капитонов // Москва: УРСС, 2002. – 383 с.

2 Колпаков, П.Е. Основы ядерной физики [Текст]: учебное пособие для пед. инс-тов / П.Е. Колпаков // Москва: Просвещение, 2001. – 401 с.

3 Зарипова, Л.Д. Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность [Текст]: учебно-методическое пособие / Л.Д. Зарипова // Казань: Изд-во Казанс. Гос. Ун-та, 2008. – 42 с.

4 Фюнфер, Э. Счетчики излучений [Текст] / Э. Фюнфер, Г. Нейерт; пер. 2-го нем. Изд. А. Г. Берковского [и др.] // Москва: Госатомиздат, 1961. – 403 с.

5 Калашникова, В.И. Детекторы элементарных частиц [Текст]: учебное пособие / В.И. Калашникова, М.С. Козодаев // Москва: Наука, 1966. – 407 с.

6 Чистяков, В.А. Практикум по ядерной физике [Текст]: учебное пособие / В.А. Чистяков, Э.К. Садыков, Н.Г. Ивойлов, Е.Н. Дулов, М.М. Бикчантаев // Казань: Изд-во физ.фак-та Казанс. Гос. Ун-та, 2004. – 152 с.

7 Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Атомиздат, 1977.

8 Калашников В.И., Козодаев М.С. Детекторы элементарных частиц. М.: Наука, 1966.

9 Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. М.: Атомиздат, 1974. Ч. 1, 2.

10 Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1987. Т. 2. §82, §147. Т. 3. §75.

11 Актон Д.Р. Газоразрядные приборы с холодным катодом. М.;Л.: Энергия, 1965.

12 Каганов И.Л. Ионные приборы. М.: Энергия, 1972.

13 Кацнельсон Б.В., Калугин А.М., Ларионов А.С. Электровакуумные электронные и газоразрядные приборы: Справочник. М.: Радио и связь, 1985.

14 Кноль М., Эйхмейхер И. Техническая электроника Т. 2. М.: Энергия, 1971.

15 Сидоренко В.В. Детекторы ионизирующих излучений: Справочник. Л.: Судостроение, 1989

16 Рэд Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехники. - «Мир», М.. 2011, с. 229.

17 Котов Ю. Экономичный блокинг-генератор в источнике питания счетчика Гейгера. - Радио, 2004, №4, с. 22.

18 Моисеев А. А., Иванов В. И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. - Энергоатомиздат, М., 2009.

19 Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности.- Энергоатомиздат, М., 2003, с. 240-247.

20 Канцельсон Б. В., Калугин А. М., Ларионов А. С. Электровакуумные электронные и газоразрядные приборы (справочник). - «Радио и связь», М., 1999, с. 351...444.

21 Чечик Н. О., Файнштейн С. М., Лифшиц Т. М. Электронные умножители. - ГИТТЛ, М., 1998.

22 Варламов Р. Г., Варламов В. Р. Малогабаритные источники тока. - «Радио и связь», М., 1999.

23 Богданович М. И., Грель И. Н., Дубина С. А., Прохоренко В. А., Шалимов В. В. Цифровые интегральные микросхемы (справоч- ник). - «Беларусь»- «Полымя», Минск, 1996.

24 Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерения: Учеб.пособие. - 2-е изд., перераб. И доп.- М.: Энергоатомиздат, 2001.-304 с. ил.

А қосымшасы

Гейгер – Мюллер құрылғысын құрау барысында жүргізілген бағдарламаның коды:

```
#include <Wire.h>

#include <Keypad.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <TroykaMQ.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);

#define PIN_MQ135  A3

MQ135 mq135(PIN_MQ135);

const byte ROWS = 4; //four rows

const byte COLS = 4; //four columns

//define the cymbols on the buttons of the keypads char hexaKeys[ROWS][COLS] = {

{'D','C','B','A'},
  {'#','9','6','3'},
  {'0','8','5','2'},
  {'*','7','4','1'}
};

byte rowPins[ROWS] = {2, 3, 4, 5}; //connect to the row pinouts of the keypad

byte colPins[COLS] = {6, 7, 8, 9}; //connect to the column pinouts of the keypad

Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

unsigned long previousMillis = 0;

const long interval = 10000;


float mas[10];

int i=1;
```

```
int C=1;
```

А қосымшасының жалғасы

```
float S=0;
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Geigers counter");
  Serial.begin(9600);
  mq135.calibrate();
  Serial.print("Ro = ");
  Serial.println(mq135.getRo());
  delay(200);
  lcd.clear();
  pinMode(10,OUTPUT);
  mq135.calibrate(170);
}
void loop()
{
  char customKey = customKeypad.getKey();
  float val=mq135.readCO2();
  val=val/600;
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Rad: ");
```

```
lcd.setCursor(5,0);
```

А қосымшасының жалғасы

```
lcd.print(val);

lcd.setCursor(11,0);

lcd.print("uSv/h");

Serial.println(val);

//delay(100);

analogWrite(10,150);

delay(30);

analogWrite(10,0);;

int val2=map(val,3,0,50,200);
delay(val2);

switch (customKey){

  case '1':

  C=1;

  S=0;

  i=1;

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print("Minute: ");

  lcd.setCursor(9,1);

  lcd.print(C);

  Serial.println(customKey);

  break;

  case '2':

  S=0;

  i=1;
```

```
C=2;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
case '3':
C=3;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
case '4':
C=4;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

А қосымшасының жалғасы

```
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
case '5':
C=5;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
case '6':
C=6;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
```

```
lcd.print(C);
```

А қосымшасының жалғасы

```
Serial.println(customKey);
break;
case '7':
C=7;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
case '8':
C=8;
S=0;
i=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Minute: ");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(C);
Serial.println(customKey);
break;
```

```
 case '9':
```

А қосымшасының жалғасы

```
 C=9;
 S=0;
 i=1;
 lcd.clear();
 lcd.setCursor(0,1);
 lcd.print("Minute: ");
 lcd.setCursor(9,1);
 lcd.print(C);
 Serial.println(customKey);
 break;
}
unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
 previousMillis = currentMillis;
 mas[i]=val;
 Serial.print("mas[");
 Serial.print(i);
 Serial.print("]=");
 Serial.println(mas[i]);
 if(i==(C*6)){
   for(int j=1;j<=(C*6);j++){
   S=S+mas[j];
   }
   Serial.print("Sum=");
```

```
  Serial.println(S);
```

А қосымшасының жалғасы

```
  S=S/(C*6);
Serial.print("S=");
Serial.println(S);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Rad: ");
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print(S);
lcd.setCursor(13,1);
lcd.print("uSv/h");
S=0;
i=1;
}else{
  i++;
  }
```