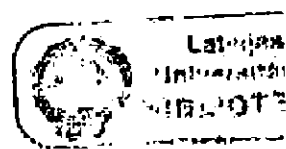


Latvijas Universitātes
Cietvielu fizikas institūts

A. Kristiņš *

**Metodika un aparatūra ^{14}C aktivitātes
noteikšanai mazaktīvos paraugos**

Darbu kopsavilkums fizikas doktora grāda
iegūšanai



Rīga, 1999

Anotācija

A. Kristiņa promocijas darbam

"Metodika un aparatūra ^{14}C aktivitātes noteikšanai mazaktīvos paraugos" (darbu kopsavilkums)

Darbs veltīts aktuālai problēmai - ^{14}C koncentrācijas noteikšanai ar augstu precizitāti mazaktīvos paraugos izmantojot scintilāciju metodi. Tas ir vajadzīgs arheologiem, ģeologiem un it sevišķi astrofiziķiem Saules cikliskās aktivitātes un citu astrofizikālo parādību pētīšanai tālā pagātnē.

Darbā dots problēmas raksturojums darba sākuma periodā, kad radiooglekļa koncentrāciju varēja izmērīt ar precizitāti ne lielāku par 0,5 % pie 20 g oglekļa daudzuma. Ir izanalizēti tā laika metodikas un aparatūras trūkumi un piedāvāti savi problēmas risinājumi. Secīgas paraugu un etalonu mērīšanas vietā tiek piedāvāta vienlaicīga etalonu un vismaz viena parauga mērīšana. Tas pasargā mērījumu rezultātus no apkārtējās vides ietekmes. Darbā apskatīta autora izstrādātā daudzkanālu reģistrācijas iekārta, no jauna izstrādātie mezgli, bloki un sistēmas. Sevišķa uzmanība veltīta fotoelektronu pavairotāju (FEP) raksturīgo īpašību un parametru pētīšanai un to rezultātu praktiskai izmantošanai. Ir noformulēti ieteikumi radiometrisko iekārtu konstruēšanai ar optimāliem parametriem.

Darbā tiek konstatēts, ka visu pētījumu un izstrāžu rezultātā ir radītas piedāvāto metodiku realizējošās iekārtas, kuras ļauj pie ~ 5 g oglekļa daudzuma noteikt tā aktivitāti ar precizitāti ne sliktāku par 0,2 %.

Ar radītās aparatūras palīdzību pirmoreiz atklātas būtiskas ^{14}C variācijas uz īsas laika skalas (55 gadi) paraugos ar vecumu virs 10 tūkstošiem gadu.

Ar autora aktīvu līdzdarbību ir radīts un ieviests praksē radiooglekļa valsts standarta paraugs (APY-1) ГСО 3612-87.

Darba pamatmateriāli tika referēti un apspriesti 10 Vissavienības ranga apspriedēs, semināros un simpozijos, kā arī daudzās konferencēs un semināros PSRS ZA Fizikāli tehniskajā institūtā, Tbilisi valsts universitātē un LU Cietvielu fizikas institūtā.

Darbu kopsavilkumā izmantoti 27 autora publicētie darbi, 8 no tiem ir autorapliecības. Citētās literatūras sarakstā 26 darbi.

Aizstāvēšanai tiek izvirzītas sekojošas galvenās tēzes:

1. Mazaktīvu zemu enerģiju β -starotāju koncentrācijas mērīšanas metode, atbilstoši kurai fons, etalons un vismaz viens paraugs tiek mērīti vienlaicīgi. Tas ļauj: a) izslēgt apkārtējās vides un tehnogēno lauku parametru izmaiņu ietekmi, kas rada neviendabīgus mērīšanas apstākļus; b) izslēgt standartu piesārņošanu, efektivitātes izmaiņas, kā arī nepieciešamību pēc to periodiskas pārliešanas. Piedāvātā metodika un to realizējošā aparatūra ļauj ^{14}C koncentrāciju pie parauga svāra ~ 5 g noteikt ar kļūdu ne lielāku par 0,2 %.

2. Piedāvāto metodiku realizējošā daudzkanālu iekārta un no jauna izstrādātie tās mezgli, bloki un ierīces.

3. Scintilāciju FEP dažādu specifisku īpašību un raksturlīkņu pētīšanas rezultāti.

4. Pirmoreiz atklātas būtiskas ^{14}C satura variācijas uz īsas laika skalas (55 gadi) koksnes paraugos ar vecumu virs 10 tūkstošiem gadu.

5. Radiooglekļa īpatnējās aktivitātes valsts standarta paraugs (APY - 1) ГСО 3612-87.

Annotation

of the promotion work "Methods and apparatus for determining of ^{14}C activity in low active patterns" of A. Kristins

This work is devoted to the actual subject - to determining of ^{14}C concentration with high precision in inactive patterns by scintillation method. This is necessary for archaeologists, geologists and especially for astrophysicists to learn cyclic solar activity and the other astrophysical phenomenon of the distant past.

In this work a description of the problem status is presented for the time when the work was started, when it was possible to measure radiocarbon concentration with a precision not exceeding 0,5 % for the weight of carbon pattern in 20 g. Analyses of the shortages of the methodology and devices of that period are presented.

Simultaneously measurement of standard and at least one sample is proposed instead of subsequent measurement of sample and standard. The method prevents results of the measurements from influence of environment. In the work the multi-channel apparatus, developed by the author, and special developed new devices, junctions and blocks for the apparatus for implementation of the offered method are described.

Special attention is paid to the research of the specific properties and parameters of the photoelectronic multipliers and to the practical applications of the results. Recommendations for design of radioelectronic devices with optimal parameters are formulated.

In the work is established that apparatus for realization of the offered methodology is created as result of all this research and development, that ensure determination of ^{14}C concentration with error not larger as 0.2% for sample with weight $\sim 5\text{g}$.

The created apparatus ensured, that for the first time in wooden samples more than 10 000 years old are discovered essential variations of the percentage of ^{14}C within short time scale (55 years).

Sample of state standard (APY – 1) ГСО 3612-87 for radiocarbon specific activity is created with essential effort of the author.

The main results of the work are presented and discussed at 10 All Union conferences, seminars and symposiums of the previous USSR, as well at many conferences and seminars in the Institute of Physics and Technic of the USSR, State University of Tbilisi and Institute of Solid State Physics of the University of Latvia.

In this summary 27 publications of author are used, 8 of them have certificates of authorship. List of references consist of 26 publications.

Basic theses to be protected in the promotion work are proposed as follows:

1. Method of measurement for low level β -ray sources - with simultaneously measuring of background level, standard and at least one sample. The method ensures: a) exclusion of influence of the changes of the technogenic fields and environment, which create non-homogenous circumstances for measurements; b) exclusion of pollution of standards, changes of it's effectivity, as well as necessity to replace the standards periodically. The proposed method and apparatus for implementation of the method ensures determination of ^{14}C concentration with error not larger as 0.2% for sample with weight $\sim 5\text{g}$.

2. Multi-channel apparatus and special developed new devices, junctions and blocks for the apparatus for implementation of the offered method.

3. Results of research of some specific properties and characteristic curves of the scintillation photoelectronic multipliers.

4. For the first time in wooden samples more than 10 000 years old are discovered essential variations of the percentage of ^{14}C within short time scale (55 years).

5. Sample of state standard (APY – 1) ГСО 3612-87 for radiocarbon specific activity.

Annotation

of the promotion work "Methods and apparatus for determining of ^{14}C activity in low active patterns" of A. Kristins

This work is devoted to the actual subject - to determining of ^{14}C concentration with high precision in inactive patterns by scintillation method. This is necessary for archaeologists, geologists and especially for astrophysicists to learn cyclic solar activity and the other astrophysical phenomenon of the distant past.

In this work a description of the problem status is presented for the time when the work was started, when it was possible to measure radiocarbon concentration with a precision not exceeding 0,5 % for the weight of carbon pattern in 20 g. Analyses of the shortages of the methodology and devices of that period are presented.

Simultaneously measurement of standard and at least one sample is proposed instead of subsequent measurement of sample and standard. The method prevents results of the measurements from influence of environment. In the work the multi-channel apparatus, developed by the author, and special developed new devices, junctions and blocks for the apparatus for implementation of the offered method are described.

Special attention is paid to the research of the specific properties and parameters of the photoelectronic multipliers and to the practical applications of the results. Recommendations for design of radioelectronic devices with optimal parameters are formulated.

In the work is established that apparatus for realization of the offered methodology is created as result of all this research and development, that ensure determination of ^{14}C concentration with error not larger as 0.2% for sample with weight $\sim 5\text{g}$.

The created apparatus ensured, that for the first time in wooden samples more than 10 000 years old are discovered essential variations of the percentage of ^{14}C within short time scale (55 years).

Sample of state standard (APY – 1) ГСО 3612-87 for radiocarbon specific activity is created with essential effort of the author.

The main results of the work are presented and discussed at 10 All Union conferences, seminars and symposiums of the previous USSR, as well at many conferences and seminars in the Institute of Physics and Technic of the USSR, State University of Tbilisi and Institute of Solid State Physics of the University of Latvia.

In this summary 27 publications of author are used, 8 of them have certificates of authorship. List of references consist of 26 publications.

Basic theses to be protected in the promotion work are proposed as follows:

1. Method of measurement for low level β -ray sources - with simultaneously measuring of background level, standard and at least one sample. The method ensures: a) exclusion of influence of the changes of the technogenic fields and environment, which create non-homogenous circumstances for measurements; b) exclusion of pollution of standards, changes of it's effectivity, as well as necessity to replace the standards periodically. The proposed method and apparatus for implementation of the method ensures determination of ^{14}C concentration with error not larger as 0.2% for sample with weight $\sim 5\text{g}$.

2. Multi-channel apparatus and special developed new devices, junctions and blocks for the apparatus for implementation of the offered method.

3. Results of research of some specific properties and characteristic curves of the scintillation photoelectronic multipliers.

4. For the first time in wooden samples more than 10 000 years old are discovered essential variations of the percentage of ^{14}C within short time scale (55 years).

5. Sample of state standard (APY – 1) ГСО 3612-87 for radiocarbon specific activity.

Saturs.

ievads.	4
1. Tēmas aktualitāte.	5
2. Pētāmie objekti.	6
2.1. Problēmas raksturojums darba sākuma periodā.	6
2.1.1. Metodika.	6
2.1.2. Aparatūra.	7
2.2. Agrāko ^{14}C reģistrācijas sistēmu trūkumi.	8
2.2.1. Metodika.	8
2.2.2. Aparatūra.	9
2.3. ^{14}C reģistrācijas sistēmu pilnveidošana.	10
2.3.1. Metodikas uzlabojumi.	10
2.3.2. Aparatūras uzlabojumi.	10
3. Iekārtas mezgli, bloki un sistēmas.	12
3.1. Fotoelektronu pavairotāji.	12
3.1.1. Fotokatodu jutības zonu raksturliķnes.	12
3.1.2. FEP pastiprinājuma koeficienta atkarība no izgaismojuma intensitātes.	12
3.1.3. FEP pastiprinājuma koeficienta atkarība no dalītāja rezistoru nominālu izmaiņām.	13
3.1.4. FEP pēcimpulsi.	13
3.1.5. Optiskā atgriezeniskā saite.	16
3.1.6. FEP amplitūdas izšķiršanas spēja.	17
3.2. Derīgās informācijas atlasē ierīces.	18
3.2.1. Amplitūdas diskriminatori.	18
3.2.2. Sakrišanas - antisakrišanas atlasē ierīces.	19
3.2.3. Impulsu garuma selektori.	19
3.3. Gaismas impulsu ģeneratori.	21
3.4. Radiometrisko iekārtu mērtrakta pārvades koeficienta automātiska regulēšana.	21
3.5. Scintilāciju skaitītāju kanālu skaņošanas vizuālās kontroles	

iekārta.	22
3.6. Palīgierīces.	23
3.7. FEP barošanas avoti.	23
3.8. Trešās nodaļas galvenie secinājumi un rekomendācijas.	24
4. Izstrādātās metodikas un aparatūras daži praktiskas pielietošanas piemēri.	27
5. Radiooglekļa metodikas metroloģiskais nodrošinājums.	29
6. ^{14}C koncentrācijas mērīšanas iekārtu parametri.	30
7. Secinājumi.	31
8. Darba aprobācija.	33
9. Citētās literatūras saraksts.	34
10. Darbā izmantoto autora publikāciju saraksts.	37
11. Atskaites.	41
Pateicības.	42

Ievads.

Darbs izpildīts LU Cietvielu fizikas institūtā Radioelektronikas daļā. Darbu tematiskais spektrs vienmēr ir bijis plašs. Arī šī darba autora publikācijas un izgudrojumi tika veltīti tām tēmām, kuras attiecīgajā laika periodā bija aktuālas un tika risinātas. Tāpēc disertācijā apkopota tikai tā daļa no autora zinātnisko darbu publikācijām (27 no 51), kas atspoguļo risināšanas gaitu un iegūtos rezultātus vienai samērā lielai tehniskās fizikas tēmai - *Metodika un aparatūra ^{14}C aktivitātes noteikšanai mazaktīvos paraugos.*

1. Tēmas aktualitāte.

1965. g. pēc B. Konstantinova un G. Kočarova iniciatīvas Padomju Savienībā problēmas "Astrofizikālās parādības un radioogleklis" ietvaros tika uzsākti sistemātiski pētījumi radiooglekļa izotopa ^{14}C izmantošanā dažādu astrofizikālo un ģeofizikālo uzdevumu risināšanai [26]. Pirmajā pētījumu etapā tika pētīta Saules cikliskā aktivitāte, mērot ^{14}C koncentrāciju paraugos ar zināmu vecumu, piemēram, dendrohronoloģiski datētās koku gadskārtās. Šie pētījumi parādīja, ka, lai iegūtu korektus rezultātus, ir nepieciešams radiooglekļa koncentrāciju mērīt ar precizitāti ne sliktāku par 0,3 %.

Tā kā primārais informācijas nesējs - beta daļiņu starojumu plūsma, kas rodas izotopa ^{14}C sabrukšanas procesā, ir ļoti vājš un stohastisks signāls, kas ir zem dabiskā radioaktīvā fona un aparātūras paštrokšņu līmeņa, tad radiooglekļa koncentrācijas noteikšana ar nepieciešamo precizitāti ir sarežģīts un darbietilpīgs eksperimentālās pētniecības uzdevums. Tā atrisināšanai bija nepieciešams gan, pirmkārt, pilnveidot mērījumu veikšanas metodi, gan izstrādāt un radīt jaunus mērīšanas līdzekļus.

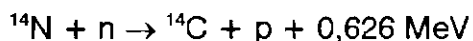
Septiņdesmitajos gados šo problēmu risināšanā iesaistījās disertācijas autors, izstrādājot jaunu metodi un izveidojot atbilstošu mērsistēmu. Tās galvenie mezgli tika pakāpeniski uzlaboti, lai mērsistēma darba gaitā spētu apmierināt arvien pieaugošās precizitātes prasības. Īpaša uzmanība tika veltīta mērījumu metroloģiskajam nodrošinājumam.

2. Pētāmie objekti.

Kā iepriekš minēts, uzdevums sadalās divos galvenajos virzienos - metodikā un aparatūrā.

Ir zināmi [1] seši oglekļa izotopi. Divi no tiem - ^{12}C un ^{13}C ir stabili. Trijam - ^{10}C , ^{11}C un ^{15}C ir īss pussabrukšanas periods (attiecīgi 19,1 s, 20,4 s, un 2,4 s) un tāpēc dabā nav sastopami. Ceturtais izotops ^{14}C ar pussabrukšanas periodu 5730 ± 40 gadi tiek izmantots vecuma noteikšanai. Dabiskajā ogleklī ^{14}C saturs sastāda 10^{-10} svara %, augos $1,07 \cdot 10^{-11}$ svara % [1].

Atmosfēras augšējos slāņos neitroniem iedarbojoties uz slāpekli notiek reakcija, kurā rodas radioogleklis ar protona izdalīšanos



Pēc tam, reaģējot ar skābekli, veidojas radioaktīvais oglekļa dioksīds, kas sajaucas ar neradioaktīvo oglekļa dioksīdu un nonāk kopīgā oglekļa cirkulācijā. Fotosintēzes rezultātā augi līdzās parastajam ogleklim absorbē arī radioaktīvo un iekonservē to audos. Barojoties no augiem, radioogleklis pāriet dzīvnieku audos. Mirušo augu un dzīvnieku paliekas labvēlīgos apstākļos var diezgan ilgi saglabāties bez trūdēšanas (purvos, mūžīgā sasalumā, upju ezeru un jūru dibenā). Nosakot atrasto organisko pārpalikumu radioaktivitāti, var noteikt absolūto vecumu, t.i. laiku, kad augs vai dzīvnieks bija dzīvs. 1946. g. U. Libbijs teorētiski nopamatoja iespējamību noteikt vecumu, izmantojot ^{14}C izotopu. Pirmos vecuma noteikšanas mērījumus ar radiooglekļa metodi 1949. g. veica Dž. Arnolds un U. Libbijs. Savu konkrēto uzdevumu risināšanai tagad šo radiooglekļa metodi absolūtā vecuma noteikšanai plaši lieto arheologi, ģeologi, astrofiziķi.

2.1. Problēmas raksturojums darba sākuma periodā.

2.1.1. Metodika.

Atrastos organiskos pārpalikumus pakļauj speciālai ķīmiskai apstrādei un pēc tam no tiem sintezē vai nu skaitīšanas gāzi proporcionāliem skaitītājiem, vai arī organiskos savienojumus scintilāciju skaitītājiem. Vislielāko ieguldījumu paraugu ķīmiskās sagatavošanas metožu attīstīšanā veicis H. Arslanovs [2]. Scintilāciju metode ļauj iegūt augstāku precizitāti un paplašināt vecuma

noteikšanas robežu ar salīdzinoši vienkāršākiem un ērtākiem līdzekļiem, tāpēc autors risināja problēmas, kuras ir saistītas ar scintilāciju metodi, lai uzlabotu tās precizitāti.

Saskaņā ar toreizējo metodiku [1], datēšanas mērījumu cikli sastāvēja no secīgas paraugu un divu standartu - fona preparāta un mūsdienu standarta* aktivitātes noteikšanas dažādā secībā.

Piemēram

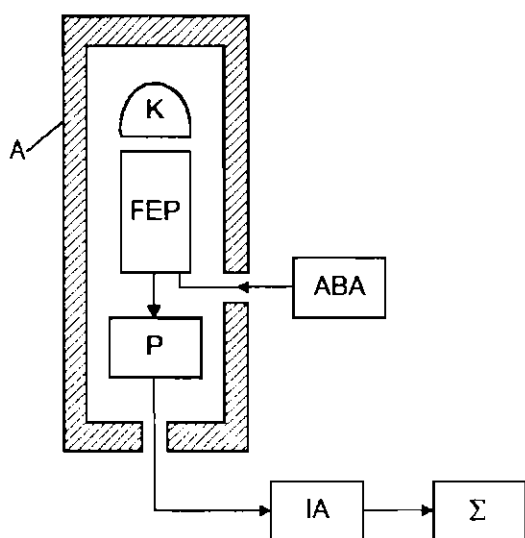
F P₁ P₂ S P₃ F P₄ S P₅ F P₆ S utt.

Kur F - fons, P_{1, 2...} - pirmais, otrais utt. paraugs, S - mūsdienu standarts. Katrs mērījums ilgst 1000 min.

Visi mērāmie preparāti ir šķidrā veidā. Tāpēc, nomainot vienu preparātu pret otru, ir nepieciešams pirmo preparātu izliet no kivetes, bet otro ieliet. Kivetes ar preparātu tiek ievietotas scintilāciju skaitītājos mērīšanai.

2.1.2. Aparatūra.

70-to gadu sākumā galvenā reģistrējošā aparatūra bija viena vai divu kanālu scintilāciju iekārtas. Radioelektroniski mezgli tad tika būvēti no elektronu lampām vai tranzistoriem. Tipiskas vienkanāla scintilāciju iekārtas blokshēma attēlota 1. zīmējumā.

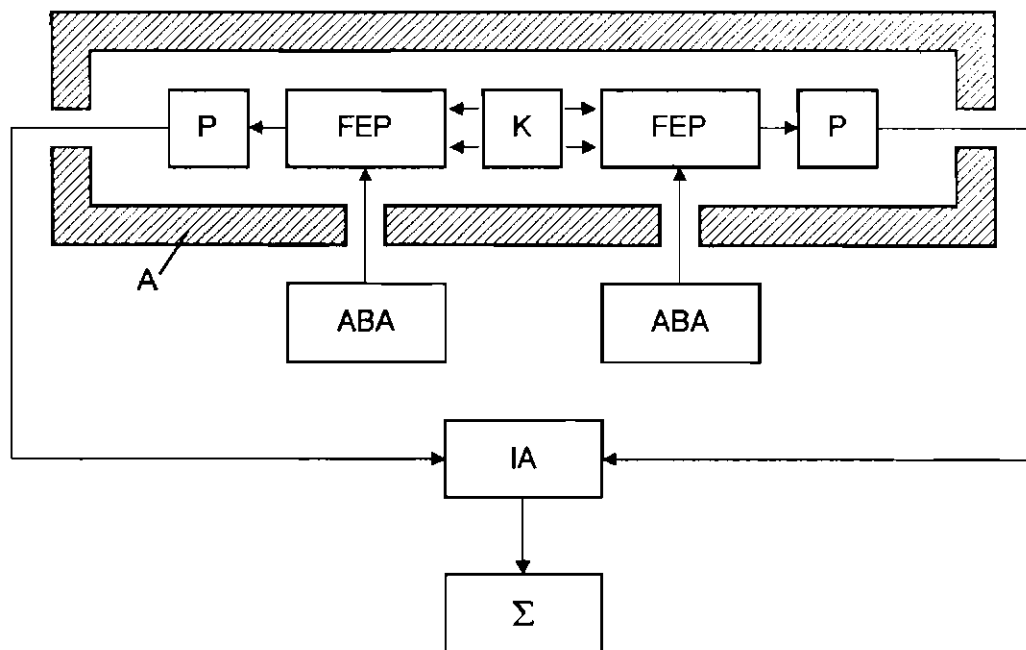


1 zīm. Vienkanāla scintilāciju iekārta: A - aizsardzība no ārējā radioaktīvā fona, K - kivete ar paraugu, FEP - fotoelektronu pavairotājs, P - pastiprinātājs, ABA - augstsprieguma barošanas avots, IA - impulsu analizators, Σ - skaitītājs.

* Fona standarts (fons) tiek gatavots no "mirušajām" akmeņoglēm (antracīta), kas nesatur ¹⁴C. Mūsdienu standartu visbiežāk gatavo no skābeņskābes.

Fotoelektronu pavairotajā (FEP) gaismas signāls, kurš rodas kivetē, tiek pārveidots elektriskā signālā, pastiprināts pastiprinātājā un, ja signāla amplitūda atrodas uzdotā amplitūdu intervālā (logā), tad tiek saskaitīts skaitītājā.

Divkanālu iekārtās scintilācijas tiek reģistrētas vienlaicīgi ar diviem FEP (sk. 2. zīm.), bet analizatorā papildus ietilpst sakrišanas shēma. Salīdzinot ar vienkanāla iekārtu, šāds risinājums atļauj automātiski izslēgt trokšņu impulsus, kas radušies vienā no kanāliem.



2. zīm. Divkanālu scintilāciju iekārta. Apzīmējumi tādi pat, kā iepriekšējā zīmējumā.

Lai atvieglotu abu kanālu noregulēšanu un kontrolētu darba gaitā pastiprinājuma koeficienta dreifus, daļa no tādām iekārtām tika aprīkota ar kalibrējošo gaismas impulsu avotiem. Tā laika veiksmīgāko konstrukciju izstrādājis A. Semencovs [3].

2.2. Agrāko ^{14}C reģistrācijas sistēmu trūkumi.

2.2.1. Metodika.

Vienkanāla un divkanālu mērīšanas metodēm bija šādi galvenie trūkumi:

1. Preparātu nevienlaicīgas mērīšanas dēļ, tie atrodas pie atšķirīgiem mērīšanas apstākļiem. Ilgstošās mērīšanas gaitā mainās temperatūra, kosmiskās radiācijas līmenis, atmosfēras spiediens, kurš radā barometrisko efektu, ļoti mainīgs industriālo trokšņu un traucējumu līmenis barošanas ķēdēs un sakaru līnijās starp dažādiem iekārtas blokiem.
2. Periodiska fona un etalona šķidrums maiņa kivetēs nenodrošina dažādā laikā iepildīto standartu daudzuma identitāti, īpaši, ja pieturētos pie tajā laikā pieņemtās tradīcijas mērīt nevis preparāta masu, bet gan tā tilpumu.
3. Daudzkārtīgas pārļiešanas noved pie standartu piesārņošanas un to efektivitātes izmaiņām.

Tādējādi tradicionālā mērījumu metodika nevarēja nodrošināt aktivitātes noteikšanu ar precizitāti, kura atkarīga tikai no stohastisko signālu nenoteiktības.

2.2.2. Aparatūra.

Padomju Savienība 70-to gadu sākumā nebija rūpnieciski ražotas aparatūras zemo aktivitāšu zemo enerģiju starotāju mērīšanai. Ārzemju aparatūra vispirms nebija pieejama un, otrkārt, arī tā nebija paredzēta risināt uzdevumus aktivitātes noteikšanai mazaktīviem preparātiem. Sakarā ar to katra radiooglekļa laboratorija pati izstrādāja savu iekārtu un pati no pieejamiem materiāliem to izgatavoja. Radās ļoti daudz tehnisko risinājumu un to realizāciju, ievērojama daļa no kurām no darbības korektuma viedokļa bija visai apšaubāmas, kaut gan to autori deklarēja visai augstus parametrus. Bet pat ar labāko to laiku iekārtu [3] pie 20 g. oglekļa daudzuma nebija iespējams iegūt par 0,5 % augstāku precizitāti. mēriekārtu metroloģiskais nodrošinājums nebija pat aizsākts izstrādāt. Arī starplaboratoriju salīdzinošā testēšana vēl nebija ieviesta. Tādēļ radās lielas neskaidrības, salīdzinot datēšanas rezultātus, kas bija iegūti dažādās laboratorijās.

^{14}C un ^3H reģistrācijas paredzēto scintilāciju iekārtu elektroniskās daļas izstrādātājiem nebija pieejamas nekādas rekomendācijas par iekārtas visu mezglu optimālākas konstrukcijas izvēli un komponēšanu. Nebija pietiekami pārļiecinošu kritēriju FEP izvēlei pēc to reālajiem parametriem, signālu un trokšņu impulsu selekcijas sistēmu pamatotai izvēlei, gaismas impulsu

ģeneratoriem, iekārtas pastiprinājuma trakta stabilizācijas ietaisēm. Scintilāciju skaitītāju operatīvās vizuālās skaņošanas indikācijas sistēmas vispār nebija izstrādātas.

2.3. ^{14}C reģistrācijas sistēmu pilnveidošana.

2.3.1. Metodikas uzlabojumi.

Minēto metodikas trūkumu novēršanai tika piedāvāta jauna metode {1}^{*}:

1. Fona, etalona un paraugu mērījumi jāveic vienlaicīgi, kas izslēdz nevienādu mērīšanas apstākļu ietekmi uz dažādiem skaitīšanas preparātiem, kā tas ir, ja mērījumus veic secīgi.
2. Mērījumos jālieto vismaz 3 identiskas kivetes (fonam, etalonam un paraugam), tādā veidā izslēdzot
 - periodisko standartu pārļiešanu,
 - standartu piesārņojumu,
 - standartu efektivitātes izmaiņas.

2.3.2. Aparatūras uzlabojumi.

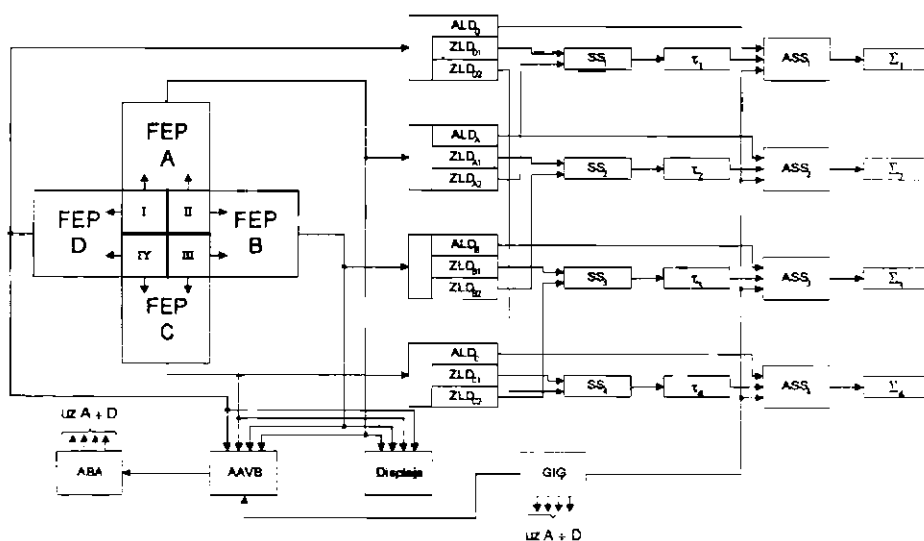
Piedāvātās metodikas realizācijai tika izstrādāta un izgatavota četrkanālu iekārta vienlaicīgai fona, etalona un divu paraugu mērīšanai {1, A1}. Darba gaitā tika veikti diezgan plaši pētījumi un dažādu mezglu un sistēmu darbības eksperimentālā pārbaude ar mērķi, lai atrastu tehniskos risinājumus, kuri būtu optimālāki doto uzdevumu risināšanai. Iekārtas struktūshēma attēlota 3. zīm.

Iekārta satur četrkanālu detektoru, sastāvošu no četriem FEP ar pastiprinātājiem un četru sekciju kivetī, diskriminatorus (ALD_A , ZLD_{A1} , $\text{ZLD}_{A2} \div \text{ALD}_D$, ZLD_{D1} , ZLD_{D2}), sakrišanas shēmas (SS_1 - SS_4) impulsu garuma selektorus ($\tau_1 \div \tau_4$), antisakrišanas shēmas ($\text{ASS}_1 \div \text{ASS}_4$), gaismas impulsu ģeneratoru (GIĢ), augstspriegumu avotu vadības bloku (AAVB), augstsprieguma barošanas avotus (ABA), displeja un rezultātu skaitītāju (Σ_1 - Σ_4) sistēmas.

Katrs FEP vienlaicīgi caurskata kivetes divas sekcijas. Tā FEP A caurskata I. un II. sekciju, FEP B - II. un III. utt. Katra FEP izejas signāls caur

* Ar { } tiek apzīmētas atsauces uz darbā izmantoto autora publikāciju un atskaišu sarakstiem.

diskriminatoriem, no kuriem trīs nepieciešami derīgā signāla izdalīšanai, divi - atbilstošā mērkanāla pastiprinājuma koeficienta koriģēšanai. No diskriminatoru izejām signāli tālāk tiek padoti uz sakrišanas shēmām. To izejas signāls arī nosaka notikumus, kuri notiek tajā vai citā kivetes sekcijā. Saņemtais signāls tālāk tiek pakļauts papildus apstrādei, proti: tas iziet caur impulsu selektoru pēc garuma un caur antisakrišanas shēmām. Rezultātā uz attiecīgo skaitītāju signāls nokļūst tikai tad, ja vienlaicīgi signāls bija divu blakus esošo FEP izejas, ja šis signāls atrodas uzdotajā logā gan pēc amplitūdas, gan pēc garuma, un ja tajā pašā laika momentā nav signāla kāda trešā FEP izejā. Pateicoties impulsu garumu selektoru esamībai, ir iespējams detektorā lietot kivetes ar aizsargscintilatoru {2}.



3. zīm. Četrkanālu scintilāciju iekārtas blokshēma. (Paskaidrojumi tekstā).

GIČ izstrādā kalibrētas amplitūdas gaismas izliesmojumus, kuri vienlaicīgi nokļūst uz visiem iekārtas FEP. Vienlaicīgi GIČ izstrādā sinhroimpulsus, kuri novērš kalibrēto gaismas impulsu signālu nokļūšanu kanālu skaitītājos un, gluži otrādi, nodrošina šo signālu nokļūšanu atgriezeniskās saites ķēdē iekārtas kanālu pastiprinājuma koeficientu atbilstošai koriģēšanai.

Displejs atvieglo jebkura iekārtas kanāla skaņošanu un kalibrēšanu, kā arī ļauj vizuāli kontrolēt darbību kādā no kanāliem. Displejs var strādāt sakrišanas vai antisakrišanas režīmā ar jebkuru citu kanālu.

3. Iekārtas mezgli, bloki un sistēmas.

3.1. Fotoelektronu pavairotāji.

Viena no galvenajām scintilāciju skaitītāju sastāvdaļām ir FEP. No FEP kvalitātes, no tā darbības optimālā režīmā un no izejas signāla apstrādes paņēmieniem pamatā ir atkarīga visas iekārtas darbības precizitāte. FEP izgatavotāji to pasēs uzdod tikai dažus elektriskos parametrus (parasti vidējās strāvas mērīšanas režīmam) vai arī vienīgi to maksimāli pieļaujamus lielumus. Tā kā katra konkrēta FEP tipa un eksemplāra parametri ir stipri individuāli un atkarīgi no daudziem ārējās iedarbības faktoriem un ekspluatācijas apstākļiem, kā arī laika gaitā var ievērojami izmainīties, tāpēc šī darba autors sevišķu uzmanību tika pievēršis tieši FEP un to raksturīgo īpašību un parametru pētīšanai. Jāatzīmē arī, ka literatūras avotos bija atrodami dati par faktiski jau novecojošiem FEP tiptiem. Skat., piemēram [4].

Pētījumu rezultāti atspoguļoti publikācijās {3, 4, 5}. Tika pētīti galveno kārt scintilāciju tehnikā visvairāk izmantojamie FEP (ФЭУ-93, ФЭУ-97, ФЭУ-118).

3.1.1. Fotokatodu jutības zonu raksturlīknes.

Pētījumu rezultātā konstatēts:

1. Vairumam izpētīto FEP jutība fotokatoda centrā ir visaugstākā un samazinās virzienā uz tā perifēriju; parasti jutībai ir liela nevienmērība un zonas ir nesimetriskas attiecībā pret centru.
2. Dažos gadījumos uz fotokatoda ir sastopamas zonas ar paaugstinātu jutību, pat lielāku, nekā fotokatoda centrā.
3. Paaugstinot FEP barošanas spriegumu, centrālajai jutības zonai novērojama tendence paplašināties {3}.

3.1.2. FEP pastiprinājuma koeficienta atkarība no izgaismojuma intensitātes.

Konstatēts {3}, ka FEP pastiprinājuma koeficientam ir šādas īpašības:

1. Tas ir atkarīgs no gaismas plūsmas summas, krītošas uz fotokatodu laika vienībā un nav atkarīgs no izgaismojuma veida (pastāvīga vai impulsveida ar pietiekami augstu atkārtotāšanās frekvenci).
2. Tas var daudzkārt palielināties, palielinot fotokatoda apgaismojumu, pie kam izmaiņu raksturs var būt krasi nelineārs ar histerēzi apgaismojumam samazinoties (vēlāk līdzīgus rezultātus ar citiem FEP tipiem ieguva arī Jamašita [5, 6]).
3. Pastiprinājuma koeficients mazākā mērā ir pakļauts izmaiņām, ja palielina strāvu caur FEP dalītāju.

3.1.3. FEP pastiprinājuma koeficienta atkarība no dalītāja rezistoru nominālu izmaiņām.

Eksperimentāla pārbaude parādīja {3}, ka

1. Vislielākās FEP pastiprinājuma koeficienta izmaiņas notiek mainot dalītāja rezistora pretestību starp pēdējo dinodi un barošanas avota "+".
2. FEP tipiem ФЭУ-93 un ФЭУ-97 vislielākais pastiprinājuma koeficients ir, ja šis rezistors ir 0,4 R (izgatavotājrūpnīca ieteic vērtību 4 - 7 R).
3. Šīs pretestības izmaiņas rezultātā atsevišķiem FEP pastiprinājuma koeficients var izmainīties par kārtu.

3.1.4. FEP pēcimpulsi.

Šīs parādības iepriekšējie pētījumi parādīja, ka praktiski visiem ФЭУ-93, ФЭУ-97 ir pēcimpulsi ar kavējuma laiku ne mazāku par 10 - 15 μ s ar pīķiem 0,4 μ s un 4,5 ÷ 5,0 μ s apvidū {4}. Iegūtie rezultāti pamudināja autoru kopā ar J. Jansonu veikt scintilāciju tehnikā pielietojamo FEP daudz detalizētākus pētījumus ar speciālo iekārtu FEP vienelektronu raksturliķņu pētīšanai. Šī iekārta pēc MEVIR SKB (Maskavas elektrovakuma iekārtu rūpnīca) pasūtījuma bija speciāli izstrādāta un izgatavota CFI. Šīs iekārtas izstrādē piedalījās arī šī darba autors {A2}.

Ņemot vērā to, ka veiktie pētījumi ir diezgan specifiski, apskatīsim tos mazliet sīkāk {5}.

Viens no FEP parametriem, kas nosaka to derīgumu scintilāciju iekārtām, ir tumsas impulsu strāvas lielums, kurš tiek izteikts ar γ -starojuma enerģētisko ekvivalentu pie skaitīšanas ātruma integrālajā režīmā 10 imp/min [7]. Tāds tumsas impulsu strāvas lieluma definējums atspoguļo ne tikai FEP individuālo kvalitāti, bet arī ietver mērījumu apstākļus, izmantotā scintilatora tipu un kvalitāti, gaismas savākšanas īpatnības utt. Tāpēc FEP tumsas trokšņu impulsu lielumu noteikšanai labāk piemērota ir šo impulsa vidējā amplitūda, attiecībā pret vienelektronu impulsu vidējo amplitūdu. Par "viennelektronu" impulsu sauc impulsu FEP izejā, kas rodas no viena elektrona, izlidojoša no fotokatoda. Tā kā FEP ikreizējais pavairošanas koeficients M_i ir gadījuma lielums (katras dinodes sekundāro elektronu skaits m_i fluktuē, pakļaujoties Puasona statistikai), tad vienelektronu impulsu amplitūdas ir ļoti dažādas, bet to sadalījums noteiktam FEP elektriskās barošanas režīmam ir pastāvīgs, aproksimējams ar Puasona sadalījuma funkciju, kuras parametrs ir FEP pirmās dinodes sekundārās emisijas koeficients. Viennelektronu impulsu vidējā amplitūda ir proporcionāla FEP dinožu sistēmas kopējam pavairošanas koeficientam \overline{M} . Ja anoda ķēdes laika konstante ($\tau = R \cdot C$) ir daudz lielāka par vienelektrona strāvas impulsa ilgumu FEP izejā, kā tas tiek parasti realizēts, reģistrējot scintilācijas, tad vienelektrona impulsa sprieguma vidējā amplitūda uz izejas rezistoru ar pretestību R ir izsakāma kā

$$\overline{U}_e = e \cdot \overline{M} / C,$$

kur e - elektrona lādiņš, C - izejas ķēdes kopējā kapacitāte.

Trokšņu impulsu sprieguma amplitūda \overline{U}_t var būt izteikta relatīvi attiecībā pret \overline{U}_e . FEP kvalitāti tātad var raksturot ar trokšņu impulsu laika vienībā N_t , to amplitūdu sadalījumu un reģistrēšanas laiku sadalījumu attiecībā pret signāla impulsiem.

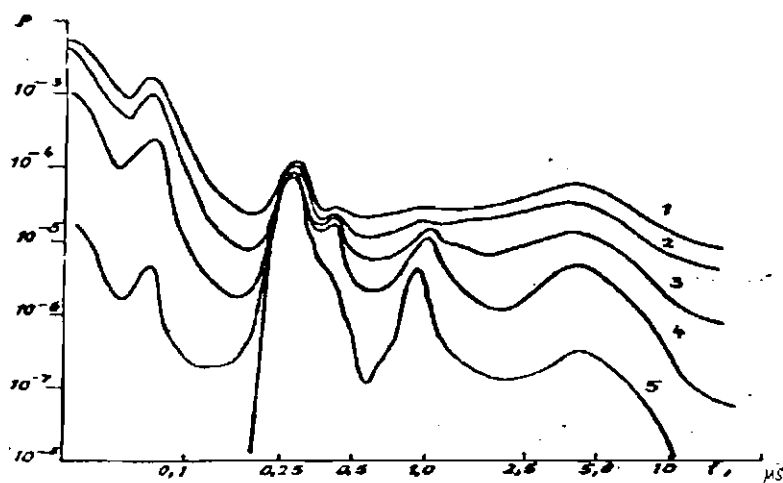
Pāreja no vienelektronu trokšņu noteikšanas uz enerģētisko ekvivalentu iespējama, ja ir zināmas konversijas efektivitātes izmantojamam scintilatoram un FEP fotokatodam C_{ef} un C_{fe} . FEP $C_{fe} = 0,05 \div 0,1$, šķidrajiem un plastmasas

scintilatoriem $C_{ef} \leq 0,02$ (elektroniem), tas nozīmē, ka viena fotoelektrona radīšanai nepieciešama 1 – 2 keV enerģija.

Parasti trokšņu impulsu sekošanas biežumu N_t mēra, kad FEP ir aptumšots. Bet ir zināms, ka pēc FEP apgaismošanas N_t lielums atjaunojas līdz iepriekšējam stacionārajam līmenim pēc diezgan nenoteikta laika, kura ilgums ir atkarīgs no daudziem faktoriem. Tāpēc ir lietderīgi visus trokšņu impulsu iedalīt stacionārajos un dinamiskajos trokšņos. Impulsu mērījumos dinamiskos trokšņus sauc par pēcimpulsiem.

FEP dinamisko trokšņu pētījumu eksperimentālie rezultāti iegūti pie FEP pasē uzrādītiem elektrodu barošanas režīmiem un pavairošanas koeficienta $M = 3 \cdot 10^6$. Tika pētīti pēc statistiskām raksturliķnēm atlasītie labākie FEP eksemplāri.

Raksturīgākā $\Phi\Theta\Upsilon-93$ pēcimpulsu reģistrēšanas laika sadalījumu saime atkarībā no diskriminācijas sliekšņa attēlota 4. zīm.



4. zīm. $\Phi\Theta\Upsilon-93$ pēcimpulsu laika sadalījumi pie $U_i = 2 \bar{U}_e$:
 1 - $U_d = 0,5 \bar{U}_e$,
 2 - $U_d = 1 \bar{U}_e$,
 3 - $U_d = 2 \bar{U}_e$,
 4 - $U_d = 4 \bar{U}_e$,
 5 - $U_d = 8 \bar{U}_e$.

Gaismas impulsu amplitūda tiek noteikta ar FEP vidējo izejas impulsu amplitūdu \bar{U}_i attiecībā pret FEP vienelektronu vidējo impulsu amplitūdu \bar{U}_e . Impulsu diskriminācijas sliekšnis U_d arī tiek noteikts attiecībā pret \bar{U}_e .

Uz ordinātu ass ir atlikta pēcimpulsu reģistrācijas diferenciālā varbūtība P 10 ns laika intervālā attiecībā pret vienu uz fotokatodu padotu gaismas impulsu. Grafiki attēloti dubultlogaritmiskā mērogā.

Laika sadalījumos var izdalīt piecus maksimumus 70, 280, 400 ns un 1 un 4 μ s rajonā. Sevišķi jāatzīmē pīķis ar 280 ns laika azturi, kurš satur daudzelektronu pēcimpulsus ar anomāli lielu amplitūdu.

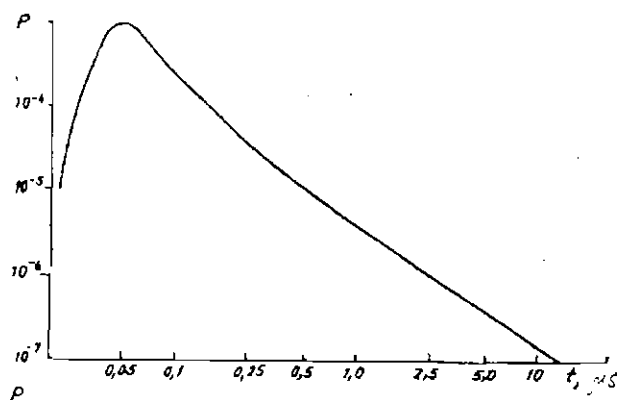
Visiem pārbaudītiem FEP, apgaismojot tos ar gaismas impulsiem dažādu reģistrējamo fotonu līmenī, pēcimpulsi novērojami līdz 20 μ s. Tālāk to parādīšanās varbūtība kļūst mazāka par stacionāro trokšņu līmeni.

Eksperimentos tika konstatētas arī šādas FEP īpašības:

1. Pēcimpulsu reģistrācijas varbūtība visiem pārbaudītajiem FEP aug, palielinot gaismas impulsu amplitūdas un palielinās pēcimpulsu amplitūdas un to reģistrēšanas ilgums, bet atkarības nav tieši proporcionālas.
2. Integrālā pēcimpulsu parādīšanās varbūtība vienelektronu izgaismojumiem sastāda dažus procentus, ja apgaismojuma impulsu amplitūdas ir vienelektronu līmenī.
3. Pēcimpulsu amplitūda pie vienelektronu izgaismojumiem daudzos gadījumos pārsniedz vienelektrona līmeni.
4. Daudzelektronu pēcimpulsu rašanās laika diapazonā līdz 1 μ s saistīta ar ūdeņraža joniem, kuri desorbcijas dēļ rodas dinožu sistēmas ieejas daļā.

3.1.5. Optiskā atgriezeniskā saite.

FEP pēcspīdēšanas varbūtības tipiskais līknes izskats attēlots 5. zīm.



5. zīm. FEP pēcspīdēšanas tipiskais laika sadalījums.

Spīdēšana pieaug elektronu pavairošanas laikā un sasniedz maksimumu vienlaicīgi ar FEP izejas impulsu formēšanas beigām. Spīdēšanas dziļums notiek monotoni un tai ir aptuveni hiperbolisks raksturs. Optiskā atgriezeniskā saite var

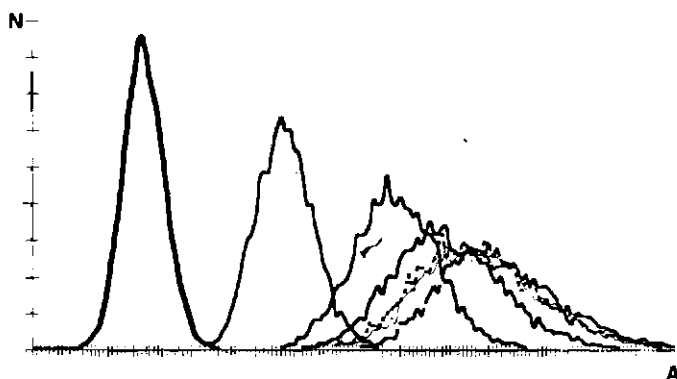
izsaukt pēcimpulsu sadalījumā maksimuma rašanos ar kavējumu, kurš nepārsniedz FEP izejas impulsa formēšanas laiku.

Visticamākais skaidrojums vienelektronu pīķa esamībai 70 ns rajonā ФЭУ-93 ir optiskā atgriezeniskā saite no FEP pēdējām dinodēm {5}.

3.1.6. FEP amplitūdas izšķiršanas spēja.

Eksperimentāli konstatēts {6}, ka pēcimpulsu esamība

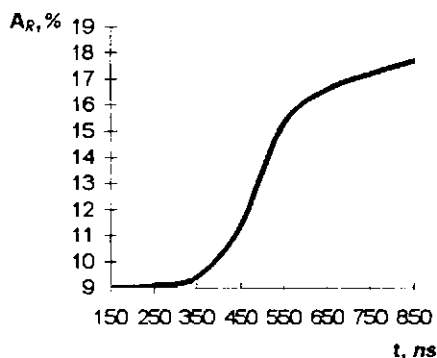
- pasliktina amplitūdas izšķiršanas spēju;
- izsauc amplitūdas sadalījumu pīķu paplašināšanos, pie kam pīķi pārvietojas lielāko amplitūdu virzienā, bet to forma izkropļojas (6. zīm.).



6. zīm. Amplitūdas sadalījumi dažādiem integrēšanas laikiem. N - impulsa skaits, A - amplitūda.

Jo mazāka gaismas impulsa amplitūda, jo vairāk pasliktinās amplitūdas izšķiršanas spēja (nelineāra sakarība).

Amplitūdas izšķiršanas spējas pasliktināšanās notiek galvenokārt pateicoties pēcimpulsiem, kuri rodas jonu atgriezeniskās saites rezultātā laika posmā $\sim 0,9 \mu\text{s}$ (-93, -97, -118, -159 tipa žālūziju FEP) (sk. 7. zīm.).



7. zīm. FEP amplitūdas izšķiršanas spēja atkarībā no integrēšanas laika.



FEP noderīgumu amplitūdu sadalījumu reģistrēšanai autors ieteic novērtēt pēc kritērija k :

$$k = A_{Ro} / A_R$$

vai pēc apgriezti proporcionālās vērtības

$$1/k = A_R / A_{Ro} ,$$

kur A_R - FEP amplitūdas izšķiršanas spēja kādā amplitūdu sadalījuma punktā bez pēcimpulsu režekcijas; A_{Ro} - tas pats, tajā pašā punktā, tikai ar pēcimpulsu režekciju. Jo k vai $1/k$ vērtība tuvāka vieniniekam, jo labāks FEP un mazāka pēcimpulsu ietekme uz gala rezultātu.

3.2. Derīgās informācijas atlases ierīces.

Derīgās informācijas atlases ierīču uzdevums ir sašķirot visu ieejas signālu kopību divās kategorijās: signālos, kuri satur derīgu informāciju un informāciju nesaturošos signālos, kurus tāpēc jāizslēdz.

Dotās problēmas ietvaros signālu šķirošanai tiek izmantoti tādi raksturojumi kā signālu amplitūdas un garuma, kā arī dažādu signālu savstarpējās novietošanās laikā salīdzināšana ar etalonvērtībām.

Viena no autora piedāvātajām derīgās informācijas atlases ierīcēm blokshēmu līmenī aprakstīta literatūrā {4}. Daži atlases ierīcēs ietilpstošie svarīgākie mezgli apskatīti turpmāk.

3.2.1. Amplitūdas diskriminatori.

70-to gadu vidū jonizējošo starojumu mērīšanas praksē tika plaši lietoti pusvadītāju diožu un lavīntranzistoru amplitūdas diskriminatori. Bez visām pozitīvajām īpašībām, kuras piemita vienam vai otram diskriminatora tipam, bija arī tiem raksturīgie trūkumi. Tā, diožu diskriminatori labi strādā tikai pie lieliem signāliem (virs 10 V). Tuneļdiodes ir kaprīzas darbā un prasa sevišķi rūpīgu skaņošanu. Labiem tranzistoru diskriminatoriem ir sarežģīta struktūra. Lavīntranzistoru diskriminatori nav lietojami tajos gadījumos, kad ir jāsaņem informācija par impulsa platumu diskriminācijas līmenī, kā arī tiem ir liels mirušais laiks.

Mūsdienās izmantojamie integrālie komparatori, pirmkārt, toreiz bija nepieejami, un, otrkārt, to ātrdarbības parametri nebija apmierinoši. Bet ap to laiku parādījās augstas ātrdarbības ciparu ESL IS (emittersaites loģikas integrālās shēmas). Autors uz ESL IS sastāvā ietilpstošā elementa "diferenciālais līnijas uztvērējs" bāzes izstrādāja samērā vienkāršus diskriminatorus ar dažu ns ātrdarbību un jutību līdz 2 mV, kuriem nav augstāk minēto daudzo trūkumu. Šo diskriminatoru konstrukcijas un īpatnības apskatītas darbā {7}.

3.2.2. Sakrišanas - antisakrišanas atlases ierīces.

Visvairāk izplatīto ierīču, kuras veic derīgās informācijas atlasīšanu pēc sakrišanas - antisakrišanas principa, uzbūvi var iedalīt divās galvenajās grupās. Pie pirmās jāpieskaita ierīces, kuras veic noteikta garuma impulsu formēšanu no priekšējās vai aizmugures informatīvā signāla frontes [8, 9]. Pie kam, ja piesaiste ir pie priekšējās informatīvā signāla frontes, tad skaitīšanas signālu impulsus uz sakrišanas shēmu (SS) padod caur aiztures līniju, bet, ja piesaiste ir pie aizmugures frontes, tad uz SS caur aiztures līniju tiek padoti bloķējošā signāla impulsi. Pie otrās grupas pieskaitāmas ierīces ar operatīvo augšējā līmeņa diskriminatora nostrādāšanas fakta fiksāciju [10].

Pirmajai grupai, atšķirībā no otrās, ir raksturīgi stingri ierobežojumi uz informatīvo impulsu pieauguma un krituma garumiem un neiespējamība papildus šķirot informāciju pēc signālu garumiem. Tas samazina iekārtu trokšņu noturību.

Autors ir izstrādājis vairākus sakrišanas - antisakrišanas atlases ierīču variantus, piederošus pie otrās grupas, un kuri, atšķirībā no agrāk zināmiem risinājumiem, ir vienkāršāki un ar lielākām funkcionālām iespējām. Darbā {8} ir aprakstīti tādas ierīces divi varianti - ar un bez impulsu garuma selekcijas. Literatūrā {9} aprakstīts tādas ierīces mazliet vecāks variants, kurš izstrādāts uz tehniskā risinājuma bāzes, kas atzīts par izgudrojumu {10}.

3.2.3. Impulsu garuma selektori.

Scintilāciju iekārtās impulsu trokšņi pamatā rodas vai inducējas analogajā daļā. Galvenie impulsu trokšņu avoti ir FEP stacionārie un dinamiskie trokšņi, kā

arī industriālie un dabiskie traucējumi. Pie pēdējiem jāpieskaita arī kosmisko fonu un konstruktīvo materiālu radioaktīvo fonu. Katram trokšņu veidam ir savas raksturīgās īpatnības, tai skaitā arī impulsu raksturīgie garumi. Ja ir zināmi derīgo impulsu raksturīgie garumi, tad ir iespējams noteikt laika logu. Tad, ja impulsa garums iekļūst logā, impulss ir jāņem vērā, ja nē - tad informāciju par impulsu ir jāanulē. Impulsu šķirošanai pēc garuma kalpo impulsu garuma selektori. Tos sauc arī par platumimpulsu signālu selektoriem. Strādājot pie dotās tēmas, autors ir izstrādājis virkni tādu selektoru. Desmit to varianti ir aizsargāti ar autorapliecībām [10 - 16].

Ja nepieciešams fiksēt impulsa garumu τ_i intervālā (logā) starp τ_{min} un τ_{max} , tas ir, izdalīt impulsu, kura garums atbilst nosacījumam $\tau_{min} < \tau_i < \tau_{max}$, tad tādām nolūkam ir derīgi {10, 11, 12, 13, 14} aprakstītie ierīču varianti.

Divi ierīču varianti, kuri aprakstīti {13} var papildus fiksēt impulsus ar $\tau_i > \tau_{max}$, kas var būt visai noderīgi iekārtas ar aizsargscintilatoru {2} ārējā radioaktīvā fona novērtēšanai.

Ierīce {15} fiksē tikai tos impulsus, kuru garums ir lielāks par uzstādīto laika sliekšni. Bet ierīce {16} analizējamus impulsus sadala divos kanālos, pirmajā - impulsi ar garumu mazāku par uzstādīto laika sliekšni, otrajā - ar lielāku par laika sliekšni.

Literatūrā {12} aprakstīti trīs ierīces varianti, katrs no kuriem var veikt savu atlasē funkciju: pirmais - gadījumam, kad $\tau_{min} < \tau_i < \tau_{max}$, otrais - gadījumam $\tau_i < \tau_{min}$ un trešais - ja $\tau_i > \tau_{max}$.

Izstrādājot selektorus sevišķa uzmanība tika pievērsta sacensību novēšanas jautājumam pie jebkuriem ieejas signālu garumiem, kas izslēdz parazitisko gadījuma impulsu rašanos izejās, un ierīču mirušā laika minimizēšanai, jo tas veicina pārklāšanās un nepareizas skaitīšanas varbūtības samazināšanos. Divos gadījumos {10, 16} mirušais laiks atkarīgs no selektora izejā pieslēgtās registrējošās iekārtas ātrdarbības, citos gadījumos atrodas robežās no 6 $\tau_{l.e.a.}$ {11} līdz 2 $\tau_{l.e.a.}$ {14, 15}. Šeit $\tau_{l.e.a.}$ - loģiskā elementa signāla izplatišanās aiztures laiks. TTL IS tas sastāda 5 līdz 20 ns, ESL - 1,5 ÷ 2 ns.

3.3. Gaismas impulsu ģeneratori.

Gaismas impulsu ģeneratori tiek lietoti radiometrisko iekārtu pastiprinājuma trakta stabilizācijai. Šim nolūkam paredzēto ģeneratoru ir diezgan daudz (sk., piemēram, [11, 12, 13]), bet nebūt ne visi no tiem dod pozitīvu efektu. Visai raksturīgu piemēru var atrast darbā [14], kuru nu nekādi nevar ieteikt praktiskai lietošanai.

Galvenās prasības gaismas impulsu ģeneratoriem ir atrodamas darbā {17}:

- gaismas impulsu garumam ir jābūt ar tādu kārtu kā lietojamā scintilatora izspīdināšanas laiks;
- gaismas iznākumam jābūt salīdzināmam pēc intensitātes ar atbilstošā scintilatora gaismas iznākumu;
- gaismas iznākuma stabilitātei jānodrošina iespēju kontrolēt pārveidošanas koeficientu reģistrējošai iekārtai, kura pārveido gaismas plūsmu tai proporcionālā sprieguma vai strāvas amplitūdā;
- gaismas starotāja izejas spektram jāatbilst attiecīgo FEP fotokatodu spektrālajai jutībai;
- jābūt drošai sinhronizācijai ar mēriekārtu.

Tajā pašā darbā īsi apskatīts gaismas impulsu ģeneratora variants, kurš ar rūpīgu temperatūras kompensāciju ļauj samazināt temperatūras nestabilitāti gaismas impulsu amplitūdai līdz $0,003 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$ (temperatūras diapazonā no $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ līdz $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

3.4. Radiometrisko iekārtu mērtrakta pārvades koeficienta automātiska regulēšana.

Radiometrisko iekārtu mērtrakta pastiprinājuma koeficienta stabilizāciju uzdotajā līmenī var veikt, kā etalonu lietojot stabilas amplitūdas gaismas impulsu ģeneratoru vai radioizotopu avotu. Atgriezeniskās saites signāls iedarbojas vai nu uz pastiprinātāju [15], vai uz diskriminatoru atbalsta sprieguma avotu [16] vai arī uz augstsprieguma avotu [14]. Iespējams vēl viens atgriezeniskās saites signāla iedarbības variants - uz FEP augstsprieguma dalītāja pēdējo kaskādi,

balstoties uz dotā darba 3.1.3. punkta secinājumiem. Tāds variants radiometrisko iekārtu mērtrakta pastiprinājuma automātiskai regulēšanai apskatīts darbā {18}. Piedāvātā stabilizācijas sistēma ir spējīga kompensēt mākslīgas augstsprieguma izmaiņas attiecībā pret darba spriegumu par $\pm 100 \text{ V}$ (vai $\geq \pm 2$ reizes pēc pastiprinājuma). Šis shēmas variants ir derīgs lietošanai kopā ar jebkuru citu no augstāk minētajiem blokiem. Tādam nolūkam vajadzīgas tikai nelielas individuālas izmaiņas atgriezeniskās saites ievadīšanas ķēdēs.

Visiem iepriekš aplūkotajiem radiometrisko iekārtu mērtrakta pārvades koeficienta regulēšanas paņēmieniem ir savi, tālāk uzrādītie, individuālie trūkumi.

1. Diskriminatoru sliekšņu sprieguma mainīšana noved pie neprecizitātēm, kuras ir saistītas ar diferenciālo diskriminatoru loga platuma izmaiņām, un apstrādājamo amplitūdu dinamiskā diapazona izmaiņām.
2. Ir grūti realizēt pastiprinājuma korekcijas platjoslos pastiprinātājos, saglabājot nemainīgus pastiprinātāja parametrus.
3. Augstsprieguma izmaiņas vai spriegumu pārdalīšana FEP dalītājā var novest pie kļūdām, kuras ir saistītas ar fotokatodu zonu raksturlīknēm.

Vairumā vēlāko darbu priekšroka tiek dota augstsprieguma izmaiņām (sk., piemērām [16, 17, 18]).

3.5. Scintilāciju skaitītāju kanālu skaņošanas vizuālās kontroles iekārta.

Jonizējošo starojumu reģistrācijas iekārtas skaņošana būtiski atvieglojas, ja iekārtā ir reģistrējamo impulsu amplitūdu tekošās vērtības indikators. Bez tam, tas ļauj skaitīšanas kanālos atklāt traucējumus, ieejas impulsu amplitūdas sadalījumos noteikt maksimumu, precīzi fiksēt repera - kontroles gaismas impulsa atrašanās vietu.

Izmantojot zināmos tehniskos risinājumus [19, 20, 21] un likvidējot tur esošos trūkumus, autors izstrādāja tehnisko risinājumu, kurš nodrošina izvirzītā mērķa sasniegšanu. Tas ir aprakstīts literatūrā {19} un aizsargāts ar autorapliecību {20}.

Bez augstāk minētajām iespējām izstrādātajai ierīcei ir vēl arī citas:

– iespēja pārveidot nanosekunžu diapazona impulsu amplitūdu jebkura cita, lielāka garuma diapazona impulsos ar ekvivalentu amplitūdu, piemēram - impulsos mikrosekunžu diapazonā, kuri ir derīgi apstrādei ar rūpnieciski ražotiem impulsu analizatoriem;

– iespēja noteikt impulsu maksimālo amplitūdu impulsu sērijā.

Tāpat ir paredzēta iespēja veikt novērošanu un impulsu apstrādi sakrišanas vai antisakrišanas režīmā ar kādu citu signālu, piemēram, no iekārtas cita kanāla (sk. 2.3.2.).

3.6. Palīgierīces.

Zema līmeņa radioaktivitātes mērīšana ir ilgstošs process, kurš prasa pastāvīgi kontrolēt mērāmā lieluma skaitīšanas ātrumu. Viens no zemo aktivitāšu mērījumu gaitas statistiskās kontroles paņēmieniem ir laika reģistrācija, kurā tiek saskaitīts noteikts, katram mērījumam konstants, impulsu skaits. Visvienkāršāk ir informāciju par katra mērījuma laiku izvadīt uz ciparu drukas iekārtu (CDI). Bet tādu iekārtu deficīts vai arī būtiskas grūtības skaitītāju izejas signālu salāgošanai ar CDI ieejas parametriem noveda pie visai eksotisku iekārtu radīšanas, vajadzība pēc kurām no mūsdienu viedokļa visai apšaubāma.

A. Semencovs piedāvāja iekārtu, kura realizēja augstāk minēto kontroles paņēmieni, bet bija saistīta ar izmantojamā pašrakstītāja pārbūvi [22].

Autors piedāvā analogiskas iekārtas variantu, kura izmantošana ir iespējama ar jebkuru pašrakstītāju bez tā pārbūves {21}. Ierīce ļauj korekti fiksēt mēriekārtā iekļuvušo elektromagnētisko trokšņu ietekmi uz skaitīšanas ātrumu, tādējādi novēršot būtiskas kļūdas aktivitātes noteikšanā.

Kopā ar šo ierīci var strādāt cita, darbā {22} aprakstītā ierīce, kura ļauj jebkura elektroniskā skaitītāja (ar kodu izejām) rezultātu attēlot diagrammas veidā ar jebkura elektroniskā pašrakstītāja palīdzību.

3.7. FEP barošanas avoti.

Lielākā daļā iekārtu, kurās tiek izmantoti FEP parasti to barošanai tiek izmantoti rūpnieciski ražotie augstsprieguma avoti ar rokas vadību. Tādi augstsprieguma barošanas avoti (ABA) ir pilnīgi nepiemēroti darbam kontūrā ar

korektējošo atgriezenisko saiti vai arī darbam ar ārējo analogo vai ciparu vadības signālu. Autoram ar tādu problēmu nācās bieži satapties un konstruēt dažādas pielietojamības automātiski vadāmus ABA, tai skaitā arī FEP vajadzībām. Speciāli FEP parametru automātiskās pētišanas stendam konstruētais ABA aprakstīts darbā {23}. Uz zināmu tehnisko risinājumu kritiskās analīzes pamata tika radīts avots, kurš atšķiras no zināmiem ar paaugstinātu ekonomiskumu, panākamu ar divpakāpju stabilizāciju ABA zemsprieguma daļā, un iespēju tikt vadītam kā rokas režīmā, tā arī ar lokālo automātu vai datora palīdzību. ABA izejas elektriskie parametri ekvivalenti plaši pazīstamajam rūpnieciski ražotajam ABA BC-22, bet atšķirībā no pēdējā tam ir daudzkārt mazāka masa, gabarīti un patērētā jauda. Pie kam tam ir paplašinātas iespējas. Vienkāršotā variantā šis avots var tikt izmantots FEP barošanai scintilāciju iekārtās ar mērtrakta pārvades koeficienta stabilizāciju atgriezeniskās saites signālam iedarbojoties uz ABA.

Visekonomiskākais FEP ABA tika izstrādāts darbā {24}. Tiesa gan, šai darbā aprakstītais ABA izgatavots nevis scintilāciju skaitītāju vajadzībām, bet gan inducētās absorbcijas mērīšanai. Tas nodrošina vidējo FEP anoda strāvu 10 mA un ietilpst gabarītos 90 x 180 x 260 mm. Šis avots dod spriegumu katram FEP elektrodam, kas novērš FEP cokola papildus sasilšanu no sprieguma dalītāja. Tas veicina FEP darbības drošumu un stabilitāti un samazina tumsas strāvas.

Scintilāciju tehnikā, parasti, FEP anoda strāvas ir par 1-2 kārtām mazākas. Šiem nolūkiem izgatavotajiem ABA bija ievērojami mazāki gabarīti (55 x 70 x 170 mm).

3.8. Trešās nodaļas galvenie secinājumi un rekomendācijas.

Pamatojoties uz darbā iegūtās pieredzes un rezultātiem tiek piedāvāti secinājumi un rekomendācijas, pēc kurām vajadzētu vadīties izstrādājot iekārtas mazaktīvu zemas enerģijas β -starotāju aktivitātes reģistrācijai.

1. FEP pēcimpulsu ietekmes samazināšanai uz mērījumu rezultātu ir lietderīgi:
 - Ja tiek reģistrētas scintilāciju plūsmas un nav ātrdarbības ierobežojumu, var izmantot FEP anoda ķēdi ar laika konstanti 10 - 20 μ s. Tad pēcimpulsi netiks papildus saskaitīti un samazināsies kļūda. Bet jāņem gan vērā, ka

tas var novest pie enerģētiskās izšķiršanas spējas pasliktināšanās un amplitūdu sadalījumu izkropļojumiem, jo pēcimpulsu ieguldījums signāla rezultējošajā amplitūdā dažos gadījumos var būt lielāks par informāciju nesošā impulsa ieguldījumu. Šī piedeva nav proporcionāla pamatsignālam un var ievērojami fluktuēt.

- Ja anodķēdes liela laika konstante nav pieļaujama, piemēram, scintilatoriem ar izspīdināšanas laiku mazāku par pirmā daudzelektronu pēcimpulsa pienākšanas laiku, jautājums par informācijas derīgumu ir jāizanalizē šajā kavējuma laika intervālā, bet pēc tam jābloķē signāla cauriešana caur mērtraktu uz laiku, kas nepieciešams, lai izbeigtos dinamisko trokšņu impulsi.
 - Daudzkanālu sistēmās, kuras strādā ar sakrišanām, optiskās atgriezeniskās saites radīto dinamisko trokšņu impulsu izslēgšanai ir jākontrolē sakrišanas signālu pienākšanas laiks un jāskaita tikai tos signālus, kuriem pienākšanas laiks atšķiras par vērtību, mazāku par visvarbūtīgāko optiskās atgriezeniskās saites signālu parādīšanās laiku (praktiski < 70 ns).
2. Ja iekārtā ir aktīvā aizsardzība ar aizsargscintilatoru, kuru caurskata kopīgi ar mērscintilatoru, jāveic minēto pēcimpulsu bloķēšanu, bet ar laika pagarinājumu {4}, kā arī jāparūpējas par efektīvu pasīvo aizsardzību.
 3. Stabilizējot mēriekārtas pastiprinājuma koeficientu ar gaismas signālu:
 - Nepieciešams nodrošināt kontroles gaismas plūsmas nokļūšanu uz to pašu fotokatoda daļu, kur nokļūst gaisma no reģistrējamā signāla, tas samazinās FEP fotokatoda nevienmērīgas jutības zonu ietekmi uz regulēšanas precizitāti.
 - Kalibrējošo gaismas impulsu garumam un amplitūdai jābūt līdzīgiem mērāmā signāla attiecīgiem parametriem, lai nodrošinātu kalibrējošā un mērāmā signāla identiskus apstrādes apstākļus.
 - Kalibrējošo gaismas impulsu atkārtotās frekvencei jābūt pēc iespējas minimālai, lai samazinātu pārskaitīšanās iespēju.
 4. Derīgas informācijas atlases ierīcēs:

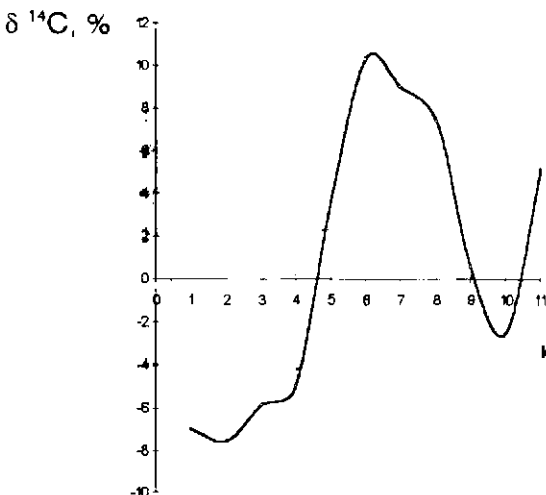
- Ir lietderīgi lietot ātros diskriminatorus, kuri ļauj saņemt informāciju par impulsa platumu diskriminācijas līmenī.
 - Priekšroka jādod sakrišanas - antisakrišanas shēmām ar augšējā līmeņa diskriminatora nostrādāšanas fakta operatīvo fiksēšanu, kuras ļauj papildus veikt impulsu analīzi pēc laika parametriem.
 - Pārskaitīšanās minimizēšanai jālieto selektorus ar minimālo mirušo laiku.
 - Ja pēcimpulsu efekti var laikā vairākkārtīgi korelēt, piemēram no lielas amplitūdas gaismas signāla, kas nāk no aizsargscintilatoriem vai industriālajiem elektromagnētiskajiem trokšņiem, mirušā laika samazināšanai jālieto selekcijas sistēmas ar pagarinājumu.
5. Var tikt izmantots jebkurš augstsprieguma avots pie noteikuma, ka tas nodrošina izejas sprieguma stabilitāti ar kārtu $\pm 0,01$ %. Ja vienlaicīgi vēlams arī kompakts un iespēja iedarboties ar atgriezeniskās saites signālu, iekārtas pārvades koeficienta stabilizēšanai var tikt lietots tehniskais risinājums, kas ir aprakstīts p. 3.7.
6. Jonizējošo starojumu reģistrācijas iekārtās skaņojuma vizuālas kontroles un mērījumu gaitas kontroles ierīces ievērojami paaugstina mēriekārtas precīzas darbības drošību un apkalpošanas ērtumu.

4. Izstrādātās metodikas un aparatūras daži praktiskas pielietošanas piemēri.

Izstrādājot "Rakaņu" karjeru, kurš atrodas 200 m attālumā no Mēmeles upes uz ziemeļaustrumiem no Paņamūnes apdzīvotās vietas (Latvija), no kreisās trešās virspalienes terases tika izrakta labi saglabājusies priedes stumbra atlūza diametrā ap 40 cm. Iespējamais vecums - pēcledāja periods.

Ar divām iekārtām veiktie pētījumi parādīja {25}, ka koksnes vecums pēc radiooglekļa ir aptuveni 11 tūkstoši gadu. Tika veikti ^{14}C koncentrācijas mērījumi koksnes gadskārtās ar 5 gadu intervālu. Pētījumu rezultātā pirmoreiz starp paraugiem ar vecumu virs 10 tūkstošiem gadu ir konstatētas impulsveidīgas ^{14}C koncentrācijas izmaiņas Zemes atmosfērā īsā laika intervālā (55 gadi).

^{14}C koncentrācijas variāciju raksturs bija līdzīgs vai nu Saules uzliesmojumam vai arī supernovas zvaigznes sprādziena γ -komponentei. Vēlākā šo datu un datu par ^{10}Be polārā ledus ķernos (urbumu paraugos) analīze, kuru veica G. Kočarovs, apstiprināja hipotēzi par supernovas uzliesmojumu.



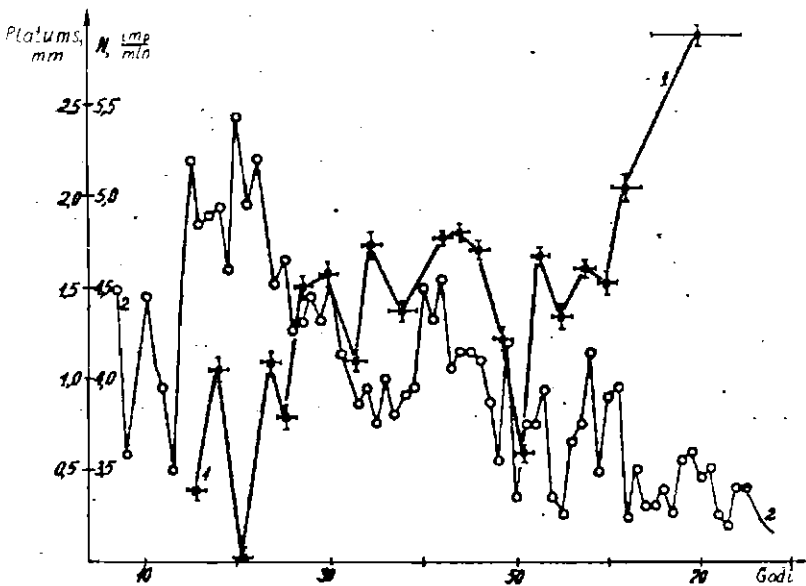
8. zīm. Radiooglekļa koncentrācija gadskārtās.

Nedaudz vēlāk vēl viens priedes stumbrs ar aptuveni 80 gadskārtām tika atrasts pie Baikāla. Radiooglekļa vecums izrādījās ap 12 t. gadu {26}. ^{14}C koncentrācijas mērīšana gadskārtās ar intervālu 2 - 3 gadi parādīja būtisku

variāciju esamību, bet starp gadskārtu platumu un ^{14}C koncentrāciju fiksēja noteiktas sakarības.

Analizējot piemēros minētās koksnes aktivitātes variācijas un variācijas, kuras tika konstatētas kūdras slāņos, vēlāk V. Segliņš un V. Vekslers izdalīja intervālu pirms 10,5 - 12 t. gadu kā otro intervālu, saturošu lielas ^{14}C variācijas [23]. Tas ir, laika intervālu ar vislielāko ^{14}C datējumu izkliedi. Pirmais intervāls atrodas rajonā pirms 7 - 8 t. gadu, trešais iespējams, ka ir pirms 29,5 - 35 t. gadiem.

Datējumi šajos laika intervālos prasa sevišķu uzmanību un nepieciešamību pēc atkārtotas pārbaudes ar neatkarīgām metodēm, kā arī vides ģeoekoloģisko apstākļu īpašu novērtēšanu.



9.zīm. Radiooglekļa koncentrācijas (1) un gadskārtu platuma (2) laika gaita.

5. Radiooglekļa metodikas metroloģiskais nodrošinājums.

^{14}C koncentrācijas noteikšana paraugā tiek veikta salīdzinot ar etalona paraugiem līdzīgos mērīšanas apstākļos. PSRS līdz 1987. g. nebija valsts standarta paraugu radiooglekļa mērījumiem. Dažādās laboratorijās bija savi etalona paraugi, pagatavoti vai nu no dažāda vecuma koksnes vai no skābeņskābes. Dažādas NBS - standarta* skābeņskābes partijas mazliet atšķiras ar savu aktivitāti. Tas rada kļūdas pie ^{14}C koncentrācijas noteikšanas paraugos un līdz ar to apgrūtina dažādu laboratoriju iegūto rezultātu savietojamību.

1987. g. I ceturksnī tika ieviests viens no radiooglekļa īpatnējās aktivitātes valsts standarta paraugiem (APY-1) ГСО 3612-87 [24] {27}, kura radīšanā un atestēšanā ņēma dalību arī dotā darba autors. Standarta parauga īpatnējā aktivitāte ir 1129 ± 15 Bq/kg ar nenoteiktības drošību 0,95. Mērāmā parauga īpatnējā aktivitāte tiek noteikta pēc formulas

$$A_0 = 1129 N_p / N_e, \text{ Bq/kg}$$

kur N_p un N_e - impulsu skaits laika vienībā attiecīgi no mērāmā parauga un etalona parauga.

Standarta paraugs tika centralizēti piegādāts visām laboratorijām gatava preparāta veidā un izejmateriāla veidā. Tas ļauj pārbaudīt kā pētāmo paraugu iegūšanas tehnoloģiju, tā arī testēt un kalibrēt elektronisko mērāparatūru.

* Primārais NBS - standarta skābeņskābes etalons glabājas ASV Nacionālajā standartu birojā. XIX gadsimta vidus koksnes aktivitāte sastāda 0,95 no skābeņskābes aktivitātes.

6. ^{14}C koncentrācijas mērīšanas iekārtu parametri.

Saskaņā ar izstrādāto mērīšanas metodiku un vadoties pēc 3. nodaļā izklāstītām rekomendācijām tika radītas vairākas iekārtas, kuras strādāja dažādās Padomju Savienības laboratorijās.

Iekārtai, kura bija Vissavienības jūras ģeoloģijas institūta absolūtā vecuma laboratorijā [25], bija sekojošie parametri pie mērāmā oglekļa svara 4,9 g:

- aktivitātes reģistrācijas efektivitāte 70 %;
- fona skaitīšanas ātrums 1,04 imp/min;
- aparatūras kļūda 0,25 %;
- maksimālais nosakāmais vecums pie 2 diennakšu mērīšanas ilguma ir 48600 gadi.

Iekārtai, kura darbojās PSRS ZA Fizikāli tehniskajā institūtā, bija līdzīgi parametri. Speciālie pētījumi parādīja, ka vienlaicīgi mērot paraugus, etalonu un fonu un rezultātus atbilstoši apstrādājot, praktiski pilnīgi izdodas izslēgt aparatūras un vides apstākļu ietekmi uz mērījumu rezultātiem [26]. ^{14}C koncentrācijas noteikšanas nenoteiktība pie mērījumu ilguma 3 - 4 diennaktis, nepārsniedz 0,2 %, kas ļauj pētīt diezgan smalkas ^{14}C koncentrācijas variācijas.

7. Secinājumi.

1. Izstrādāta mazaktīvu zemu enerģiju β -starotāju koncentrācijas mērīšanas metode, atbilstoši kurai fona, etalona un paraugu mērīšana notiek vienlaicīgi. Tas ļauj: a) izslēgt apkārtējās vides un tehnogēno lauku parametru izmaiņas ietekmi, kas rada nevienmērīgus mērīšanas apstākļus; b) izslēgt standartu piesārņojumu, efektivitātes izmaiņas, kā arī nepieciešamību pēc to periodiskas pārļiešanas. Piedāvātā metodika un to realizējošā aparatūra ^{14}C koncentrācijas noteikšanai ļauj iegūt rezultātus pie parauga svara ~ 5 g ar kļūdu ne lielāku par 0,2 %.
2. Izstrādātās metodikas realizācijai izstrādāta un izgatavota četru kanālu iekārta vienlaicīgai fona, etalona un divu paraugu mērīšanai. Pie tam ir izstrādāti
 - derīgās informācijas atlasē ierīču dažādi varianti, kuri ļauj atlasīt signālus pēc amplitūdas, garuma un to savstarpējā novietojuma laikā,
 - vienkārši, ātrdarbīgi amplitūdu diskriminatori, virkne impulsu garuma selektoru ar minimālo mirušo laiku (10 no tiem atzīti par izgudrojumiem),
 - augstas stabilitātes gaismas impulsu ģenerators radiometrisko traktu stabilizācijai,
 - radiometrisko iekārtu pārvades koeficienta automātiskas regulēšanas variants un izanalizētas dažādu veidu atgriezeniskās saites signāla iedarbības īpatnības uz mērtrakta pārvades koeficienta automātiskās regulēšanas kontūru,
 - ierīce scintilāciju skaitītāju kanālu skaņošanas vizuālai kontrolei; ierīce aizsargāta ar autora apliecību,
 - palīgierīces tekošās informācijas kontrolei un izvadīšanai, kuras ļauj izvairīties no rupjām kļūdām aktivitātes noteikšanā,
 - ekonomiski un kompakti FEP barošanas avoti.Noformulētas rekomendācijas, kuras būtu jāievēro konstruējot iekārtas mazaktīvo zemo enerģiju starotāju aktivitātes noteikšanai.

3. Izpētītas moderno FEP īpašības un raksturīknes ar nolūku noteikt iespēju reģistrēt reti atkārtos mazas amplitūdas gaismas signālus (diapazonā no atsevišķiem reģistrējamiem fotoniem līdz ~ 150 fotoniem). Tajā skaitā izpētītas

- fotokatodu zonu raksturīknes;
- FEP pastiprinājuma koeficienta atkarība no apgaismojuma intensitātes un no sprieguma dalītāja parametru izmaiņām;
- pēcsignālu efektu izpausmes īpatnības (un ir noteikti daži tos izsaucošie iemesli);
- tiek piedāvāts kritērijs FEP noderīgumam amplitūdu sadalījumu reģistrēšanai.

Pētījumu rezultātā konstatēts, ka

- pēcimpulsu reģistrācijas varbūtība visiem pārbaudītajiem FEP aug, augot izgaismojuma intensitātei, vienlaicīgi aug pēcimpulsa amplitūdas un to novērošanas laiks;
- pēcimpulsu parādīšanās integrālā varbūtība vienelektronu izgaismojuma līmenī sastāda dažus procentus;
- pēcimpulsu amplitūda pie vienelektronu izgaismojumiem daudzos gadījumos pārsniedz vienelektrona signāla līmeni;
- daudzelektronu pēcimpulsu rašanās laika diapazonā līdz 1 μ s saistīta ar ūdeņraža joniem.

4. Pirmoreiz atklātas būtiskas ^{14}C satura variācijas uz īsas laika skalas (55 gadi) paraugos ar vecumu virs 10 t. gadu, kas vēlāk citiem pētniekiem ļāva noteikt supernovas zvaigznes uzliesmojuma faktu un noteikt radiooglekļa nestabilo datējumu intervālu rajonā pirms 10,5 - 12 t. gadiem.

5. Autors ir radiooglekļa īpatnējās aktivitātes valsts standarta parauga (APY-1) ГСО 3612-87 izstrādāšanas, atestēšanas un ieviešanas līdzautors.

6. Pētījumu rezultāti un izstrādātās elektroniskās ierīces tiek izmantotas citās eksperimentālās fizikas un mērtēhnikas nozarēs.

8. Darba aprobācija.

Darba rezultāti ir ziņoti un apspriesti šādās vietās:

1. Otrajā Vissavienības dendrohronoloģijas un dendroklimatoloģijas apspriedē (1972. g. Kaunā);
2. Problēmas "Astrofizikālās parādības un radioogleklis" Vissavienības apspriedēs (1973., 1976., 1982., 1987. g. g. Tbilisi);
3. Otrajā (1975. g. Rīgā) un Ceturtajā (1979. g. Viļņā) seminārā "Izotopu ģeoķīmisko pētījumu pieredze un metodika Baltijā un Baltkrievijā";
4. Devītajā Vissavienības seminārā "Impulsu fotometrija" (1982. g. Maskavā);
5. Reģionālajā apspriedē "Izotopu un ģeoķīmiskās metodes bioloģijā, ģeoloģijā un arheoloģijā" (1981. g. Lohusalu);
6. Kosmoķīmijas un meteoritoloģijas Devītajā Vissavienības simpozijā (1988. g. Kijevā);
7. PSRS ZA Fizikāli - tehniskā institūta, Tbilisi valsts universitātes un LU CFI konferencēs un semināros.

9. Citētās literatūras saraksts.

1. Э. Ильвес, А. Лийва, Я.-М. Пуннинг. Радиоуглеродный метод и его применение в четвертичной геологии и археологии Эстонии. Таллинн, АН ЭССР, 1974 г., 231.
2. Х. А. Арсланов. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Ленинград, Изд-во ЛГУ, 1987 г., 298.
3. А. А. Семенцов. Стабилизация параметров сцинтилляционной установки для счета естественного радиоуглерода. Труды Третьего Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1970 г., стр. 75.
4. В. О. Вяземский, И. И. Ломоносов и др. Сцинтилляционный метод в радиометрии. Москва, 1961 г., 430.
5. Yamashita Mikio. Observation of a histeresic effect in ratedependent photomultiplier gain variations. Nucl. Instrum. and Meth., 1977, 142, № 3, 435 - 437.
6. Yamashita Mikio. Anomalous Gain Changes in Photomultiplier Tubes for Use in Scintillation Counting. Rev. Sci. Instrum., 1978, 49, № 4, 499 - 502.
7. Я.-М. Пуннинг, Р. А. Раямяэ. Фон жидкостных сцинтилляционных счетчиков. Труды Пятого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974 г., стр. 253 - 259.
8. Л. С. Горн, В. В. Матвеев, Б. И. Хазанов, А. В. Шифрин. Элементы схем ядерного приборостроения. Москва, 1970, 189.
9. А. А. Санадзе, И. А. Кошелава. Надежная схема антисовпадений на транзисторах для измерения ^{14}C . Пятое Всесоюзное совещание по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974 г., стр. 289 - 291.

10. В. В. Матвеев, Б. И. Хазанов. Приборы для измерения ионизирующих излучений. Москва, 1970, 430.
11. А. А. Семенцов. Генератор световых импульсов для стабилизации сцинтилляционного счетчика. Радиоуглерод, Вильнюс, 1971 г., стр. 155 - 158.
12. Б. Ю. Балдин, З. Цисек. Генератор наносекундных импульсов для питания светодиодов. ПТЭ, 1973 г., № 5, стр. 122 - 124.
13. А. А. Брагин, О. П. Бухало. Источник световых реперных импульсов на тиратроне ТХ-45. ПТЭ, 1973 г., № 5, стр. 125 - 128.
14. Р. Я. Мецхваришвили. Светодиод в качестве генератора световых импульсов. Пятое Всесоюзное совещание по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974 г., стр. 285 - 288.
15. А. Л. Рябинин. Простая радиоуглеродная установка на интегральных схемах. Шестое Всесоюзное совещание по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 267 - 272.
16. В. А. Голиков, В. А. Гришков, С. С. Коптелов, В. В. Кузнецов, А. И. Овечкин. Устройство для автоматической стабилизации усиления спектрометрического тракта. А. с. СССР № 793124, G01T 1/40, 1979, ДСП.
17. А. В. Давыдов, И. Г. Сковородников. Способ стабилизации коэффициента умножения в сцинтилляционных счетчиках ионизирующего излучения и устройство для его осуществления. А. с. СССР № 993733, G01T 1/40, 1981, ДСП.
18. А. Х. Абдурахманов, В. Е. Лучанский, В. Н. Пальчиков. Способ стабилизации энергетической шкалы спектрометра. А. с. СССР № 1566958, G01T 1/40, 1987, ДСП.
19. В. А. Говорунов, П. П. Никифоров. Устройство для измерения амплитуды одиночных импульсов. А. с. СССР № 447625, БИ, 1974, № 39.

20. D. F. Martin. United States Patent № 3142056, 1964.
21. Цифровые электроизмерительные приборы под ред. В. М. Шляндина. 1972.
22. А. А. Семенов. Графический регистратор для контроля хода измерений низких активностей. Археология и естественные науки. Москва, 1965.
23. В. Э. Сеглиньш, В. С. Векслер. Достоверность радиоуглеродного датирования для геохронометрических построений позднеледникового и голоцена. В сб. "Геохронологические и изотопно-геохимические исследования в четвертичной геологии и археологии", Вильнюс, 1991 г., стр. 88 - 92.
24. Измерительная техника. 1987 г., № 9, стр. 69.
25. В. С. Векслер. Радиоуглеродные исследования геофизических, астрофизических и геоэкологических процессов в прошлом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Москва, 1989 г. (АН СССР, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта).
26. В. А. Дергачев, В. С. Векслер. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. АН СССР, Ленинград, 1991 г., 257.

10. Darbā izmantoto autora publikāciju saraksts.

1. Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С., Дергачевым В. А., Кочаровым Г. Е.). Установка для измерения концентрации радиоуглерода в нескольких образцах. Труды Шестого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 273 - 277.
2. Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С.). Сцинтилляционная установка на интегральных схемах для измерения активности естественного радиоуглерода. Материалы Второго Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас, 1972 г., стр. 317 - 318.
3. Кристин А. А. (в соавторстве с Вейнбергом Ю. К.). Исследование некоторых характеристик ФЭУ-93 и ФЭУ-97. В сб. "Опыт и методика изотопно-геохимических исследований в Прибалтике и Белоруссии", Рига, 1975 г., стр. 33 - 34.
4. Кристин А. А. Дискриминация импульсных шумов в радиоуглеродных установках. В сб. "Изотопные и геохимические методы в биологии, геологии и археологии", Тарту, 1981 г., стр. 62 - 64.
5. Кристин А. А. (в соавторстве с Янсонсом Я. Л.). Послеимпульсы в фотоэлектронных умножителях, применяемые в сцинтилляционной технике. В сб. "Распространенность изотопов в окружающей среде", Ленинград, Физико-технический институт АН СССР, 1984 г., стр. 129 - 144.
6. A. Kristiņš. FEP amplitūdas izšķiršanas spēja. LU CFI 15. zinātniskās konferences referātu tēzes, Rīga, 1999. g., 96. lpp.
7. Кристин А. А. (в соавторстве с Тибергом Я. Э.). Быстродействующие амплитудные дискриминаторы для установок, измеряющих ионизирующие излучения. В сб. "Труды Шестого Всесоюзного

- совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 369 - 376.
8. Кристин А. А. Устройство отбора для сцинтилляционных установок. В сб. "Распространенность изотопов в окружающей среде", Ленинград, Физико-технический институт АН СССР, 1984 г., стр. 145 - 150.
 9. Кристин А. А. Устройство отбора совпадений-антисовпадений с селектированием импульсов по длительности для измерений C^{14} . В сб. "Труды Шестого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 363 - 368.
 10. Кристин А. А. Селектор широтно-импульсных сигналов. А. с. СССР № 516186, БИ, 1976 г., № 20.
 11. Кристин А. А. Селектор импульсов по длительности. А. с. СССР № 970669, БИ, 1982 г., № 40.
 12. Кристин А. А. Селектор широтно-импульсных сигналов. А. с. СССР № 991595, БИ, 1983 г.
 13. Кристин А. А. Селектор широтно-импульсных сигналов. А. с. СССР № 1054902, БИ, 1983 г., № 42.
 14. Кристин А. А. Селектор широтно-импульсных сигналов. А. с. СССР № 1064446, БИ, 1983 г., № 48.
 15. Кристин А. А. Селектор импульсов по длительности. А. с. СССР № 930629, БИ, 1982 г., № 19.
 16. Кристин А. А. Селектор импульсов по длительности. А. с. СССР № 942255, БИ, 1982 г., № 25.
 17. Кристин А. А. (в соавторстве с Вейнбергом Ю. К.). Высокостабильный генератор световых импульсов. В сб. "Опыт и методика изотопно-геохимических исследований в Прибалтике и Белоруссии", Рига, 1975 г., стр. 32.

18. Кристин А. А. Автоматическая регулировка тракта усиления радиометрической установки. Там же, стр. 31.
19. Кристин А. А. (в соавторстве с Вейнбергом Ю. К.). Простой дисплей для визуального контроля настройки каналов сцинтилляционных счетчиков. Труды Шестого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 359 - 362.
20. Кристин А. А. Устройство для измерения амплитуды импульсного напряжения. А. с. СССР № 708246, БИ, 1980 г., № 1.
21. Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С.). Электронно-графический регистратор для контроля за изменением низких активностей. Труды Пятого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974 г., стр. 279 - 283.
22. Кристин А. А. Использование самописца вместо ЦПУ. В сб. "Труды Шестого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 г., стр. 353 - 358.
23. Кристин А. А. (в соавторстве с Вейнбергом Ю. К.). Регулируемый источник питания фотоэлектронного умножителя. В сб. "Автоматизация научных исследований", Рига, 1982 г., стр. 122 - 132.
24. Кристин А. А. Экономичная система питания фотоэлектронных умножителей. В сб. "Методы и аппаратура для исследований люминисценции", Рига, 1985 г., стр. 133 - 140.
25. а) Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С., Дергачевым В. А., Кочаровым Г. Е., Приедэ Э. И., Стелле В. Я., Страуме Я. А.). Концентрация радиоуглерода в годичных кольцах древесины возрастом более 10 тыс. лет. Препринт Физико-технического института АН СССР, № 622, 1979 г., Ленинград.
- б) Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С., Дергачевым В. А., Кочаровым Г. Е., Приедэ Э. И., Стелле В. Я., Страуме Я. А.).

Концентрация радиоуглерода в годичных кольцах древесины возрастом более 10 тыс. лет. Методика использования результатов определения активности ^{14}C в геологии. Вильнюс, 1979 г., стр. 18-20.

26. Кристин А. А. (в соавторстве с Векслером В. С., Приедэ Э. И., Карпавичюсом И. А.). Концентрация радиоуглерода в кольцах древесины поздне-плейстоценового возраста. В сб. "Экспериментальные методы исследования астрофизических и геофизических явлений", Ленинград, Физико-технический институт АН СССР, 1988 г., стр. 138 - 143.
27. Свидетельство на стандартный образец удельной активности углерода (APU-1) ГСО3612-87. Рига, 1987.

11. Atskaites.

A1. Отчет по теме “Разработка методики и аппаратуры для измерения концентрации радиоизотопов в отложениях дна морей и океанов”, 1978 г.,

№ гос. регистрации XIII $\frac{E.1}{001}$ 112 – 5 / 86

A2. Отчет по теме “Проектирование и изготовление оборудования для исследования одноэлектронных параметров фотоэлектронных умножителей”, 1979 г., № гос. регистрации 780.830.26.

Pateicības.

Autors sirsnīgi pateicas LU CFI kolēģiem par sadarbību, palīdzību un ieinteresētību darba tapšanā, sevišķi J. Jansonam, J. Veinbergam, D. Milleram, A. Barisai, J. Melderim, I. Gvardinai u.c. Pateicos kompleksās programmas "Astrofizikālās parādības un radioogleklis" vadītājam profesoram G. Kočarovam un profesoram V. Dergačovam (Fizikāli - tehniskais institūts, S. Pēterburga), fiz. - mat. zin. doktoram V. Veksleram (Rīga) par sadarbību, atbalstu un rosinošām diskusijām.

A.L. Riabinin

A SIMPLE RADIOCARBON-MEASURING DEVICE WITH INTEGRAL
TECHNIQUE

A b s t r a c t

A two-channel device for ^{14}C activity measurements with integral technique and cumulative transistors acting as threshold elements is described. Stabilization of the signal amplification channel by means of a light-diode and thermo-resistor used as control elements is considered. Parameters of the device are given.

В.С.ВЕКСЛЕР, В.А.ДЕРГАЧЕВ, Г.Е.КОЧАРОВ, А.А.КРИСТИН

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОУГЛЕРОДА В НЕСКОЛЬКИХ ОБРАЗЦАХ

Большинство существующих отечественных установок для измерения радиоуглерода предназначено для измерения одного образца. При этом обычно проводят последовательное измерение фона, эталона и образцов по различным схемам [1]. Такая методика измерений страдает целым рядом недостатков. Разновременность измерения фона, эталона и образцов приводит к неодинаковым условиям измерений и зачастую затрудняет сравнение двух образцов, активность которых различается незначительно, например, при измерениях активности годичных колец деревьев или близлежащих слоев торфа. При этом на процесс измерений оказывают влияние следующие дестабилизирующие факторы: изменения температуры, изменение во времени уровня космической радиации, нестабильность во времени уровня промышленных помех и наводок по цепям питания и линиям связи между различными блоками установки. Кроме того, периодическое заливание и выливание из кюветы фона и эталона не обеспечивает абсолютной идентичности количества залитых в разное время стандартов; к тому же неоднократные переливания приводит к их загрязнению, что еще больше увеличивает вероятность ошибок при измерениях.

Ниже приводится описание установки, в известной мере свободной от вышеизложенных недостатков. На рис.1 представлена блок-схема установки, которая состоит из четырехканального детектора, включающего в себя четыре ФЭУ с усилителями и четырехсекционную кювету, системы дискриминаторов, селекторов импульсов по длительности ($\tau 1 - \tau 4$), схем совпадений ($CxCI - CxC4$), схем анти-

18. Труды. 273

совпадений (САС1 - САС4), генераторы световых импульсов (ГСИ), блоков управления источниками высокого напряжения (БУИВН), источников высокого напряжения (ИВН), дисплея и счётчиков результатов ($\Sigma I - \Sigma 4$).

Каждый ФЭУ просматривает сразу две секции кюветы. Так, ФЭУ А просматривает секции I и II, ФЭУ В - секции II и III и т.д. Выходной сигнал каждого ФЭУ через усилитель поступает на пять дискриминаторов, три из которых необходимы для выделения полезного сигнала, два для коррекции коэффициента усиления соответствующего измерительного канала. Сигналы с выходов дискриминаторов поступают далее на схемы совпадения, выходной сигнал которых и определяет события, происходящие в той или иной секции кюветы. Далее полученный сигнал подвергается дополнительной обработке, а именно: он проходит через селектор импульсов по длительности и через систему схем антисовпадений. В результате на соответствующий счётчик поступает сигнал только в том случае, если одновременно имелся сигнал на выходе двух смежных ФЭУ, если этот сигнал лежит в заданном "окне" как по амплитуде, так и по длительности, и если в тот же момент времени нет сигнала на выходе какого-либо третьего ФЭУ. Благодаря наличию селекции импульсов по длительности в детекторе, возможно применение кювет с защитным сцинтиллятором [2].

Усилители изготовлены по схеме, аналогичной описанной в литературе [3]. Дискриминаторы выполнены по одной из описанных в работе [4] схем. Система совпадений - антисовпадений в основном описана в работе [5], только в данном варианте по сравнению с описанным в работе предусмотрены дополнительные входы у триггера фиксации поступившего запрета, на которые подаются сигналы синхронизации с ГСИ и сигналы от ДНУ соседних каналов. ГСИ [6] вырабатывает вспышки света калиброванной амплитуды с частотой 1 кГц, которые одновременно поступают на все ФЭУ установки. Одновременно с ГСИ поступают синхроимпульсы, которые предотвращают прохождение калибровочных импульсов на счётчики каналов и напротив обеспечивают прохождение этих импульсов в цепь обратной связи для соответствующей коррекции коэффициентов усиления каналов установки. Коррекция осуществляется по способу, изложенному в работе [7], с той только разницей, что обратная связь воздействует не на делитель ФЭУ, а на источники высокого напряжения.

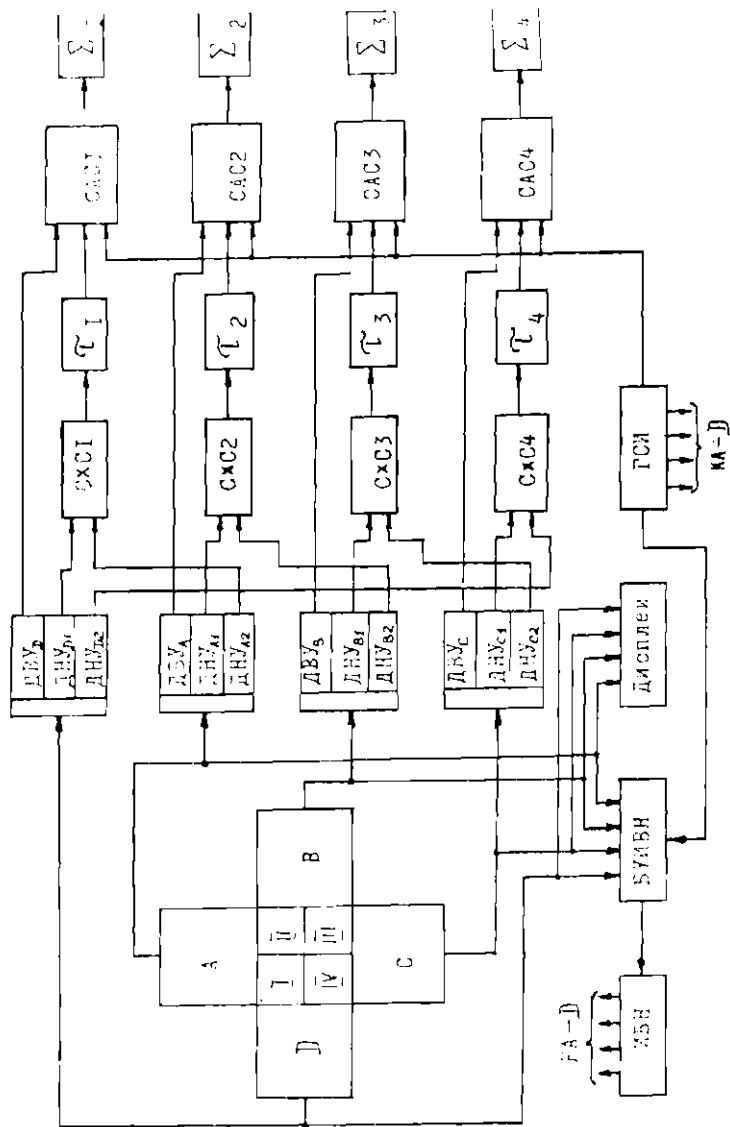


Рис.1.

дисплей [8] служит для облегчения настройки и калибровки любого канала установки и для визуального контроля за работой одного из каналов. Дисплей может быть подключен к любому из каналов и может работать в режиме совпадений или антисовпадений с любым другим каналом.

Блок логики установки позволяет работать в трех основных режимах: а) каждый ФЭУ видит две секции одной кветы и все ФЭУ работают по системе взаимных совпадений; б) два ФЭУ просматривают одну квету и работают на совпадениях (эквивалент двух двухканальных независимых установок); в) каждый ФЭУ просматривает по одной квете (эквивалент четырех одноканальных независимых установок). В любом режиме возможно использование как обычных квет так и квет с защитным оцинтиллятором.

Установка снабжена электронными часами с выдержкой времени измерения от 1 сек до 100 сек и от 1 мин до 100 мин с ручным или автоматическим управлением. Часы управляют работой счетчиков результатов и ЦПУ или его подобным устройством. Счетчики, помимо автоматического управления, имеют так же ручное управление.

Установка полностью изготовлена на базе интегральных схем по блочно-модульному принципу и размещена в каркасе, аналогичном по конструкции системе стандарта NIM [9]. детектор изготовлен в виде выносного экранированного блока, который помещается в пассивную защиту.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Э.Ильвес, А.Лийва, Я.М.Пуннинг. Радиоуглеродный метод и его применение в четвертичной геологии и археологии Эстонии, 71, 1974.
2. В.С.Векслер, А.А.Кристин. В сб.Дендроклиматохронология и радиоуглерод, Наука, 317, 1972.
3. Ю.К.Акимов, М.Н.Дражев, И.Ф.Коллаков, В.И.Рыкалин. Быстродействующая электроника для регистрации ядерных частиц, Атомиздат, 142, 1970.
4. А.А.Кристин, Я.Э.Тибберг.Быстродействующие амплитудные дискриминаторы для установок для измерения ионизирующих излучений, Настоящий сборник, стр. 369.

5. А.А.Кристин. Устройство отбора совпадений - антисовпадений с селективированием импульсов по длительности для измерений ^{14}C , Настоящий сборник, стр.363.
6. Ю.С.Вейнберг, А.А.Кристин. Высокостабильный генератор световых импульсов, в сб. "Опыт и методика изотопно-геохимических исследований в Прибалтике и Белоруссии", Рига, 32, 1975.
7. А.А.Кристин. Автоматическая регулировка тракта усиления радиометрической установки. В сб. "Опыт и методика изотопно-геохимических исследований в Прибалтике и Белоруссии", Рига, 31, 1975.
8. А.А.Кристин, Ю.С.Вейнберг. Простой дисплей для визуального контроля настройки каналов сцинтилляционных счетчиков, Настоящий сборник, стр.359 .
9. Standart Nucl. Instrum. Modules, Rev. USAEC, TID-20893, Washington, Jan.1966.

ИНСТИТУТ БОТАНИКИ АКАДЕМИИ НАУК ЛИТОВСКОЙ ССР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. КОЗЕВ АН СССР

ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИЯ И РАДИОУГЛЕРОД

(Материалы Второго Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии,
Каунас, 1972 год)

В.С. Векслер, А.А. Киселёв

СИНИЛИЯЦИОННАЯ УСТАНОВКА НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО РАДИОУГЛЕРОДА

Датирование образцов, характеризующихся незначительным выходом бензола, а отсюда и малым количеством сцинтиллятора вызывает необходимость повышения чувствительности и точности регистрирующей аппаратуры.

Повышение чувствительности установок при малом объеме сцинтиллятора возможно за счет расширения измеряемого энергетического участка спектра C^{14} излучением фона, а точность, в основном - контролем уровня фона в процессе измерения активности объекта.

Блок-схема предлагаемой установки, удовлетворяющей отмеченным требованиям, представлена на рисунке. Выбор в качестве основных ее узлов интегральных микросхем обусловлен следующими их преимуществами: 1) значительной по времени стабильностью параметров; 2) малыми габаритами, позволяющими надежно заэкранировать установку от внешних электромагнитных излучений; 3) монокристалльным выполнением, обеспечивающим меньший температурный градиент.

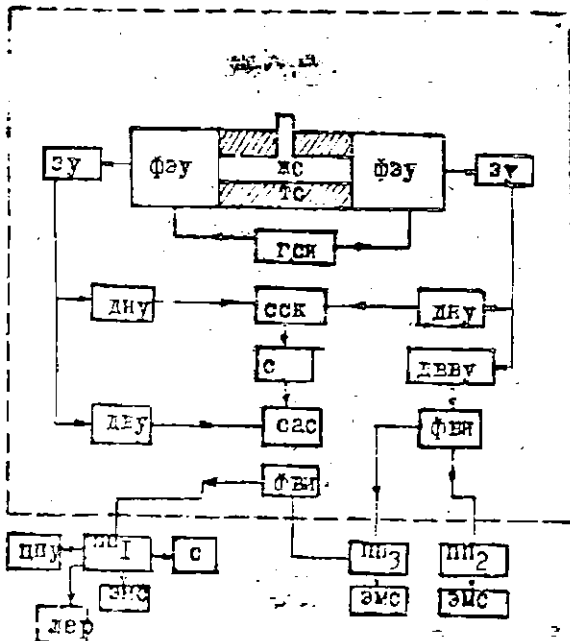


Рис. 1. Блок-схема установки.

1) Детектор излучения: два фотоэлектронных умножителя (ФЭУ) и ионный сцинтиллятор (ЖС), облученный слоем нестационарного сцинтиллятора (ТС); 2) ЗУ-зарядный усилитель; 3) ДЗУ-дискриминатор нижнего уровня; 4) ДЛУ-дискриминатор верхнего уровня; 5) ДВЛУ-дискриминатор выше верхнего уровня спектра C^{14} ; 6) со-схема совпадения; 7) с-временной селектор; 8) сас-схема аналогового сигнала; 9) с-формирователь выходного импульса; 10) ЦУ-вычислитель; 11) ЦУ-цифровое устройство.

Собственные или фотоэлектронный умножитель отсчитывает выходящую с него суммарную фот. возмущенную или однородную проходящую космическую излучения через суммаризаторы, прослуживается временным селектором. Обеспечена возможность постоянного контроля за уровнем фона в фоновом канале (ФНЧ) с последующим пересчетом его на рабочий канал. Совпадение суммарных показаний пересчитанных приборов III_1 и III_2 с показаниями III_3 позволяет оценить надежность работы установки. Предусмотрено механическое подключение генератора световых импульсов с целью проверки стабильности параметров установки. В качестве датчика световых импульсов используются световые диоды. Предлагаемая установка обеспечивает эффективность регистрации C^{14} не менее 60 % при точности измерений не выше 1 %.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ФЗУ-93 и ФЗУ-97

А.А.Кристиан, Д.К.Вейнберг

Эффективность регистрации низко-энергетических радиоактивных веществ сцинтилляционными счетчиками во многом зависит от качества применяемых фотоэлектронных умножителей. В настоящее время в большинстве устройств для счета радиоуглерода используются ФЗУ-93 и ФЗУ-97.

С помощью ГСИ проведены исследования следующих характеристик ФЗУ:

1. Особенности топологии.
2. Изменение коэффициента усиления под воздействием импульсных и постоянных засветок.
3. Изменение коэффициента усиления от изменения величины сопротивления делителя высокого напряжения.

В результате исследований устанавливается:

1. а) чувствительность у большинства исследованных ФЗУ в центре фотокатода наибольшая и убывает к его периферии, как правило, неравномерно и несимметрично относительно центра;
- б) в некоторых случаях на фотокатоде имеются зоны /центры/ повышенной чувствительности, иногда большей, чем в центре фотокатода.
- в) при увеличении напряжения питания ФЗУ имеется тенденция к расширению центральной чувствительной зоны.

2. а) изменение коэффициента усиления ФЭУ не зависит от вида засветки /импульсная или постоянная/. Оно зависит от суммы светового потока падающего на фотокатод в единицу времени;

б) при увеличении освещенности фотокатода /при $U_{\text{анод}} = \text{const}$ / наблюдается многократное увеличение коэффициента усиления ФЭУ, причем при существенных засветках изменение коэффициента усиления резко нелинейное и имеет гистерезис;

в) при увеличении тока через делитель ФЭУ нелинейный характер изменения коэффициента усиления ФЭУ уменьшается.

3. Наибольшие изменения коэффициента ФЭУ /за счет изменения номиналов сопротивлений резисторов делителя высокого напряжения происходит при изменении сопротивления резистора делителя между последним диодом и "+" источника питания, причем:

а) наибольший коэффициент усиления ФЭУ получается при 0,4¹

б) у отдельных экземпляров ФЭУ максимальный коэффициент усиления получается на порядок больше, чем при стандартной значении последнего резистора делителя (4 + 7 R).

А.А. МАКШИН
ИИИ физики твердого тела
Латв. ГУ им. П. Стучки

ДИСКРИМИНАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ШУМОВ В РАДИОУСТРОЙСТВАХ УСТАНОВКАХ

Импульсные шумы возникают или наводятся в основном в аналоговой части установок. Источниками импульсных шумов являются:

- а) собственные шумы ФЭУ,
- б) послепулсы ФЭУ,
- в) индустриальные и природные помехи.

В большинстве современных радиоустройствных установок стараются включить только первый источник импульсных шумов, а второму и третьему уделяется гораздо меньшее внимание, что нередко приводит к осложнениям.

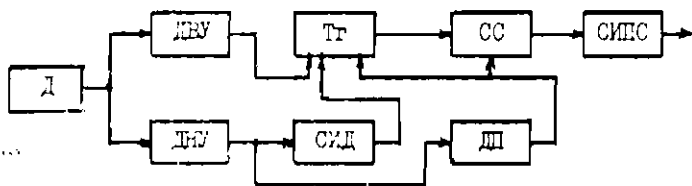
Исследования автором исследований широко применяемых на практике ФЭУ-93 и ФЭУ-97 показали, что практически все они имеют послепулсы с временем запаздывания до 10 - 15 мкс, имеющие распределение с высокими пиками в районе 0,4 мкс и 4,5 - 5,0 мкс. Использование схем совпадения с применением двух или более ФЭУ для борьбы с послепулсами оказывается недостаточно эффективным так как послепулсы коррелированы во времени с импульсами сигнала и между собой. К аналогичным выводам пришли также авторы работы /1/, которые исследовали ФЭУ ИМ 19618R, работающие по схеме совпадений.

Наличие природных и в особенности индустриальных помех зачастую исключает нормальную работу установок без принятия специальных и порой весьма дорогостоящих средств защиты вплоть до применения автономных источников питания и экранировки помечений. Следует отметить, что борьба с индустриальными помехами с течением времени будет все более необходимой, так как число их в среднем удваивается каждые десять лет /2/.

В работе /3/ описано устройство для дискриминации всплесков индустриальных шумов с характерной частотой больше 1

ДП, которое имеет вероятность просчета импульсов 0,005 при средней скорости счета 100 с^{-1} с пуассоновским распределением во времени. Это устройство пригодно, однако, лишь тогда, когда частота повторения шумов незначительна, так как с ростом частоты повторения пачек шумовых импульсов растет вероятность просчета информационных импульсов. Кроме того, увеличение числа просчетов происходит при появлении послеимпульсов.

В сцинтилляционных радиоуглеродных установках длительность полезного импульса обычно известна и в оптимальном варианте не превышает 100 нс, так как сцинтиллятор, состоящий из бензола и добавок PPO и POPOP, спустя 100 нс после возбуждения успевает испустить более 99,5% света [4]. Длительность послеимпульсов имеет тот же порядок, а длительность импульсов природных и промышленных помех имеет весьма различные значения. Исходя из этого целесообразно применять следующую блок-схему подавления импульсных шумов и выделения полезного сигнала:



Полезные и шумовые импульсы с детектора Д поступают на дискриминаторы верхнего и нижнего уровней ДВУ и ДНУ. При срабатывании ДНУ запускается селектор импульсов по длительности СИД и дискриминатор послеимпульсов ДП. СИД контролирует длительность выходного импульса ДНУ и выдает на выход импульс только в том случае, если входной импульс выходит за пределы заданного диапазона (например, если он лежит вне диапазона 20 - 100 нс). При этом этот импульс перебрасывает триггер Тг в состояние, при котором на его выходе появляется запрещающий уровень. В это же состояние Тг перебрасывается в случае срабатывания ДВУ. ДП выдает на выход импульс спустя время, определяемое максимальным временем запаздывания послеимпульсов. Из появления в течение этого времени на выходе

ДНУ повторного импульса ДП не реагирует. Если на выходе Тг имеется разрешающий уровень, то выходной импульс ДП через схему совпадений СС проходит на селектор импульсов по периоду следования СИПС, который пропускает на выход импульс только в том случае, если в течение определенного контрольного времени не появится еще один импульс. Выходной импульс ДП с некоторой задержкой сбрасывает Тг в исходное состояние или подтверждает его.

СИПС целесообразно выполнять с продлением, то есть со способностью повторного запуска до окончания отработки предыдущего контрольного времени, которое в этом случае в отличие от устройства, описанного в работе /3/, может быть существенно уменьшено за счет того, что оно теперь может быть лишь несколько больше максимального периода повторения шумов в пачке, а не равно длительности самой пачки шумовых импульсов.

В данной системе отбора полезной информации большинство шумовых импульсов природного и промышленного происхождения поддается СИД и лишь незначительная их часть, идентичная по длительности полезным импульсам, проходит далее на СИПС, который работает таким образом в облегченном режиме, что способствует уменьшению мертвого времени и позволяет работать с более зашумленной исходной информацией. Предложенная система, кроме того, позволяет исключить влияние послепулсов. Вероятность просчета данной системы отбора для радиоуглеродных установок с объемом киветы 10 см^3 менее 10^{-5} , что практически не сказывается на конечном результате измерений.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. R. J. Riley, J. S. Wright. Экспресс-информация, электроника, 1978, № 45, 14-15.
2. К. Керебейнос. Радио, 1979, № 10, 22-24.
3. М. Арноу. Приборы для научных исследований (русский перевод), 1977, № 10, 127-128.
4. С.Ф. Клилин, Ю.П. Кушакевич, М.З. Протасевич, А.У. Чернявский. Приборы и техника эксперимента, 1974, № 6, 64-66.

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ НА C^{14} ДАТИРОВАНИЕ
ИЗ ДОННЫХ ОСАДКОВ МАЛЫХ ОЗЕР (НА ПРИМЕРЕ КАРЕЛИИ)

В течение последних 10—15 лет радиоуглеродное датирование и палеоботаническое исследование донных осадков малых озер нашло широкое применение в Фенноскандии для решения широкого круга стратиграфических и палеогеографических вопросов (Sorva, 1965; Vasari 1969; Nuvalinen, 1966, 1971, 1972, 1973, 1975; Saarnisto, 1973; Tolonen, Ruuhijarvi, 1976; Eronen, 1976). В 1976 году сходные исследования были проведены Институтом геологии Карельского филиала АН СССР с целью датирования возраста этапов и темпов деградации последнего ледникового покрова на территории республики. Рассматриваемая область, благодаря своим природным условиям (выразительные краевые зоны, десятки тысяч озер), является благоприятным объектом для решения таких научных задач и разработки разносторонней методики ведения работ в этих направлениях.

Территория Карельской АССР в процессе дегляциации последовательно освобождалась от активных льдов с юго-востока на северо-запад. Убытие ледникового покрова сопровождалось его возвратно-наступательными движениями и образованием поясов и зон краевых ледниковых образований, которые отвечают определенным этапам дегляциации.

Нашими опытными исследованиями^{х)} была охвачена Западная Карелия, где развит позднедриссовый пояс краевых образований, который состоит здесь из четких краевых зон стадии мьяппусселькя I и II. К западу от позднедриссового маргинального пояса расположена область раннеголоценовой дегляциации (9650—9300 л.н.). В ближайшие годы эти работы будут продолжены от него к востоку, в районы с более ранним расходом ледникового покрова.

^{х)} В полевых опытных работах, кроме авторов, участвовали сотрудники Института геологии В.А.Ильин, С.И.Руссуев, И.К.Демидов.

ПОСЛЕИМПУЛЬСЫ В ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЯХ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЦИНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

Я.Л.Янсоно, А.А.Кристин

А н н о т а ц и я

Исучены динамические шумь (послеимпульсы) для ФЭУ-79, -93, -106, -136 и -140. Установлено, что: а) послеимпульсы у всех этих ФЭУ наблюдаются до 20 мкс; б) дифференциальные распределения вероятностей появления послеимпульсов имеют сложную структуру и зависят от конструкции ФЭУ; в) амплитуда послеимпульсов даже при одноэлектронной засветке может превышать одноэлектронный уровень; г) основной вклад в образование послеимпульсов дает ионная обратная связь; д) многоэлектронные послеимпульсы в диапазоне времен до 1 мкс обусловлены ионами водорода. Кроме того, приведены дифференциальные и интегральные вероятности регистрации послеимпульсов. Дана методика проведения измерений динамических шумов ФЭУ. Даются рекомендации по уменьшению влияния послеимпульсов на результаты измерений.

AFTERPULSES IN THE PHOTOMULTIPLIERS USED IN SCINTILLATION

J.L.Jansons and A.A.Kristin

A b s t r a c t

Photomultipliers dynamic noises (afterpulses) for FEU-79, -93, -106 and -140 have been studied. Determined that: a) afterpulses of all these photomultipliers are observed during 20 μ s, b) differential distribution of afterpulses appearance probability are with complicated structure and depend on photomultipliers construction, c) amplitude of afterpulses surpasses level of single electron even in the feeble pulsed lighting of photocathode, d) afterpulses are formed mainly from the ions internal feedback, e) the multielectron afterpulses in the range of time till 1 μ s appear from hydrogen ions. Besides that are shown the numerical value of differential and integral probabilities in the afterpulses registration. The applied method used for the measuring photomultipliers dynamical noises are described. The given recommendations serve to reduce the afterpulses influence over the results of measuring.

Я.Л.Яясоно, А.А.Кристин

В в е д е н и е

В работе [1] указывается, что одним из параметров, определяющих пригодность фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) для скинтилляционных установок, является величина импульсного темнового тока, выражаемая энергетическим эквивалентом γ -излучения при скорости счёта в интегральном режиме 10 имп./мин. Следует отметить, что такое определение величины импульсного темнового тока отражает не только качество ФЭУ, но и условия измерений, тип и конфигурацию используемого скинтиллятора, особенности светосбора и т.д. Поэтому для определения абсолютных значений темновых шумов более приемлемой величиной является средняя амплитуда импульса, соответствующая вылету одного электрона с фотокатода и определяемая на анодной нагрузке по формуле:

$$\bar{U}_e = e \bar{M} / C,$$

где \bar{M} — средний коэффициент усиления ФЭУ, C — паразитная ёмкость цепи анода, e — заряд электрона [2].

При этом амплитуда напряжения шумовых импульсов $U_{ш}$ выражается величинами, кратными \bar{U}_e и числом темновых импульсов в единицу времени, амплитуда которых превышает уровень $U_{ш}$ в единицах \bar{U}_e . Такая оценка шумовых параметров ФЭУ принята в измерениях методом счёта фотонов [2].

Переход от одноэлектронной оценки шумов к энергетическому эквиваленту возможен, если известны конверсионные эффективности применяемого скинтиллятора и фотокатода ФЭУ C_{ef} и C_{fe} . Для ФЭУ $C_{fe} = 0,05 + 0,1$, для жидких и пластмассовых скинтилляторов $C_{ef} \approx 0,32$ (для электронов) [3], т.е. для получения одного фотоэлектрона необходима энергия не менее 1–2 кэВ.

При любом способе оценки шумовых параметров обычно число шумовых импульсов $N_{ш}$ измеряют в темновом режиме работы ФЭУ. Однако известен факт, что после освещения ФЭУ величина $N_{ш}$ вос-

становивается до прежнего стационарного уровня через довольно неопределенный промежуток времени (рис.1), длительность которого зависит от многих факторов [4]. Поэтому для уточнения таких паразитных последствий ФЭУ целесообразно разделить все импульсные шумы на две компоненты: стационарную - $N_{ш.с.} = f(I, t)$,

динамическую - $N_{ш.д.} = f(I, t)$,

где I - интенсивность засветки, t - время. Последнюю обычно при импульсных измерениях называют просто послеимпульсами.

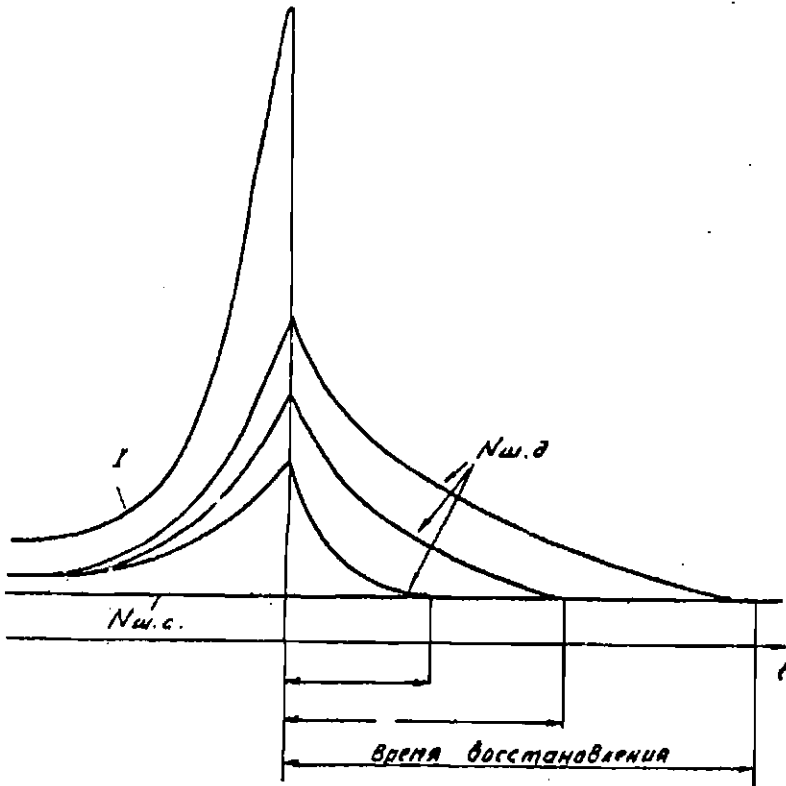


Рис.1. Статическая $N_{ш.с.}$ и динамическая $N_{ш.д.}$ компоненты шума.
 I - интенсивность засветки.

Динамическая компонента шумов ФЭУ пока мало изучена и в особенности для широко используемых в сцинтилляционной аппаратуре умножителей типа ФЭУ-93, ФЭУ-97 и других. Это обстоятельство в значительной степени препятствует корректному в смысле оценки точности применению ФЭУ в сцинтилляционных и других устройствах. Немногочисленные публикации на этот счёт содержат противоречивые данные, которые невозможно сравнивать из-за различных методов и условий измерений в различной разрешающей способности использованной аппаратуры. Поэтому авторами были проведены экспериментальные исследования ФЭУ-93, а также ФЭУ-79, -106, -136, -140, о которых отсутствуют литературные данные о динамических шумах и которые имеют хорошие одноэлектронные характеристики и низкий уровень статической компоненты шумов и поэтому используются для регистрации оптических явлений путем счёта фотонов, но могут быть использованы также в сцинтилляционной технике. Количество исследованных ФЭУ каждого типа лежит в пределах 10-20 штук.

Методика измерений

Для измерения временных распределений послепульсов использовались два метода:

- а) счёт импульсов ФЭУ со стробированием во времени;
- б) статистическое накопление временных интервалов появления импульсов на выходе ФЭУ после светового импульса (аналог однофотонного статистического метода [5]).

Первый метод применялся для ориентировочных измерений и для определения средней амплитуды импульсов.

Источником световых импульсов служил арсенид-галлиевый светодиод с максимумом излучения около 650 нм, имеющий фронт нарастания свечения не более 3 нс и спад, хорошо аппроксимируемый в пределах пяти порядков изменения интенсивности экспонентой с постоянной времени 7 нс. При согласованном питании светодиода импульсами напряжения длительностью 4 нс и пиковом токе 100 мА получались световые импульсы с длительностью < 15 нс на уровне $0,1$ и длительностью < 100 нс на уровне 10^{-5} . Интенсивность излучения в импульсе можно было менять при помощи ослабителей в пре-

делах вероятности регистрации фотонов от 0,1 до нескольких десятков на каждый импульс засветки. Частота повторения световых импульсов могла достигать 1 МГц, но основные измерения проводились на частоте 10 кГц. Отсчёт времени появления послеимпульсов проводился относительно момента спада свечения фотодиода до уровня 10^{-3} . Статистика отсчётов послеимпульсов набиралась за 10^7 и более световых импульсов. Временное разрешение регистрации можно было менять в пределах от 10 до 160 нс. Число временных каналов 128.

Амплитудный отбор импульсов проводился двухканальным амплитудным селектором с динамическим диапазоном от 0,1 до 100 мВ, что при нагрузке 50 Ом и эффективной длительности одноэлектронного импульса 10 нс соответствует коэффициенту умножения диодных систем ФЭУ 10^5 - 10^7 .

Все экспериментальные результаты получены при паспортных режимах питания электродов ФЭУ и коэффициенте умножения одноэлектронных импульсов около $3 \cdot 10^6$. Исследовались отобранные по статическим характеристикам наиболее хорошие экземпляры ФЭУ.

Р е з у л ь т а т ы

Нижее приводим наиболее характерные для исследованных типов ФЭУ семейства временных распределений послеимпульсов в зависимости от интенсивности импульсов засветки и уровня порога дискриминации.

Интенсивность засветки определяется средней амплитудой выходных импульсов ФЭУ U_n по отношению к средней амплитуде одноэлектронных импульсов \bar{U}_e . Порог дискриминации U_d также определяется по отношению к \bar{U}_e .

На оси ординат отложена дифференциальная вероятность P регистрации послеимпульсов во временном интервале 10 нс относительно одного светового импульса, поданного на фотокатод. Графики представлены в двойном логарифмическом масштабе.

Для всех исследованных ФЭУ послеимпульсы наблюдаются до 20 нкс, далее вероятность их появления становится меньше уровня статической компоненты шума.

Для ФЭУ-79, - 106, -136 наблюдается более или менее одинаковый характер в распределенных ввиду того, что эти умножители имеют приблизительно одинаковую конструкцию (рис.4-6). Для этих ФЭУ можно выделить три основных временных интервала задержек, где наблюдаются максимумы: 100-150 нс, 250-1000 нс, 1,5-10,0 мкс. Во всех пиках наблюдается присутствие многоэлектронных компонент. Экспериментально установлено, что если освещать фотокатод только в небольшой центральной области, где чувствительность максимальна, то первый максимум исчезает. И, наоборот, при освещении только периферии фотокатода максимум значительно возрастает.

Для ФЭУ-140 при одноэлектронной засветке хорошо выделяется максимум около 4 мкс (рис.7). При более интенсивной засветке проявляется структура с многоэлектронными экстремумами.

Экспериментально была проверена возможность возникновения оптической обратной связи из-за свечения ФЭУ в процессе умножения электронов (для ФЭУ-106) (рис.5а). Было обнаружено, что свечение нарастает во время развития электронного умножения, достигая максимума к моменту окончания формирования выходных импульсов ФЭУ. Затухание свечения происходит монотонно и имеет приблизительно-гиперболический характер. Из этого следует, что оптическая обратная связь может вызывать возникновение максимума в распределении послепульсов с задержкой, не превышающей время формирования выходного импульса ФЭУ.

Экспериментально установлено также, что вероятность регистрации послепульсов для всех исследованных нами ФЭУ растет с ростом интенсивности засветки, при этом наблюдается также рост амплитуды послепульсов, однако, эти зависимости не являются пропорциональными.

Обсуждение результатов

Исходя из того, что у ФЭУ с острой фокусировкой, типа ФЭУ-79, - 106, -136, при освещении только центральной части фотокатода первый максимум в распределении послепульсов, имеющий малую дисперсию, исчезает и, напротив, при освещении только периферии - возрастает, можно сделать вывод: причиной образования этого пика является ионная обратная связь с фокусирующего электрода на фотокатод с образованием в основном многоэлектронных

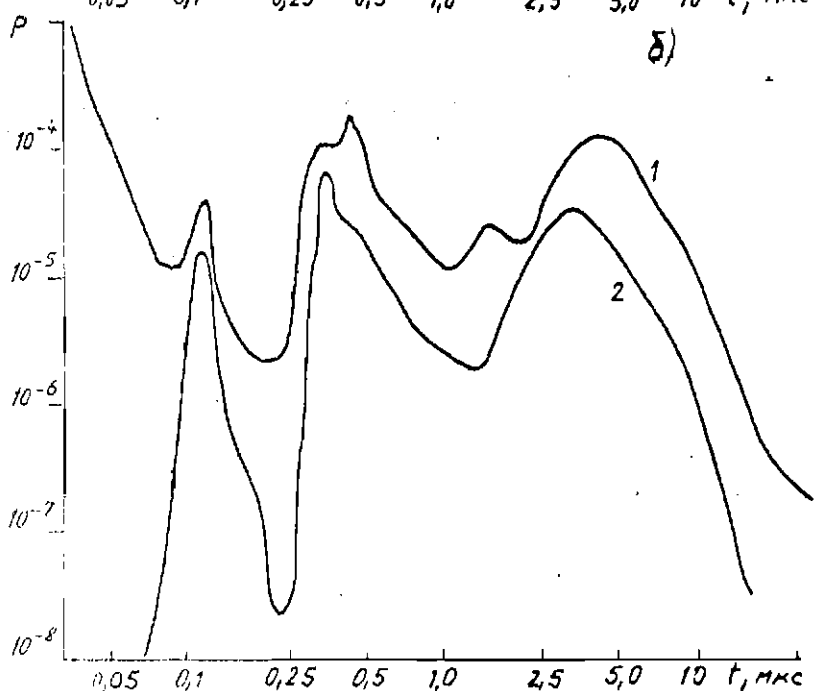
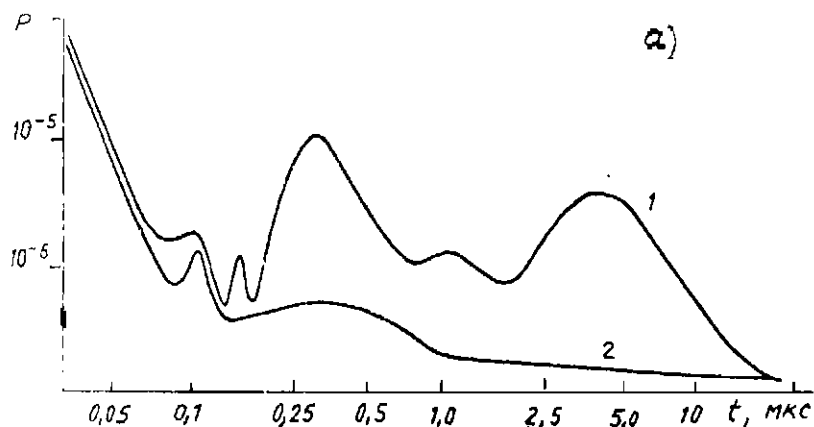


Рис. 4. Временные распределения послепульсов ФЭУ-79:

а) $U_n = \bar{U}_e$ $U_s = 0,2\bar{U}_e$: 1 - зарегистрированы все послепульсы, 2 - исключены импульсы, коррелированные с основным импульсом; б) $U_n = 4\bar{U}_e$: 1 - $U_s = 0,5\bar{U}_e$, 2 - $U_s = 4\bar{U}_e$.

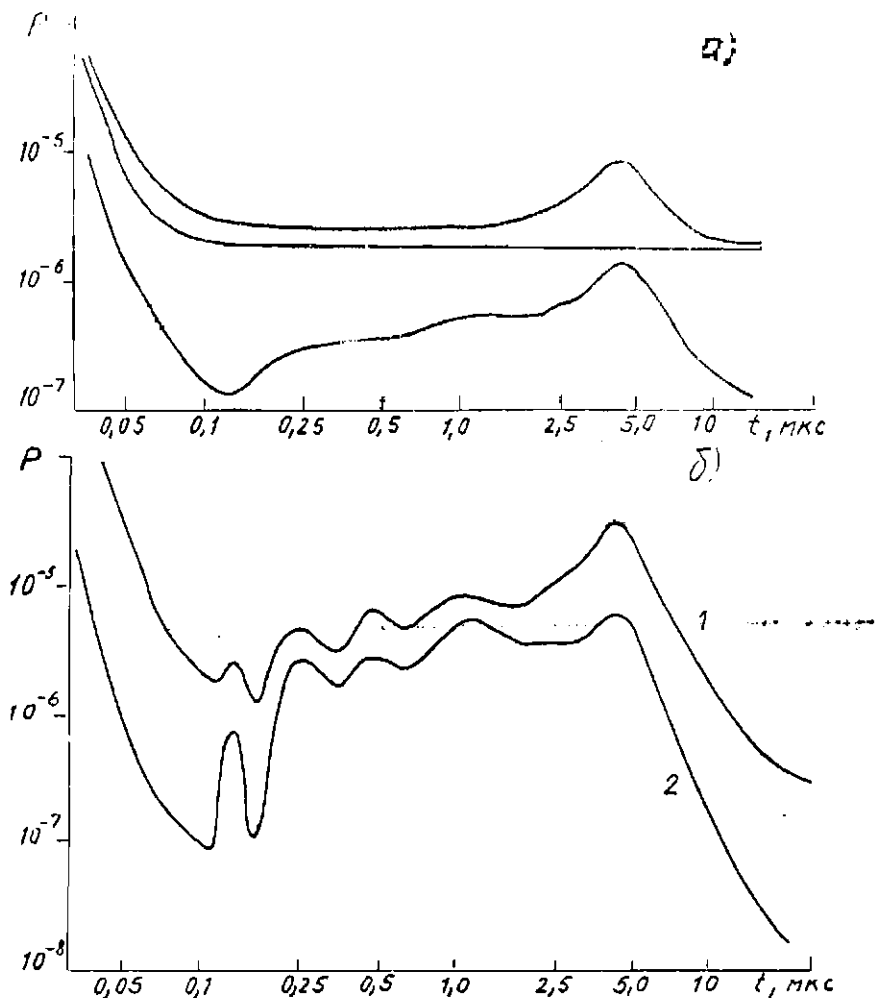


Рис. 7. Временные распределения послеимпульсов ФЭУ-140: а) $U_a = \bar{U}_e$; 1 - $U_d = 0,2\bar{U}_e$, 2 - $U_d = 0,2\bar{U}_e$ с исключением импульсов, коррелированных с основным импульсом, 3 - $U_d = 2\bar{U}_e$; б) $U_a = 2\bar{U}_e$; 1 - $U_d = 2\bar{U}_e$, 2 - $U_d = 4\bar{U}_e$.

последующих импульсов. Это может быть объяснено тем, что фотоэлектроны с периферии чувствительной области фотокатода, не попадаящие в ленточную систему, направляются на фокусирующий электрод, ионный потенциал первого диода. При воздействии этих электронов с энергией около 300 эВ на поверхность фокусирующего электрода происходит с некоторой вероятностью десорбция и ионизация молекул легких газов, всегда имеющихся, как известно, на полярископах и в объеме конструктивных элементов вакуумных систем [6]. Свободившиеся положительные ионы, например, H^+ , H_2^+ , устремляются к фотокатоду, где с большой вероятностью выбивают несколько вторичных электронов на один ион. Эти электроны с определенной временной задержкой образуют многоэлектронные последующие импульсы. Упрощенный расчёт, проведенный ниже, подтверждает это.

Если принять, что электрическое поле между двумя соседними электродами равномерно, то время пролета иона без начальной скорости между ними можно определить по формуле:

$$t = \ell \cdot \sqrt{\frac{2m}{qU}}, \quad (1)$$

где ℓ - расстояние между электродами, m - масса иона, q - заряд иона, U - разность потенциалов между электродами.

Если ион имеет начальную скорость U_0 , то:

$$t = \frac{\ell m}{qU} \cdot \left(\sqrt{U_0^2 + 2 \frac{qU}{m}} - U_0 \right). \quad (2)$$

Для ФЭУ-79 формула (1) дает время пролета иона H^+ около 170 нс, эксперимент - время задержки первого пика последующих импульсов - около 130 нс. Некоторое несоответствие можно объяснить неоднородностью поля между фокусирующим электродом и катодом, причём напряженность поля вблизи фокусирующего электрода из-за конструктивных особенностей ФЭУ больше, что приводит к уменьшению времени пролета ионов.

Применительно к ФЭУ-93 формулы (1) и (2) дают для ионов H_2^+ и H^+ следующие времена пролетов между соответствующим электродом и фотокатодом:

Электрод \ Ион	H_2^+	H^+
I-й диод	426 нс	295 нс
Фокусирующий	434 нс	395 нс
Модулятор	1 мкс	743 нс

Исходя из изложенного выше, можно предположить, что за возникновение многоэлектронных послеимпульсов во временном интервале до 1 мкс ответственны ионы водорода H^+ и H_2^+ , возникающие во входной части диодной системы.

Наиболее вероятным объяснением наличия одноэлектронного пика в районе 70 нс у ФЭУ-93 является оптическая обратная связь с последних диодов ФЭУ.

Полоса послеимпульсов с максимумом около 4 мкс имеет значительную дисперсию. Эта полоса наблюдается практически у всех нами исследованных типов ФЭУ и согласуется с данными для других типов ФЭУ. Происхождение этой полосы довольно неясное. Можно предположить, что послеимпульсы с такой большой задержкой возникают в результате ионной обратной связи из района последних каскадов умножительной системы. Большое время задержки может быть объяснено многократным отражением ионов.

Монотонный спад во временных распределениях в интервале задержек до 100 нс нельзя с достаточной достоверностью причислить к послеимпульсам ФЭУ, так как в этом диапазоне возможно еще влияние спада свечения примененного светодиода.

Выводы и рекомендации

1. При засветке ФЭУ импульсами с длиной волны, близкой к длинноволновой границе чувствительности ФЭУ, основной вклад в образование послеимпульсов дает ионная обратная связь.

2. Суммарный шум ФЭУ после засветки импульсами с длительностью порядка длительности одноэлектронных импульсов снижается до уровня статических шумов спустя приблизительно 20 мкс.

3. Дифференциальные распределения вероятностей появления послеимпульсов имеют сложную структуру, зависящую от конструктивных особенностей ФЭУ.

4. Дифференциальная вероятность регистраций послеимпульсов после засветок, вызывающих одноэлектронные импульсы, имеет величину порядка 10^{-4} в кинетических измерениях с временным разрешением порядка одноэлектронного импульса.

5. Интегральная вероятность появления послеимпульсов для одноэлектронных засветок составляет единицы процентов.

6. Амплитуда послеимпульсов при одноэлектронной засветке во многих случаях превышает одноэлектронный уровень.

7. С ростом интенсивности засветки растет вероятность регистрации послеимпульсов и растут амплитуды послеимпульсов.

8. Возникновение многоэлектронных послеимпульсов в диапазоне времен до 1 мкс обусловлено ионами водорода.

9. Для уменьшения влияния послеимпульсов на результаты измерений целесообразно:

а) при отсутствии ограничений на быстродействие применять постоянные времени анодной цепи ФЭУ порядка 10-20 мкс, принимая во внимание, однако, что это может привести к искажению амплитудных распределений и к ухудшению энергетического разрешения;

б) при нежелательности или невозможности использования больших постоянных времени анодной цепи ФЭУ вопрос о пригодности информации в импульсе следует решать в первые 150-200 нс;

в) применять специальные схемы отбора полезной информации;

г) при особо точных измерениях всемерно улучшать пассивную защиту установок с ФЭУ.

Л и т е р а т у р а

1. Раямяэ Р.А., В сб. "Труды УІ Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Изд. ТГУ, Тбилиси, 1978, с.333.
2. Анисимова И.И., Глуховский Б.М., Фотоэлектронные умножители, "Сов.радио", М., 1974, с.64.

3. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С., Основы экспериментальных методов ядерной физики, Атомиздат, М., 1977, с.525.
4. Ветохин С.С., Гулаков И.Р., Перцев А.И., Резников И.В., Одноэлектронные фотоприёмники, Атомиздат, М., 1979, с.192.
5. Bollinger L.M., Thomas Y.E., Rev.Scient.Instrum., 1961, v.32, p. 1044.
6. Прошковский Я., Техника высокого вакуума, "Мир", М., 1975, с.322.

УСТРОЙСТВО ОТБОРА ДЛЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

А.А.Кристина

А н н о т а ц и я

Предлагается устройство отбора полезной информации с детекторов ионизирующих излучений, работающее по принципу селективного запоминания факта обрабатывания дискриминатора верхнего уровня. Оно отличается повышенной помехоустойчивостью и простотой конструкции. Вторым приведенный вариант схемы применим в том случае, когда требуется дополнительная селекция импульсов по длительности.

SELECTION DEVICE FOR SCINTICOUNTING

A.A.Kristina

Abstract

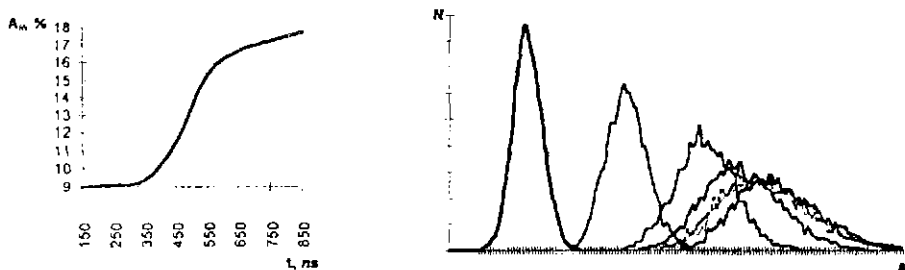
Selection device for useful information in ionizing radiation detectors is offered, it works on principle when the upper threshold of the discriminator triggering is registered in the memory. This device differs from the similar ones with a heightened stability of noises and with a simple structure. The second given variant of device can be used in cases when pulses need additional selection by length.

Ekspimentāli konstatēts, ka pēcimpulsu esamība:

- pasliktina amplitūdas izšķiršanas spēju,
- izsaur amplitūdas sadalījumu pīķu paplašināšanos, pie kam pīķi pārvietojas lielāko amplitūdu virzienā, bet to forma izkropļojas (1. zīm.)

Jo mazāka gaismas impulsa amplitūda, jo vairāk pasliktinās amplitūdas izšķiršanas spēja (nelineāra sakarība). Amplitūdas izšķiršanas spējas pasliktināšana notiek galvenokārt pateicoties pēcimpulsiem, kuri rodas jonu atgriezeniskās saites rezultātā laika posmā $\sim 0,9 \mu\text{s}$ (93-, -97, -118, -159 tipa žālūziju FEPIem) (2. zīm.).

FEPs noderīgumu amplitūdas sadalījumu reģistrēšanai autors ietelc novērtēt pēc kritērija $K: K = A_0 / A$ vai pēc apgriezti proporcionālās vērtības $1 / K = A / A_0$, kur A - FEPA amplitūdas izšķiršanas spēja kādā amplitūdas sadalījuma punktā bez pēcimpulsu reākcijas; A_0 - tas pats tajā pašā punktā, tikai ar pēcimpulsu reākciju. Jo K vai $1 / K$ tuvāk vienīnīkam, jo labāks FEPs un mazāka pēcimpulsu ietekme uz gala rezultātu.



AMPLITUDE RESOLUTION OF PHOTOMULTIPLIERS

A. Kristiņš

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

It is experimentally determined, that the presence of the afterpulses:

- deteriorates the amplitude resolution,
- leads to the extension of the amplitude distribution peaks, and the peaks move in the direction of the greater amplitudes and their form is distorted (see Figure 1).

The lower is the light intensity the greater is the deterioration of the amplitude resolution (the dependence is not linear).

On the whole the deterioration of the amplitude resolution is due to the afterpulses arising through the ionic feedback during $0.9 \mu\text{s}$ (for photomultipliers of 93-, -97, -118, -159 types) (see Figure 2).

When registering the amplitude distributions author advises to appreciate the photomultiplier fitness by the criterion of $K: K = A_0 / A$ or by the value which is inverse to this expression $1 / K = A / A_0$, where A is an amplitude resolution of the photomultiplier for some point of the amplitude distribution without the resection of the afterpulses; A_0 is an amplitude resolution of the photomultiplier for the same point but with the resection of the afterpulses. Moreover, if the value of K or $1 / K$ is closer to 1, the photomultiplier is better and the afterpulses influence the final result less.

Ierīce paredzēta sankcionētas pieejas nodrošināšanai atsevišķās telpās.
Ierīce vada jebkuras konstrukcijas elektromagnētiskās atslēgas.
Iekļūšanu telpā veic ar Dallas Semiconductor firmas identifikācijas kodu atslēgām (IKA).
Avārijas situācijā telpā var iekļūt ar parastās mehāniskās atslēgas palīdzību.
Durvju atvēršana ir iespējama arī telpas ar pogas palīdzību vai IKA (ja ir uzstādīts otrs nolāstītājs).
IKA saraksta pārprogrammēšana ir operatīva - ar divu programmēšanas ("master") IKA palīdzību.
Ierīcei ir skaņas un gaismas indikācija un tā formē elektrisku signālu apsardzes dienestam.

Tehniskie parametri:

Barošanas spriegums:	10+15 V
Patērētā strāva gaidīšanas režīmā:	≤ 8 mA
Patērētā strāva pieejas režīmā (nosaka el. magn. atslēgas parametri):	< 0.5 A
Pieejas laiks:	
Skaņas signāla nostrādes laiks pie nesankcionētas pieejas:	5 sek nekavējoties
Skaņas signāla nostrādes laiks pie neaizvērtām durvīm:	5 sek pēc pieejas atļaujas
Atslēgu identifikācijas kodu kombināciju skaits:	$2,8 \cdot 10^{14}$
Maksimālais sarakstā ieprogrammējamo atslēgu skaits:	56
Gabarti (bez nolāstītāja):	83 x 55 x 35mm

**DEVICE FOR AUTHORIZED ONE-DOOR ACCESS SYSTEM
WITH TM IDENTIFICATION CODE KEYS**

I.Gvardina, A. Kristiņš, J. Melderiš, J. Veinbergs, I. Zujevs
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The device is constructed with purpose to create an authorized access system for apartments.
The device controls electromagnetic keys of any construction.
The access into the apartment is implemented by using the identification code keys, Dallas Semiconductor Touch Memory (TM). In case of emergency it is possible to enter the apartment with ordinary mechanical key.
Exit is possible either by using a button or by TM (if the second reader is available).
Reprogramming of the TM list is operative - with the assistance of two Master-keys.
The device has the sound and light indication and it provides an electrical signal for security services.
This device is cheaper than most of the similar ones.

Technical Specification:

Power supply:	+{10 - 15} V
Consumption:	
System armed in waiting state:	≤ 8 mA
System activated in access mode (defined by el. mech. lock):	< 0,5A (typically)
Access time:	
Sound signal on non-authorized opening of the door:	5 sec without delay
Sound signal delay after authorized opening of the door:	5 sec
Possible combinations of key identification codes:	$2,8 \cdot 10^{14}$
Max number of keys:	≤ 56 pcs.
Dimensions:	83 x 55 x 35 mm

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л.С.Гори, В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов, А.В.Шифрик. Элементы схем ядерного приборостроения, Москва, 189, 1970.
2. В.С.Векслер, А.А.Кристин. В сб.Дендроклиматохронология и радиоуглерод, Каунас, 317, 1972.
3. В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов. Приборы для измерения ионизирующих излучений, Москва, 490, 1972.
4. А.А.Кристин. Авторское свидетельство № 516186, Бюллетень изобретений № 20, 1976.

A.A.Kristin

A DEVICE FOR COINCIDENCE-ANTICOINCIDENCE SELECTION WITH PULSE DURATION SELECTION FOR ^{14}C MEASUREMENTS

A b s t r a c t

The principle scheme of a device for coincidence-anticoincidence selection with a pulse duration selection for radiation measurements is presented.

А.А.КРИСТИН, Я.Э.ТИБЕРГ

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ АМПЛИТУДНЫЕ ДИСКРИМИНАТОРЫ ДЛЯ
УСТАНОВОК, ИЗМЕРЯЮЩИХ ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

В аппаратуре для измерения ионизирующих излучений широкое распространение получили амплитудные дискриминаторы на полупроводниковых диодах, на транзисторах, на туннельных диодах и на лавинных транзисторах. Все они обладают рядом определенных достоинств, но имеют и недостатки. Так, диодные дискриминаторы хорошо работают лишь при сравнительно больших сигналах (порядка 10 вольт) [1]. Туннельные диоды капризны в работе и требуют особо тщательной отладки схемы. Транзисторные дискриминаторы с хорошими параметрами, как правило, имеют довольно сложную структуру. Широко распространенные в последнее время дискриминаторы на лавинных транзисторах [2], хотя и очень просты конструктивно, обладают высокой чувствительностью и быстродействием, но неприменимы в тех случаях, когда необходимо получить информацию о ширине импульсов на уровне дискриминации. Кроме этого, дискриминаторы на лавинных транзисторах характеризуются еще некоторыми недостатками. Так, аналогично большинству диодных дискриминаторов, у них наблюдается сдвиг порога дискриминации при изменении частоты следования импульсов. Они имеют большое мертвое время, а при принятии мер для его снижения появляется вероятность неоднократного срабатывания при поступлении на вход импульса, длительность которого больше мертвого времени дискриминатора. Дискриминаторы на лавинных транзисторах требуют для работы довольно высокое напряжение, что не всегда удобно. Помимо этого, из-за высокого напряжения питания в момент срабатывания, дискриминаторы могут служить источником ВЧ помех.

С широким распространением интегральных схем (ИС) эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) [3] появилась возможность существенно упростить многие узлы и блоки измерительной аппаратуры ядерной физики при значительном улучшении её параметров. На базе ИС ЭСЛ разработаны так же дискриминаторы, в известной мере свободные от вышеупомянутых недостатков, обладающие высоким быстродействием и чувствительностью, четкой работой и возможностью дискриминировать импульсы любой длительности без искажения информации (от единиц наносекунд и выше). Из большого разнообразия логических элементов ЭСЛ для целей построения амплитудных дискриминаторов и в особенности их входных каскадов наиболее подходящим является элемент "дифференциальный приемник с линией". На рис.1в изображена принципиальная схема дифференциального приемника с парафазным выходом (100ЛП16). Дифференциальный приемник с одним выходом не имеет транзистора, изображенного пунктиром (100ЛП15, К13ВЛП1). В одном корпусе ИС находятся 3+4 дифференциальных приемника и стабилизатор опорного напряжения $E_{оп}$, имеющий внешний вывод. На рис.1а, б приведено условное обозначение дифференциального приемника с одним и парафазным выходом соответственно. При стандартном включении положительный полюс источника питания заземлен. Напряжение питания -5 В или $-5,2$ В. Иногда целесообразно использовать d в источнике питания $+1,2$ В + $+2$ В и $-3,2$ В + -4 В. В последнем случае возможна непосредственная подача сигнала на вход ИС по ВЧ кабелю, минуя согласующие входные устройства, в качестве которых чаще всего используют эмиттерные повторители в интегральном или дискретном исполнении [4,5] или сместители потенциала на базе кремневых диодов [6,8].

Поскольку дифференциальный приемник представляет собой неперегружающийся дифференциальный усилительный каскад, то дискриминаторы на его основе строятся аналогично дискриминаторам на дифференциальных усилителях, выполненных на дискретных элементах [1, 7]. Напряжение смещения подается на один из входов дифференциального приемника, а на другой вход подается сигнал. В литературе [8] сообщается, что путем изменения потенциала $U_{см}$ можно обеспечить линейную зависимость порога обрабатывания от $U_{см}$ до $-2,5$ В. Экспериментальная проверка показала, что для ИС 100 и 500 серий этот диапазон увеличивается до $-3,2$ В.

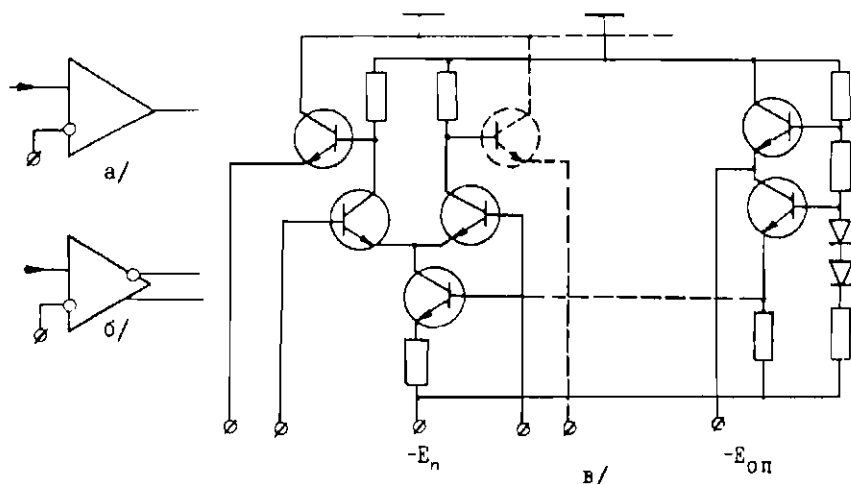


Рис.1.

Последовательное соединение дифференциальных приемников позволяет увеличить крутизну пороговой характеристики дискриминатора. На рис.2а представлена схема дискриминатора, собранная на одном корпусе ИС типа 100ЛП15. Во втором каскаде требуется подстройка режима по постоянному напряжению, в третьем и четвертом достаточно вторые входы усилителей подключить к выходу источника опорного напряжения $E_{оп}$ самой ИС. На рис.2б, в изображен аналогичный дискриминатор на основе дифференциального приемника с парафазным выходом (100ЛП16). Схема на рис.2б работает от одного источника питания $-5,2$ В, схема на рис.2в от двух источников. Чувствительность дискриминатора первого варианта (рис.2а) порядка 5 мВ, а дискриминаторов второго и третьего вариантов порядка 2 мВ.

Вышеописанные дискриминаторы принадлежат к классу дискриминаторов - усилителей [1]. Для получения более четкого порога срабатывания разработаны дискриминаторы с использованием комбинации каскадов дискриминаторов - усилителей и регенеративных дискриминаторов типа триггера Шmittа.

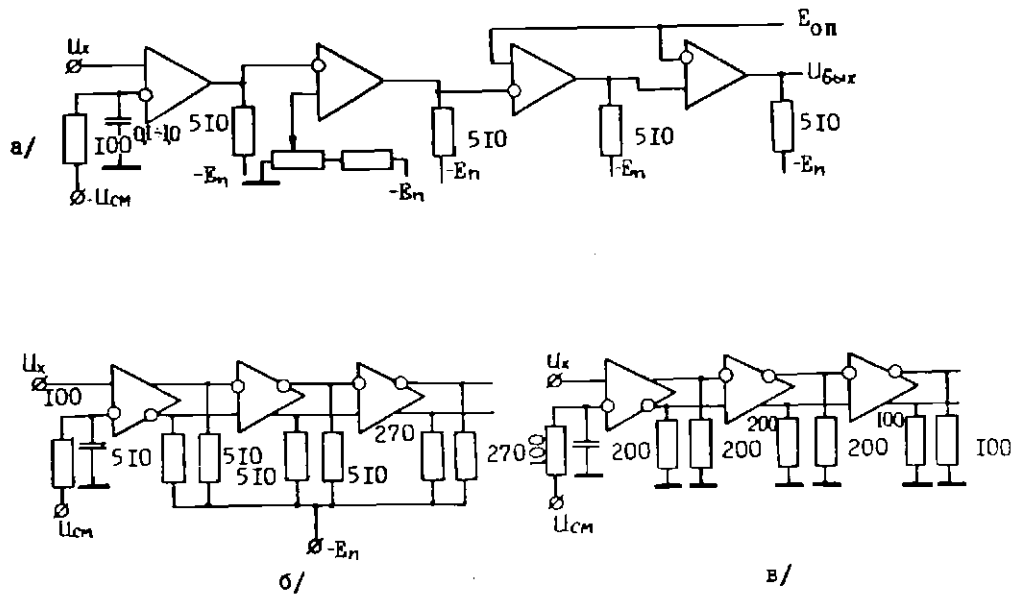


Рис.2.

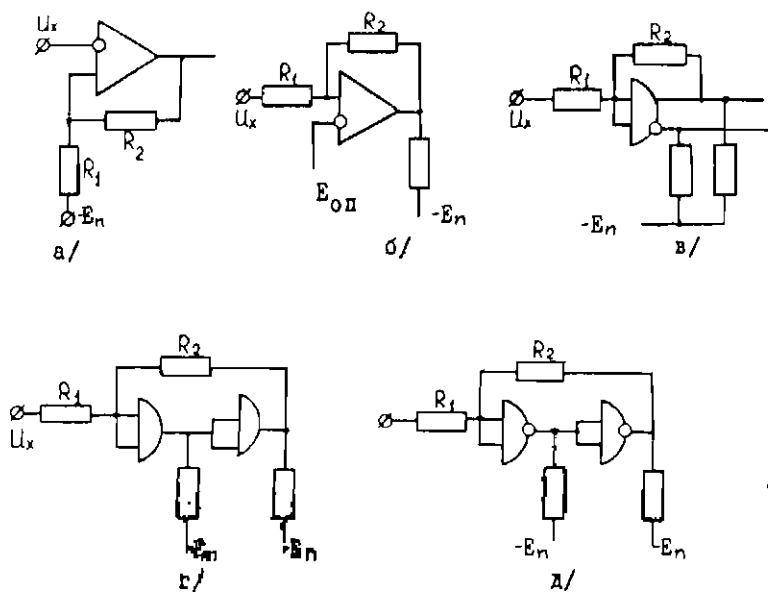


Рис.3.

Известна реализация триггера Шмитта на основе дифференциального приемника [8] (рис.3а), выполненная по классической схеме. На основе дифференциального приемника можно собрать триггер Шмитта и по другой схеме (рис.3б). Аналогично последней схеме триггер Шмитта можно выполнять и на логических элементах ИЛИ/ИЛИ-НЕ (рис.3в), например, на ИС 100ЛБ05. На логических элементах ИЛИ - И НЕ (К138ЛБ3) триггер Шмитта реализуется только при четном числе каскадов (рис.3д). Логические элементы ИЛИ (К138ЛБ4) позволяют строить триггеры Шмитта с любым числом каскадов (рис.3в,г). Во всех случаях ширина петли гистерезиса определяется соотношением R_1, R_2 .

Возможны различные варианты комбинаций дискриминаторов - усилителей с вышеуказанными триггерами Шмитта. Два возможных варианта показаны на рис.4. Параметры их приблизительно идентичны. Ширина петли гистерезиса результирующих дискриминаторов зависит от соотношения R_1, R_2 и определяется из экспериментальных кривых, приведенных на рис.5. Кривая на рис.5а соответствует первому варианту дискриминатора, а кривая на рис.5б - второму варианту.

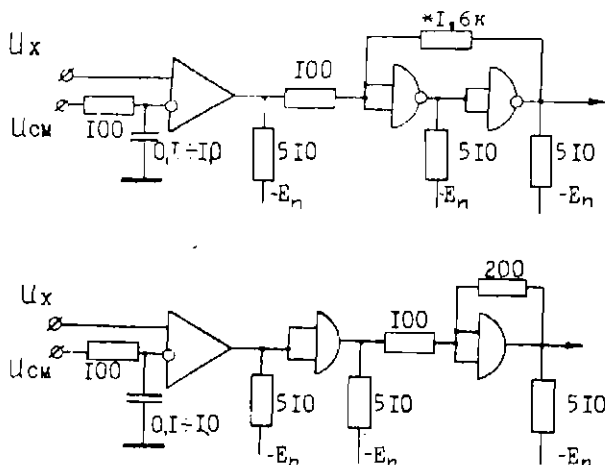


Рис.4.

При замене в схеме первого варианта дискриминатора элементов ИЛИ-НЕ на элементы ИЛИ результат не меняется. Во втором варианте дискриминатора (рис.4б) в качестве второго каскада дискриминатора-усилителя использован логический элемент ИЛИ, что весьма удобно, так как не требуется подстройка режима, как в схеме на рис.2а. Для изменения полярности выходного импульса в данной схеме достаточно заменить элемент ИЛИ на элемент ИЛИ-НЕ. При номиналах, указанных на рис.4, обе схемы имеют гистерезис менее 2 мВ.

Все описанные схемы дискриминаторов имеют весьма малый температурный дрейф порога срабатывания, обусловленный интегральным исполнением и симметрией используемых схем и в рабочем диапазоне температур не превышает одного-двух милливольт. Выходные сигналы дискриминаторов в уровнях ЭСЛ (E^{n1} = -0,7 + -0,9 В, E^{n0} = -1,6 + + -1,8 В). Для перехода к уровням ТТЛ элементов применяются специальные преобразователи уровней в интегральном исполнении. Для тех же целей можно воспользоваться схемами, приведенными на рис.6, где схема "а" пригодна для случая использования одного источника питания, схема "б" при использовании двух источников питания. Если ТТЛ ИС питаются от того же источника питания, что и ЭСЛ ИС, то пригоден вариант, согласно литературе [9] (рис.6в).

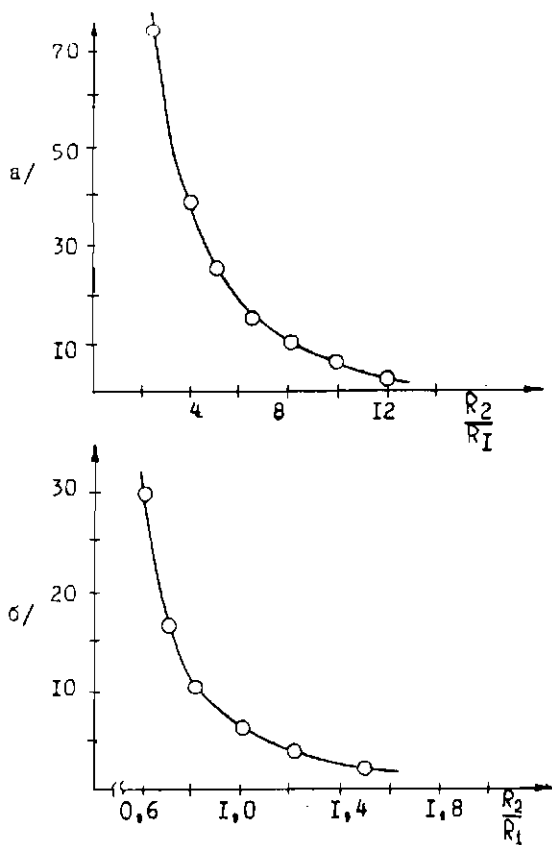


Рис.5.

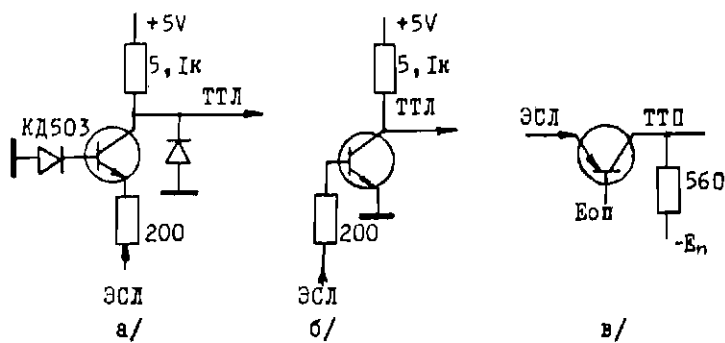


Рис.6.

Описанные дискриминаторы просты в изготовлении, очень компактны и практически не требуют настройки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л.С.Гори, В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов, А.В.Шифрин. Элементы схем ядерного приборостроения, Атомиздат, 1970.
2. В.П.Дьяконов. Лавинные транзисторы и их применение в импульсных устройствах, "Советское радио", 1973.
3. И.Н.Букреев, Б.М.Макоуров, В.И.Горячев. Микроэлектронные схемы цифровых устройств, "Советское радио", 1975.
4. В.М.Аульченко, Ю.В.Коршунов. ПТЭ, № 6, 75, 1973.
5. Ю.В.Коршунов, В.И.Фоминных. ПТЭ, № 6, 92, 1974.
6. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, № 6, 88, 1974.
7. В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов. Приборы для измерения конизирующих излучений, Атомиздат, 1972.
8. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, № 4, 96, 1975.
9. Э.И.Подольный, В.Е.Ямный. ПТЭ, № 4, 124, 1976.

A.A.Kristin, Yu.E.Tiberg

RAPID AMPLITUDE DISCRIMINATOR FOR RADIATION MEASURING DEVICES

A b s t r a c t

Various types of pulse height discriminators based on intergal systems of emitter-connected logic are considered.

ШЕСТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 13-15. X.1976 г.)

Э.М.ИОВЕНКО, А.Л.ИОФФЕ, А.К.МИЛОВАНОВ, В.Н.НИКОЛАЕВ, Н.В.СМИРНОВА

УГЛОМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ
ДЕТЕКТОРОВ ПЛАСТИНЧАТОЙ ФОРМЫ

Исследование распространенности космических изотопов в различных частях геосферы, измерение содержания космогенных изотопов, как во взятых образцах, так и в земных резервуарах, проводятся при помощи различных детекторов радиоактивного излучения. Малая активность исследуемых образцов приводит к необходимости уплотнения потока сигналов с одновременным обеспечением 4π или 2π - геометрии измерений. При этом в некоторых случаях важно знать угловое распределение измеряемого потока, например, при измерении активности изотопа ^{26}Al с использованием метода бета-гамма-гамма совпадений, или в случае исследования радиоактивного излучения космических объектов.

Известно большое количество различных угломерных устройств, построенных на основе детекторов, имеющих собственную угловую чувствительность или устройств с использованием внешних экранов [1,2]. Однако многие из них не позволяют производить измерения в широком диапазоне углов. Нами предлагается устройство с использованием детекторов стандартных форм и размеров, в частности, детекторов пластинчатой формы (рис.1). Тип используемого детектора определяется видом и энергией радиоактивного излучения. Так, в случае измерения γ -излучения в среднем и жестком диапазонах энергии целесообразно использование монокристалла $\text{NaI}(\text{Tl})$, имеющего ряд преимуществ перед другими типами сцинтилляторов: высокий атомный номер, большой световыход, пластичность, возможность изготовления и больших размеров. Главный недостаток кристалла - высокая гигроско-

УСТРОЙСТВО ОТБОРА ДЛЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

А.А.Криотия

Наиболее распространённые конструкции устройств, осуществляющих отбор полезной информации о детекторах ионизирующих излучений, можно разделить на две основные группы. К первой группе следует отнести устройства, осуществляющие формирование импульсов определенной длительности по переднему или заднему фронту информационного сигнала [1,2]. Причём, при привязке к переднему фронту информационного сигнала импульсы счётного сигнала подаются на схемы совпадений (СС) через линии задержки, а при привязке к заднему фронту на СС через линию задержки подаются импульсы блокирующего канала. Ко второй группе относятся устройства с оперативным запоминанием факта срабатывания дискриминатора верхнего уровня (ДВУ) [3,4].

Для первой группы в отличие от второй характерны жесткие ограничения на длительность нарастания и спада информационных импульсов. Кроме того, устройства первой группы не позволяют производить дополнительную сортировку информации по длительности сигналов, что снижает помехозащищённость устройств.

Предлагаемые устройства относятся ко второй группе и являются дальнейшим усовершенствованием устройства [4].

Основной вариант устройства отбора представлен на рис.1а, временные диаграммы, поясняющие его работу, изображены на рис.1б.

В исходном состоянии на выходах ДВУ и ДНУ (дискриминатор нижнего уровня) регистрируются уровни логической "1". Сигнал ДНУ инвертируется и через элемент задержки (ЗЗ) поступает на R-вход RS-триггера, удерживая его в нулевом состоянии независимо от изменений сигнала на входе S, возникающих, например, из-за помех. Нулевой уровень сигнала ЗЗ блокирует также выходную схему Ч-НЕ (схема совпадений).

При срабатывании ДНУ на его выходе появляется уровень логического "0", блокирующий элемент И-НЕ по третьему входу. На выходе инвертора появляется уровень логической "1", который

через ЭЗ поступает на вход R триггера, подготавливая его к приёму информации о ДВУ, и снимает блокировку со второго входа элемента И-НЕ.

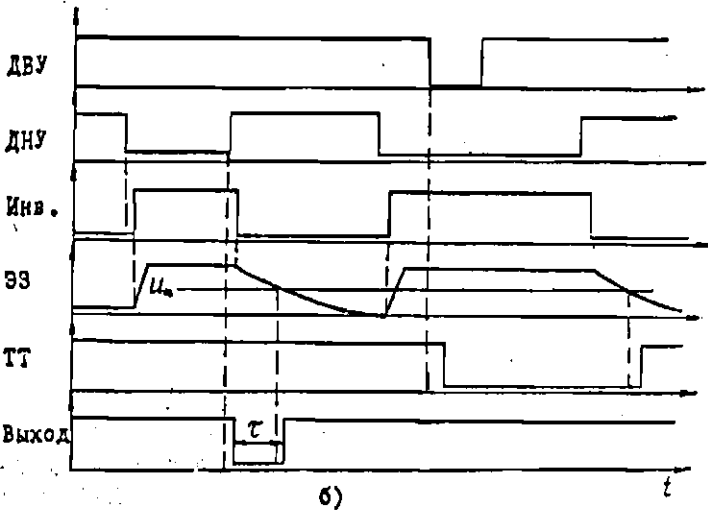
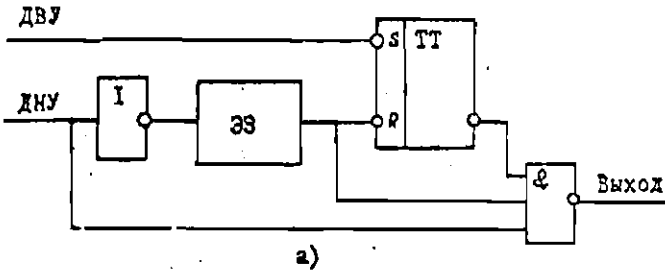


Рис.1. Основной вариант устройства отбора.

После окончания выходного импульса ДНУ возможны две ситуации:

- а) За время наличия сигнала на выходе ДНУ ДВУ не срабатывает. В этом случае триггер остается в нулевом состоянии и на его инверсном выходе, а значит, и на первом входе элемента И-НЕ

сохраняется единичный уровень. После окончания выходного импульса ДНУ на выходе ЭЗ и втором входе элемента И-НЕ еще некоторое время T сохраняется уровень логической "1". В то же время на третий вход с выхода ДНУ поступает уровень логической "1". Наступает совпадение, и на выходе элемента И-НЕ появляется импульс нулевого уровня, длительность которого определяется временем задержки T .

б) За время наличия выходного импульса с ДНУ срабатывает ДЗУ. Выходной импульс ДЗУ переключает триггер в единичное состояние и на его инверсном выходе появляется уровень логического "0", блокирующий по первому входу элемент И-НЕ, что предотвращает формирование выходного импульса. Спустя время T после окончания импульса на выходе ДНУ на выходе ЭЗ появляется нулевой уровень, блокирующий элемент И-НЕ по второму входу и возвращающий в исходное состояние триггер.

Таким образом на выходе устройства отбора формируются импульсы только тогда, когда импульсы отчётного канала не совпадают во времени с импульсами блокирующего канала, причём воздействие помех на блокирующий канал не приводит к потере информации.

ЭЗ в простейшем случае может быть выполнен в виде RC-цепи.

Если помимо амплитудного отбора требуется производить селекцию входных импульсов по длительности, то целесообразно использовать схему, изображенную на рис.2.

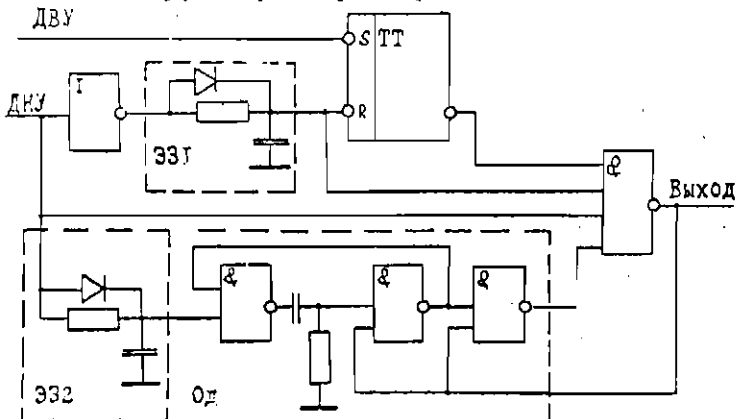


Рис.2. Устройство отбора по амплитуде и длительности.

По сравнению с устройством отбора, согласно рис.1а, дополнительно имеется одновибратор Од и второй элемент задержки ЭЗЗ, который по конструкции может быть идентичным первому ЭЗЗ. Время задержки ЭЗЗ равно длительности нижнего временного порога $T_{ни}$, а Од формирует импульс с максимальной длительностью $T_{мак} - T_{ни}$, где $T_{мак}$ - верхний временной порог.

При отсутствии входного сигнала на выходе Од-уровень логического "0", который поступает на четвертый вход выходного элемента И-НЕ, а на выходе ЭЗЗ-уровень логической "1".

Если длительность выходного импульса ДНУ $T_{дн} < T_{ни}$, то на выходе ЭЗЗ сигнал не успевает достичь порога переключения первого элемента И-НЕ Од, Од не переключается и не снимает блокировку с четвертого входа выходного элемента И-НЕ и выходной импульс сформироваться не может.

Если $T_{дн} < T < T_{мак}$, то спустя время $T_{ни}$ после появления импульса на выходе ДНУ срабатывает Од, на выходе которого появляется уровень логической "1". После окончания импульса на выходе ДНУ на выходном элементе И-НЕ наступает совпадение и на его выходе появляется нулевой уровень, который поступает также на второй и третий элементы И-НЕ Од, при этом временнозадающая часть Од возвращается в исходное состояние, а развязывающая обеспечивает удержание на выходе Од уровня логической "1" в течение времени T .

Если $T_{дн} > T_{мак}$, то ко времени окончания импульса ДНУ Од успевает возвратиться в исходное состояние и заблокировать по четвертому входу выходной элемент И-НЕ, в результате чего выходной импульс формироваться не будет.

Таким образом устройство отбора в соответствии с рис.2 позволяет отбирать информационные импульсы как по амплитуде, так и по длительности, что расширяет сферу его применения. По сравнению с устройством [4] данная схема имеет более простую конструкцию, проще в настройке и надежней в работе.

При работе с двухканальными установками входные цепи предлагаемых устройств отбора организуются аналогично приведенным в работе [4].

Л и т е р а т у р а

1. Смиадзе А.А., Кешелави И.Н., В сб. "Труды V Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод"", Изд. ТГУ, Тбилиси, 1974, с.289.
2. Гери Л.С. и др., Элементы схем ядерного приборостроения, Атомиздат, М., 1970, с.189.
3. Матвеев В.В., Хазанов Б.И., Приборы для измерения ионизирующих излучений, Атомиздат, М., 1972, с.450.
4. Кристиан А.А., В сб. "Труды VI Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод"", Изд. ТГУ, Тбилиси, 1978, с.363.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИЗОТОПОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

(Тематический сборник)

Печатается по решению ученого совета ФТИ от
21/1-1983г.

Лит. редакторы: Н.С. Морозова, И.А. Слободян

РТИ ЛИФ, зак. 1023, тир. 500, уч.-изд. л. 7; 12/ХП-1984г., М-11654

Формат 60x84 1/16

Цена 1 руб.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.А.Говорунов, П.П.Никифоров. Авторское свидетельство № 447625, Бюллетень изобретений, 1974, № 39.
2. Д.Ф.Мартин. Патент США № 3142056, 1964.
3. Цифровые электроизмерительные приборы, под ред.В.М.Шляндина, 1972, "Энергия".
4. В.С.Векслер, В.А.Дергачев, Г.Е.Кочаров, А.А.Кристин. Установка для измерения концентрации радиоуглерода в нескольких образцах. Настоящий сборник, стр.273.

A.A.Kristin, Yu.K.Veinberg

A SIMPLE DISPLAY FOR CHANNEL ADJUSTMENT VISUAL CONTROL IN SCINTILLATION COUNTERS

A b s t r a c t

A device is considered which provides visual channel adjustment of scintillation counters and effective control for channels of scintillation counters.

ШЕСТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 13-15.X.1976 г.)

А.А.КРИСТИН

УСТРОЙСТВО ОТБОРА СОВПАДЕНИЙ-АНТИСОВПАДЕНИЙ С
СЕЛЕКТИРОВАНИЕМ ИМПУЛЬСОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ
ИЗМЕРЕНИЙ ^{14}C

Время нарастания выходного сигнала детекторов ионизирующих излучений конечно, в силу чего срабатывание дискриминатора верхнего уровня (ДВУ) происходит с некоторым запаздыванием по отношению к срабатыванию дискриминатора нижнего уровня (ДНУ). Поэтому обычно на каскады логического отбора сигнал ДНУ подается через элемент задержки [1]. Время задержки и длительность импульсов блокировки от ДВУ выбирает с учетом возможных величин нарастания и спада сигнала. При обработке импульсов с сильно различающейся длительностью, поступающих от детекторов с охранной сцинтиллятором [2], это приводит к существенному увеличению мертвого времени регистрирующей системы, поскольку время обработки отдельных импульсов определяется максимальной длительностью входных импульсов.

При использовании в системе логического отбора интегральных схем (ИС) для уменьшения мертвого времени наиболее целесообразно применение схемы отбора с оперативным запоминанием факта обработки ДВУ [3]. Если при этом одновременно производится отбор импульсов по длительности, то целесообразно воспользоваться селектором широко-импульсных сигналов согласно литературе [4], который обладает минимальным мертвым временем. С учетом рекомендаций в литературе [3,4] разработано устройство отбора совпадений-антисовпадений с селектированием импульсов по длительности для измерений ^{14}C . Принципиальная схема устройства для

двухканальной установки изображена на рис.1, а диаграмма напряжений в различных точках схемы на рис.2.

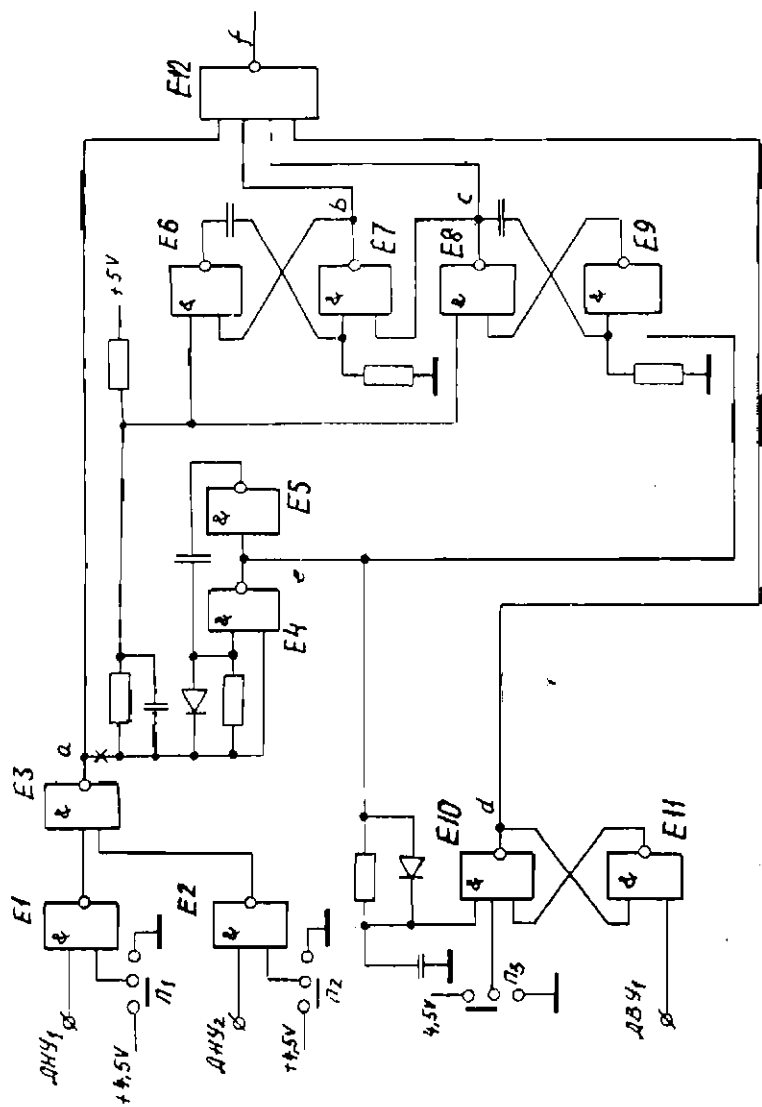
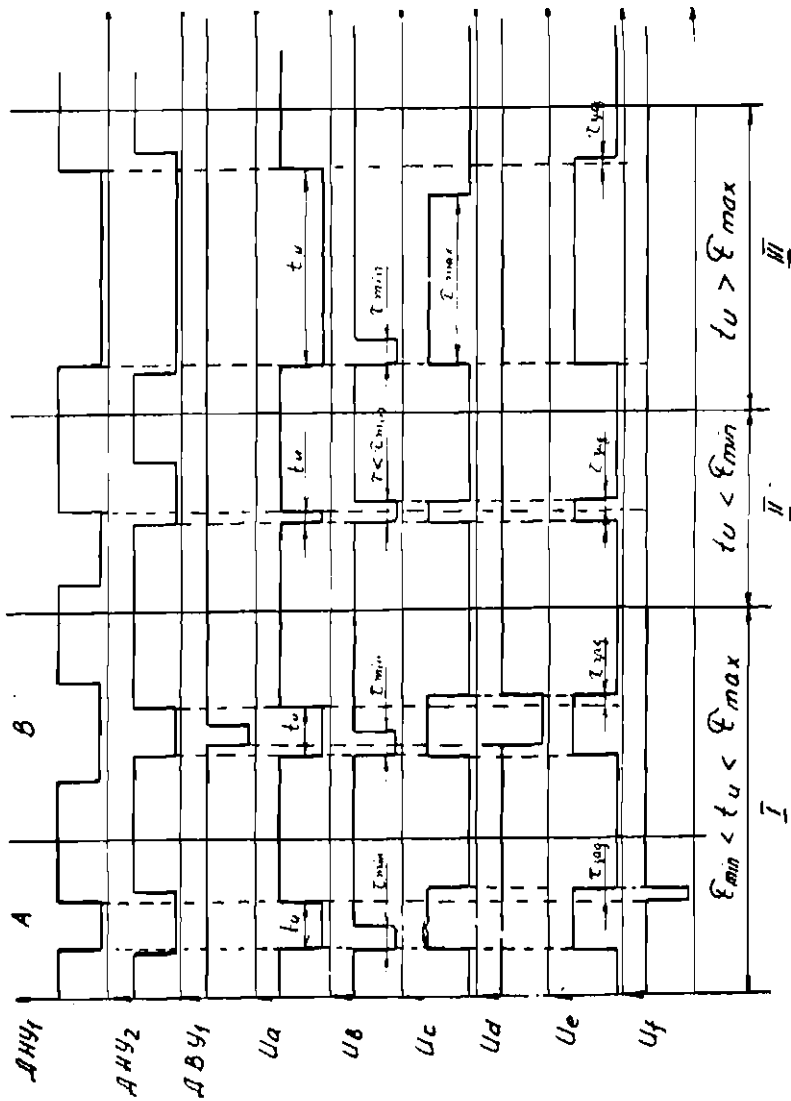


Рис.1.



РМС.2.

Нормализованные по амплитуде импульсы от ДНУ1, ДНУ2 и ДВУ1 поступают на входные инверторы Е1, Е2 и на триггер фиксации факта срабатывания ДВУ1, состоящий из логических элементов Е10, Е11. Выходные сигналы Е1 и Е2 поступают на схему совпадений Е3. Выходной сигнал Е3 поступает на элемент задержки Е4-Е5 и через дифференцирующую цепочку на запускающие входы одновибраторов минимальной (Е6-Е7) и максимальной длительности, а так же на один из входов выходной схемы совпадений Е12. Особенностью элемента задержки является то, что на его выходе сигнал появляется одновременно с появлением сигнала на выходе Е3, а исчезает спустя некоторое время $T_{зад}$ после окончания выходного импульса Е3. При поступлении на вход устройства совпадающих во времени импульсов на выходе Е3 на время $t_{ц}$ появляется уровень логического "0", а на выходе Е4 элемента задержки уровень логической "1", разблокирующий триггер Е10-Е11 и разрешающий запуск одновибратора Е8-Е9, после запуска которого возможен запуск одновибратора Е6-Е7. Оба одновибратора запускаются выходным импульсом дифференцирующей цепочки по переднему фронту импульса с Е3. Одновибраторы минимальной и максимальной длительности вырабатывают выходные импульсы длительности T_{min} и T_{max} соответственно.

Если длительность $t_{ц}$ лежит в пределах между T_{min} и T_{max} (см. рис.2 - I), то ко времени окончания отрицательного импульса на выходе Е3 одновибратор минимальной длительности Е6-Е7 успеет возвратиться в исходное состояние, а одновибратор максимальной длительности Е8-Е9 продолжает находиться в возбужденном состоянии. Это значит, что в точках а, б и с будет уровень логической "1", и, если не было факта срабатывания триггера Е10-Е11, т.е. если в точке d сохраняется уровень логической "1", то на логическом элементе Е12 наступает совпадение, и на его выходе появляется импульс (рис.2 - IА). Если имел место срабатывание ДВУ1, то импульс на выходе Е12 не появляется (рис.2 - IВ). Длительность выходного импульса определяется временем задержки $T_{зад}$. Спустя время $T_{зад}$ на шине е появляется уровень логического "0", который возвращает в исходное состояние триггер и вызывает принудительное возвращение одновибратора максимальной длительности в устойчивое состояние, а это в свою очередь заставляет возвратиться в исходное состояние одновибратор минимальной длительности, если он к этому времени все еще находится в возбужденном

Последовательное отключение одновибраторов необходимо для предотвращения возникновения эффекта "состязаний", обусловленного собственным временем задержки логических элементов и который может привести к ложному прохождению сигнала на выход устройства. С этой же целью предусмотрена подача логического "0" на вход ВТО триггера с некоторой задержкой чуть большей, чем время возвращения одновибраторов в исходное состояние. Блокировка фиксирующего триггера на время отсутствия совпадений во времени сигналов повышает помехоустойчивость устройства.

Если t_d больше τ_{max} (рис.2 - III) или меньше τ_{min} (рис.2 - II), то на выход устройства сигнал не проходит независимо от того, срабатывал или не срабатывал ДВУ. Принцип работы устройства в этих случаях понятен из временных диаграмм рис.2 и особых пояснений не требует.

При необходимости контролировать длительность импульсов приходящих только от одного канала, т.е. до фиксации совпадений следует точку, обозначенную на рис.1 крестиком, подсоединить не к выходу ЕЗ как на рисунке, а к входу Е1 или Е2. При этом ДВУ должен работать от того же канала, импульсы которого контролируются по длительности, ибо в противном случае схема теряет работоспособность. Переключателями П1-П3 можно отключить (блокировать) импульсы с любого из дискриминаторов и наблюдать картину прохождения импульсов с незаблокированных входов устройства.

Таким образом, на выход устройства от детектора проходят только те импульсы, которые, не вызывая срабатывания ДВУ, совпадают во времени, а время совпадения лежит в окне между τ_{min} и τ_{max} . Компоновка схемы позволяет получить минимальное мертвое время системы отбора импульсов, определяемое лишь временем $\tau_{зад}$, которое выбирается минимальным, но таким, чтобы проходящий на выход устройства сигнал, длительность которого равна $\tau_{зад}$, надежно фиксировался последующим регистрирующим устройством, например, счётчиком.

Устройство легко реализуемо на любых ИСТТЛ-логики, однако для увеличения быстродействия обработки информации, поступающей с детектора, рекомендуется применение серий К531, 130 или 131.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л.С.Горн, В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов, А.В.Шифрин. Элементы охем ядерного приборостроения, Москва, 189, 1970.
2. В.С.Векслер, А.А.Кристин. В сб.Дендроклиматохронология и радиоуглерод, Каунас, 317, 1972.
3. В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов. Приборы для измерения ионизирующих излучений, Москва, 480, 1972.
4. А.А.Кристин. Авторское свидетельство № 516186, Бюллетень изобретений № 20, 1976.

A.A.Kristin

A DEVICE FOR COINCIDENCE-ANTICOINCIDENCE SELECTION WITH PULSE DURATION SELECTION FOR ^{14}C MEASUREMENTS

A b s t r a c t

The principle scheme of a device for coincidence-anticoincidence selection with a pulse duration selection for radiation measurements is presented.

А.А.КРИСТИН, Я.Э.ТИБЕРГ

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ АМПЛИТУДНЫЕ ДИСКРИМИНАТОРЫ ДЛЯ
УСТАНОВОК, ИЗМЕРЯЮЩИХ ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

В аппаратуре для измерения ионизирующих излучений широкое распространение получили амплитудные дискриминаторы на полупроводниковых диодах, на транзисторах, на туннельных диодах и на лавинных транзисторах. Все они обладают рядом определенных достоинств, но имеют и недостатки. Так, диодные дискриминаторы хорошо работают лишь при сравнительно больших сигналах (порядка 10 вольт) [1]. Туннельные диоды капризны в работе и требуют особой тщательной отладки схемы. Транзисторные дискриминаторы с хорошими параметрами, как правило, имеют довольно сложную структуру. Широко распространенные в последнее время дискриминаторы на лавинных транзисторах [2], хотя и очень просты конструктивно, обладают высокой чувствительностью и быстродействием, но неприменимы в тех случаях, когда необходимо получить информацию о ширине импульсов на уровне дискриминации. Кроме этого, дискриминаторы на лавинных транзисторах характеризуются еще некоторыми недостатками. Так, аналогично большинству диодных дискриминаторов, у них наблюдается сдвиг порога дискриминации при изменении частоты следования импульсов. Они имеют большое мертвое время, а при принятии мер для его снижения появляется вероятность неоднократного срабатывания при поступлении на вход импульса, длительность которого больше мертвого времени дискриминатора. Дискриминаторы на лавинных транзисторах требуют для работы довольно высокое напряжение, что не всегда удобно. Помимо этого, из-за высокого напряжения питания в момент срабатывания, дискриминаторы могут служить источником ВЧ помех.

(10)

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
Совета Министров СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 516186

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 13.05.74 (21) 2025546/26-21
с присоединенной заявкой № —
(23) Приоритет —
Опубликовано 30.05.76. Бюллетень № 20
Дата опубликования описания 29.06.76

(51) М. Кл.² Н 03К 5/18
(53) УДК 621.375(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. А. Кристин

(71) Заявитель

Ордена Трудового Красного Знамени
латвийский государственный университет им. П. Стучки

(54) СЕЛЕКТОР ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

1

Изобретение относится к импульсной технике.

Известен селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий трехходовый логический элемент «И—НЕ», на один из входов которого подан входной сигнал, одновибраторы минимальной и максимальной длительности селективируемых импульсов, на один вход которых через дифференцирующий элемент подан входной сигнал, и элемент задержки, включенный между входом селектора и вторым входом одновибратора максимальной длительности селективируемого импульса.

Однако такой селектор имеет сложную схему.

Цель изобретения — упрощение селектора.

Это достигается тем, что в предлагаемом селекторе выходы одновибраторов соединены с вторым и третьим входами трехходового логического элемента «И—НЕ», причем выход одновибратора максимальной длительности селективируемого импульса соединен также с вторым входом другого одновибратора.

На чертеже приведена принципиальная электрическая схема предлагаемого селектора.

Селектор содержит элемент задержки 1 заднего фронта импульса, дифференцирующий элемент 2, трехходовый логический элемент «И—НЕ» 3, одновибраторы 4 и 5. Индексом

2

6 обозначен вход, индексом 7 — выход селектора.

Принципи работы предлагаемого селектора заключается в следующем.

5 При поступлении на вход селектора входного импульса на выходе элемента задержки 1 появляется уровень логической «1», разрешающий запуск одновибратора 5, после запуска которого возможен запуск одновибратора 4.
10 Оба одновибратора запускаются выходным импульсом дифференцирующего элемента 2 по переднему фронту входного импульса.

15 Если длительность входного импульса $t_{вх}$ больше длительности выходного импульса одновибратора 5 $t_{макс}$, то ко времени окончания входного импульса одновибратор 5 успевает возвратиться в исходное состояние, и на его выходе появляется логический «0», запрещающий прохождение импульса на выход элемента 3.

20 Если $t_{вх} < t_{макс}$ ($t_{макс}$ — длительность импульса одновибратора 4), то ко времени окончания входного импульса на выходе одновибратора 4 еще сохраняется нулевой уровень, препятствующий прохождению сигнала через элемент 3. Спустя некоторое время после окончания входного импульса на выходе элемента задержки 1 появляется нулевой уровень, который принудительно возвращает в

устойчивое состояние одновибратор 5, на выходе которого появляется логический «0», переводящий в исходное состояние одновибратор 4, после чего схема готова для обработки следующего импульса. Вследствие того, что логический «0» на выходе одновибратора 5 появляется раньше, чем исчезает логический «0» на выходе одновибратора 4, прохождение сигнала на выход исключается.

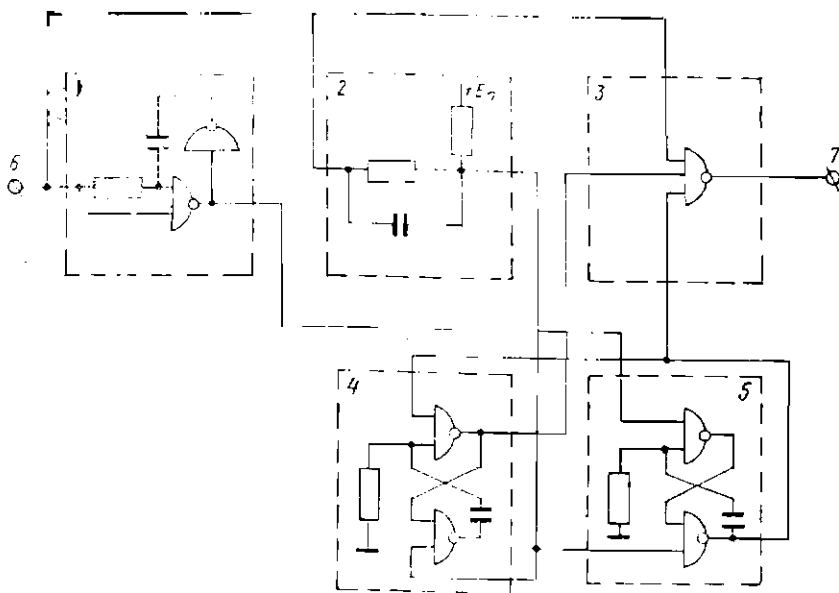
Если длительность входного импульса лежит в пределах между t_{\min} и t_{\max} , то после окончания входного импульса на выходе одновибратора 4 уже имеется уровень логической «1», а на выходе одновибратора 5 еще сохраняется уровень логической «1». Так как отсутствие входного импульса соответствует уровню логической «1» на входе, то на элементе 3 наступает совпадение, и на выход селектора проходит импульс, длительность которого определяется временем задержки τ элемента задержки 1. Спустя время τ после окончания входного импульса, устройство возвращается в исходное состояние так же, как и в предыдущем случае.

Таким образом, на выход селектора проходит только те импульсы, длительность которых лежит в интервале между t_{\min} и t_{\max} .

Мертвое время селектора определяется временем задержки τ , которое выбирается минимальным, но таким, чтобы проходящий на выход селектора импульс той же длительности надежно фиксировался последующим регистрирующим устройством, например счетчиком.

Формула изобретения

10 Селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий трехвходовый логический элемент «И—НЕ», на один из входов которого подан входной сигнал, одновибраторы минимальной и максимальной длительности селектируемых импульсов, на один вход которых через дифференцирующий элемент подан входной сигнал, и элемент задержки, включенный между входом селектора и вторым входом одновибратора максимальной длительности селектируемого импульса, отличающийся тем, что, с целью упрощения, выходы одновибраторов соединены соответственно с вторым и третьим входами трехвходового логического элемента «И--НЕ», причем выход одновибратора максимальной длительности селектируемого импульса соединен также с вторым входом другого одновибратора.



Составитель А. Арнох

Редактор Е. Караулова

Техред З. Гаращенко

Корректор А. Галахова

Лит. 1421

Изд. № 3430

Тираж 1020

Подписано

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕLSКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУКА»

13353 Москва, Ждановский бульвар, д. 45



О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 10.04.81 (21) 3273562/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.10.82. Бюллетень № 40

Дата опубликования описания 30.10.82

(11) 970669

11

[51] М. Кл. 3

H 03 K 5/153

[53] УДК 621.374.
.33(088.8)

(72) Автор
изобретения

А.А.Кристин

(71) Заявитель

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им.Петра Стучки

(54) СЕЛЕКТОР ИМПУЛЬСОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

1

2

Изобретение относится к импульсной технике и может быть использовано в устройствах автоматики и телемеханики, в вычислительной и измерительной технике.

Известен селектор импульсов по длительности, содержащий элемент НЕ, дифференцирующий элемент, три элемента И, генератор тактовых импульсов, счетчик импульсов, триггер и делитель частоты, причем первый вход счетчика импульсов через первый элемент И соединен с выходом генератора тактовых импульсов и первым входом второго элемента И, второй с первым входом третьего элемента И непосредственно и через дифференцирующий элемент - с выходом элемента НЕ, а выход - с первым входом триггера, второй вход которого подключен к выходу второго элемента И через делитель частоты, а выход - к вторым входам второго и третьего элементов И [1].

Однако указанное устройство имеет низкую надежность, обусловленную многократным формированием стробимпульсов при входных сигналах, длительность которых выше заданного диапазона селектирования; недостаточную

разрешающую способность, проявляющуюся в том, что устройство имеет большое мертвое время при селектировании импульсов, длительность которых лежит в зоне селектирования, что вызвано тем, что делитель частоты независимо от длительности селектируемого импульса продолжает работать до заполнения, препятствуя восстановлению устройства, кроме того, такой алгоритм работы селектора приводит к дополнительному снижению надежности селектирования, так как, если селектируемый импульс оканчивается в начале строба, то последующие импульсы, длительность которых укладывается в оставшуюся часть строба, также будут опознаваться как лежащие в заданном диапазоне длительностей и на выходе устройства пойдут ложная информация; недостаточную точность селекции, связанную с тем, что отсутствует синхронизация генератора тактовых импульсов с селектируемыми импульсами.

Наиболее близким к предлагаемому является селектор импульсов по длительности, который дополнительно содержит второй триггер, включенный между входами элемента НЕ и первого

5

10

15

20

25

30

элемента И, и элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом элемента НЕ, второй вход - с выходом счетчика импульсов, а выход - со вторым входом второго триггера [2].

Однако известный селектор обладает недостаточной разрешающей способностью и надежностью при селектировании импульсов, длительность которых лежит в заданном диапазоне длительности, и недостаточной точностью селектирования из-за ошибки дискретности; сложную конструкцию.

Цель изобретения - повышение разрешающей способности, надежности устройства и точности селектирования при одновременном упрощении устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве, содержащем элемент НЕ, вход которого соединен с входной шиной устройства, дифференцирующий элемент, генератор тактовых импульсов, первый и второй триггеры, вход запуска последнего из которых соединен с выходом счетчика импульсов, а прямой выход - с первым входом элемента И, и делитель частоты, вход запуска первого триггера через дифференцирующий элемент подключен на входной шине устройства и второму входу элемента И, первый вход сброса подключен к выходу элемента НЕ, второй вход сброса - к выходу делителя частоты, а прямой выход соединен с блокирующим входом генератора тактовых импульсов, третьим входом элемента И и входом сброса второго триггера, инверсный выход которого соединен с входом сброса делителя частоты, счетный вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов и счетным входом счетчика импульсов, вход сброса которого соединен с инверсным выходом первого триггера.

На чертеже представлена структурная электрическая схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит элемент НЕ 1, дифференцирующую цепь 2, первый триггер 3, выполненный на элементах 2 И-НЕ и 3 И-НЕ, вход запуска которого через дифференцирующую цепь 2 соединен с входом элемента НЕ 1, выходом подключенного к первому входу сброса первого триггера 3. Прямой выход триггера 3 соединен с блокирующим входом генератора 4 тактовых импульсов, выход которого соединен со счетным входом счетчика 5 импульсов и делителя 6 частоты. Выход счетчика 5 подключен к входу запуска второго триггера 7, прямой выход которого соединен с первым входом элемента И 8, второй вход - с вхо-

дом элемента НЕ 1, а третий вход - с прямым выходом триггера 3 и входом сброса второго триггера 7, инверсный выход которого соединен с входом сброса делителя 6, выходом соединенного с вторым входом сброса триггера 3. Инверсный выход триггера 3 соединен с входом сброса счетчика 5. Устройство имеет входную шину 9, соединенную с входом элемента НЕ 1, и выходную шину 10, соединенную с выходом элемента И 8.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии уровень '1' имеется на входе устройства и на инверсных выходах триггеров 3 и 7, уровень '0' на выходе элемента НЕ 1 и на прямых выходах триггеров 3 и 7. Генератор 4 заблокирован и тактовые импульсы не вырабатываются. Счетчик 5 и делитель 6 заблокированы по входам сброса.

Входной импульс нулевого уровня снимает сигнал запрета с первого сброса триггера 3 и, пройдя через дифференцирующую цепь 2, передним фронтом опрокидывает его. При этом снимается блокировка с генератора 4 и счетчика 5, а триггер 7 и элемент И 8 подготавливаются к срабатыванию. Генератор 4 начинает вырабатывать тактовые импульсы с фиксированной начальной фазой, которые сосчитываются счетчиком 5. Коэффициент пересчета счетчика 5 пропорционален минимальному порогу селекции. Если селектируемый импульс по длительности превышает минимальный порог селекции, то на выходе счетчика 5 возникает импульс, который перебрасывает триггер 7 в состояние '1'. При этом с выходов триггера 7 подаются разрешающие уровни на делитель 6 частоты и первый вход элемента И 8. С этого момента делитель 6 с коэффициентом деления, пропорциональным максимальному порогу селекции, начинает сосчитывать тактовые импульсы генератора 4. Во все время счета делителя 6 на первом и третьем входах элемента И 8 имеются разрешающие уровни, а на втором запрещающий уровень селектируемого импульса. Если в этот момент селектируемый импульс окончится, то на второй вход элемента И 8 поступит разрешающий уровень. На выходе элемента НЕ 1 появляется уровень '0', который возвращает триггер 3 в исходное состояние, при котором на его прямом выходе, а значит, и на третьем входе элемента И 8 устанавливается уровень '0'. Однако этот уровень устанавливается после окончания селектируемого импульса спустя вре-

5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60
 65

мя $3T_{3A2}$, где T_{3A2} - время задержки распространения сигнала одним логическим элементом. На время $3T_{3A2}$ на входах элемента И 8 наступает совпадение и на выходе его появляется импульс той же длительности, достаточной для надежного запуска последующего регистрирующего устройства, выполненного в той же или более быстродействующей элементной базе, что и предлагаемое устройство. (Если последующее регистрирующее устройство медленно действующее, то между выходом селектора и регистрирующим устройством следует ввести соответствующее согласующее устройство. Аналогичное устройство необходимо также, если логические уровни селектора и последующего регистрирующего устройства не сопрягаются). При возвращении в исходное состояние триггер 3 сбрасывает и блокирует счетчик 5, блокирует генератор 4, возвращает в исходное состояние триггер 7, который в свою очередь сбрасывает и блокирует делитель 6 частоты и подает запрещающий уровень на первый вход элемента И 8. Таким образом, предлагаемое устройство снова готово к приему следующего селективируемого импульса. Время восстановления селектора определяется временем прохождения сигнала через элементы устройства и практически не превышает $6T_{3A2}$.

Если длительность селективируемого импульса меньше минимального порога селекции, то импульс на выходе счетчика 5 отсутствует, триггер 7 переключиться не может и элемент И 8 закрыт по первому входу. Окончание селективируемого импульса поэтому не приводит к появлению импульса на выходе элемента И 8. По окончании селективируемого импульса триггер 3 возвращается в состояние "0" и блокирует счетчик 5 и генератор 4, после чего селектор снова готов к приему очередного сигнала.

Если длительность селективируемого импульса больше максимального порога селекции, то устройство работает так же как и в первом случае. Однако делитель 6 частоты успевает выработать на своем выходе импульс, которым триггер 3 по второму входу сброса возвращается в нулевое состояние. При этом сбрасывается и блокируется счетчик 5, блокируется генератор 4, возвращается в исходное состояние триггер 7 и блокируется делитель 6. В таком состоянии селектор остается до окончания селективируемого импульса. В момент окончания селективируемого импульса на выходе устройства импульс не возникает,

так как элемент И 8 закрыт по первому и третьему входам. Селектор после окончания селективируемого импульса практически сразу готов к приему следующего импульса. Мертвое время определяется лишь временем восстановления дифференцирующей цепи 2.

Таким образом, предлагаемое устройство имеет в заданном диапазоне длительностей селективирования повышенную разрешающую способность и надежность, так как имеет существенно меньшее мертвое время и не имеет ложных импульсов на выходе, что обусловлено тем, что селектор приводится в исходное состояние сразу же по окончании селективируемого импульса; обладает повышенной точностью селекции, так как тактовые импульсы генератора 4 имеют фиксированную начальную фазу по отношению к моменту прихода селективируемых импульсов; проще, поскольку содержит на три блока и две межблочных связи меньше.

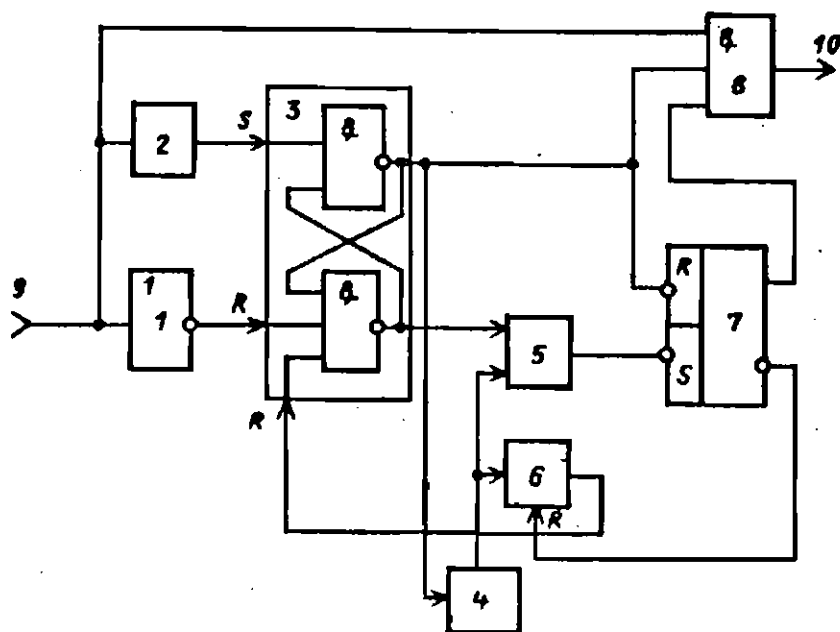
Формула изобретения

Селектор импульсов по длительности, содержащий элемент НЕ, вход которого соединен с входной шиной устройства, дифференцирующий элемент, генератор тактовых импульсов, первый и второй триггеры, вход запуска последнего из которых соединен с выходом счетчика импульсов, а прямой выход - с прямым входом элемента И, и делитель частоты, отличающийся тем, что, с целью повышения разрешающей способности, надежности устройства и точности селективирования при одновременном упрощении устройства, вход запуска первого триггера через дифференцирующий элемент подключен на входной шине устройства и второму входу элемента И, первый вход сброса подключен к выходу элемента НЕ, второй вход сброса - к выходу делителя частоты, а прямой выход соединен с блокирующим входом генератора тактовых импульсов, третьим входом элемента И и входом сброса второго триггера, инверсный выход которого соединен с входом сброса делителя частоты, счетный вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов и счетным входом счетчика импульсов, вход сброса которого соединен с инверсным выходом первого триггера.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 677088, кл. Н 03 К 5/18, 16.05.77.
2. Авторское свидетельство СССР № 790270, кл. Н 03 К 5/26, 23.01.79 (прототип).



Редактор Н. Ковалева Составитель А. Соколов Корректор М. Коста
 Техред К. Мыцьо

Заказ 8424/75 Тираж 959 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 07.08.80 (21) 2974661/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 230183. Бюллетень № 3

Дата опубликования описания 230183

(11) 991595

72

(51) М. Кл.³

Н 03 К 5/19

(53) УДК 621.374.
.33(088.8)

(72) Автор
изобретения

А.А.Кристин

(71) Заявитель

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. П. Стучки

(54) СЕЛЕКТОР ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

1

2

Изобретение относится к импульсной технике и может быть использовано в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.

Известен селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий трехходовой логический элемент И-НЕ, на один из входов которого подан входной сигнал, одновибраторы минимальной и максимальной длительности селективируемых импульсов, на один входы которых через дифференцирующий элемент подан входной сигнал и элемент задержки, включенный между входом селектора и вторым входом одновибратора максимальной длительности селективируемых импульсов, выходы одновибраторов соединены соответственно со вторым и третьим входами трехходового логического элемента И-НЕ, а выход одновибратора максимальной длительности селективируемых импульсов соединен так же со вторым входом другого одновибратора [1].

Недостатком известного селектора является ограничение разрешающей способности величиной длительности выходного сигнала, появление ложных импульсов на выходе при длительности входных сигналов $\tau_{вх} < 2\tau_{дл.э.}$, где $\tau_{дл.э.}$

время задержки распространения сигналов логическими элементами.

Кроме того, устройство имеет недостаточную точность селекции при больших длительностях выходных сигналов. Данный селектор не обеспечивает так же фиксации входных импульсов, длительность которых лежит вне заданного диапазона длительностей.

Известен также селектор широтно-импульсных сигналов, в котором для выявления разрешающей способности имеется дополнительный элемент задержки, вход которого подключен ко входу устройства, а выход - ко входу элемента задержки заднего фронта импульса [2].

Недостатком известного селектора является ограничение длительности селективируемых импульсов временем задержки дополнительного элемента задержки, появление ложных импульсов на выходе при длительности входных сигналов $\tau_{дл.э.} < \tau_{вх} < \tau_{дл.э.} + 2\tau_{дл.э.}$ где $\tau_{дл.э.}$ - время задержки дополнительного элемента задержки и недостаточная точность селекции при больших длительностях выходных сигналов. Кроме того, известный селектор так же не обеспечивает фиксации входных импульсов, дли-

5

10

15

20

25

30

тельность которых больше или меньше заданного диапазона длительностей.

Целью изобретения является повышение надежности работы устройства и точности селектирования.

Для этого в селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с входной шиной, одновибратор минимальной длительности, один из входов которого через дифференцирующую цепь соединен с входной шиной, одновибратор максимальной длительности, инверсный выход которого соединен со вторым входом элемента И-НЕ, введены элементы НЕ, вход первого из которых подключен к входной шине, выход - к второму входу одновибратора минимальной длительности и к первому входу одновибратора максимальной длительности, вход второго элемента НЕ подключен к инверсному выходу одновибратора минимальной длительности, прямой выход которого соединен со вторым входом одновибратора максимальной длительности, а выход второго элемента НЕ подключен к третьему входу элемента И-НЕ.

На чертеже представлена структурная электрическая схема селектора широтно-импульсных сигналов.

Устройство содержит элемент НЕ 1 и 2, вход первого из которых соединен со входной шиной, а выход - со входами одновибраторов минимальной и максимальной 4 длительности селектируемых импульсов, вход второго логического элемента НЕ 2 соединен с инверсным выходом одновибратора 3 минимальной длительности селектируемых импульсов, а выход - с одним из входов элемента И-НЕ 5, другой вход которого соединен со входной шиной селектора, третий вход - с инверсным выходом одновибратора 4 максимальной длительности селектируемых импульсов, а выход - с выходным формирователем 6 импульсов, вход пуска одновибратора минимальной длительности селектируемых импульсов 3 через дифференцирующую цепь 7 соединен со входной шиной устройства, а его прямой выход со входом одновибратора 4 максимальной длительности селектируемых импульсов.

Селектор работает следующим образом.

В исходном состоянии при отсутствии входного импульса на входе устройства присутствует уровень логической "1". Уровень логической "1" будет также на выходе элемента НЕ 2 и на прямом выходе одновибратора 3 минимальной длительности селектируемых импульсов и на выходе элемента И-НЕ 5. На выходах элемента НЕ 1 и одновибратора 4 максимальной длительности селекти-

руемых импульсов - уровня логического "0". На выходе формирователя выходных импульсов 6 уровень может быть любым (например, нулевым) в зависимости от требований последующего регистрирующего устройства.

При поступлении на вход селектора импульса нулевого уровня на выходе элемента НЕ 1 с задержкой $\tau_{дл.э.}$ появляется уровень логической "1". На входе одновибратора 3 минимальной длительности селектируемых импульсов с выхода дифференцирующей цепи 7 появляется уровень логического "0", вследствие чего на его инверсном выходе с задержкой $\tau_{дл.э.}$ появляется уровень логической "1", а на выходе элемента НЕ 2 с задержкой $2\tau_{дл.э.}$ - уровень логического "0". На прямом выходе одновибратора 3 минимальной длительности селектируемых импульсов уровень логического "0" появляется также с задержкой $2\tau_{дл.э.}$, поэтому на инверсном выходе одновибратора 4 максимальной длительности селектируемых импульсов уровень логического "0" исчезает спустя время $3\tau_{дл.э.}$. Так как уровни логического "0" на входах элемента И-НЕ 5 в момент подачи входного сигнала перекрываются во времени, то на его выходе независимо от длительности входного сигнала возникновение ложных импульсов ввиду отсутствия эффекта состязаний невозможно.

Если длительность входного импульса $\tau_{вх} < \tau_{мин}(\tau_{мин} - \text{длительность импульса одновибратора 3})$, то ко времени окончания входного импульса одновибратор 3 минимальной длительности селектируемых импульсов еще не возвратится в исходное состояние и, значит, на втором входе элемента И-НЕ 5 сохраняется нулевой уровень. Окончание входного импульса вызовет появление на выходе элемента НЕ 1 с задержкой $\tau_{дл.э.}$ уровня логического "0", который принудительно возвращает в устойчивое состояние одновибраторы 3 и 4, при этом на одном входе элемента И-НЕ 5 уровень логического "0" появляется спустя $3\tau_{дл.э.}$ после окончания импульса, а на другом входе уровень логического "0" исчезает спустя $4\tau_{дл.э.}$. Таким образом, в этом случае на выходах И-НЕ 5 уровни логического "0" перекрываются во времени, и возникновение импульса на выходе невозможно.

Если длительность входного импульса лежит в пределах $\tau_{мин} < \tau_{вх} < \tau_{max}$, где τ_{max} - длительность выходного импульса одновибратора 4, то ко времени окончания входного импульса одновибратор 3 минимальной длительности селектируемых импульсов уже успеет возвратиться в исходное состояние, поэтому на выходе элемента НЕ 2 будет уровень логической "1". Одновибратор 4 макси-

мальной длительности селективируемых импульсов еще находится в возбужденном состоянии и поэтому на его выходе все еще остается уровень логической "1", который сохранится в течение $3T_{дл.э.}$ (спустя $3T_{дл.э.}$ на выходе одновибратора 4 из-за принудительного возвращения в исходное состояние появится уровень логического "0"). В результате в данном случае на входах элемента И-НЕ 5 после окончания входного импульса наступает совпадение на время $3T_{дл.э.}$. Такой же длительности импульс нулевого уровня появляется на выходе элемента И-НЕ 5 и запускает формирователь выходных импульсов 6, который формирует импульсы требуемой длительности, полярности и амплитуды.

Если длительность входного импульса $T_{вх}$ больше длительности выходного импульса одновибратора $4T_{мск}$, то ко времени окончания импульса одновибратора 4 успевает возвратиться в исходное состояние, на его выходе устанавливается логический "0", на элементе И-НЕ 5 совпадения не возникает и импульс на выходе устройства не появляется.

Если помимо фиксации импульсов в заданном диапазоне длительностей требуется фиксировать также импульсы, длительность которых $T_{вх} < T_{мин}$, то целесообразно использовать только два входа элемента И-НЕ 5, причем инверсный выход одновибратора 3 минимальной длительности селективируемых импульсов подключить непосредственно ко второму входу элемента И-НЕ 5.

При этом, если $T_{вх} < T_{мин}$, то по окончании входного импульса на первый вход элемента И-НЕ 5 поступит уровень логической "1", а на его втором входе уровень логической "1" сохраняется еще в течение $3T_{дл.э.}$, из-за чего на выходе появится импульс нулевого уровня той же длительности. Если $T_{вх} < T_{мин}$, то ко времени окончания входного импульса на инверсном выходе одновибратора 3 уже установится логическая "0" и возникновение выходных импульсов станет невозможным.

Для фиксации импульсов, длительность которых $T_{вх} > T_{мск}$, к входам элемента И-НЕ 5 подключены выход элемента ИЕ 1, прямой выход одновибратора 4 максимальной длительности селективируемых импульсов и выход дифференцирующей цепи 7. В отсутствии входного импульса на первом входе элемента И-НЕ 5 уровень логического "0", на втором и третьем входах - уровень логической "1". В момент прихода входного импульса на первом входе уровень логического "0" исчезает спустя $T_{дл.э.}$, а на втором входе уровень логического "0" появляется спустя

$2T_{дл.э.}$, поэтому на третьем входе для исключения появления ложного импульса на выходе уровень логического "0" должен удерживаться в течение времени $T_{7} > 2T_{дл.э.}$. При $T_{вх} < T_{мск}$ по окончании входного импульса на первом входе элемента И-НЕ 5 логический "0" появляется прежде, чем исчезает на втором входе, и поэтому выходной импульс не возникает. Если $T_{вх} > T_{мск}$, то на втором входе появляется уровень логической "1" прежде, чем на первом уровне логического "0" и на выходе элемента И-НЕ 5 возникает импульс длительности $T_{вх} - T_{мск}$.

Если дифференцирующая цепь 7 в момент прихода входного импульса удерживает уровень логического "0" на время $T < 2T_{дл.э.}$, то между элементами ИЕ 1 и И-НЕ 5 включается линия задержки с временем задержки $T_{здр} = T_{дл.э.}$. При приходе входного импульса время прохождения сигналов в этом случае одинаково, и на выходе логического элемента И-НЕ 5 ложные импульсы не возникнут. Элемент задержки может быть выполнен, например, в виде интегрирующей RC-цепи.

Таким образом, в селекторе широтно-импульсных сигналов при любых длительностях входных импульсов ложные импульсы на выходе не возникают, длительность входных импульсов ограничивается лишь временем задержки распространения сигнала используемых логических элементов (на импульсы, длительность которых $T_{вх} < T_{дл.э.}$ устройство не реагирует), разрешающая способность определяется временем восстановления селектора и не превышает $4T_{дл.э.}$, входные импульсы фиксируются в заданном диапазоне с точностью не хуже $3T_{дл.э.}$, имеется возможность фиксировать импульсы с длительностью как меньшей, так и большей заданного диапазона длительностей.

Формула изобретения

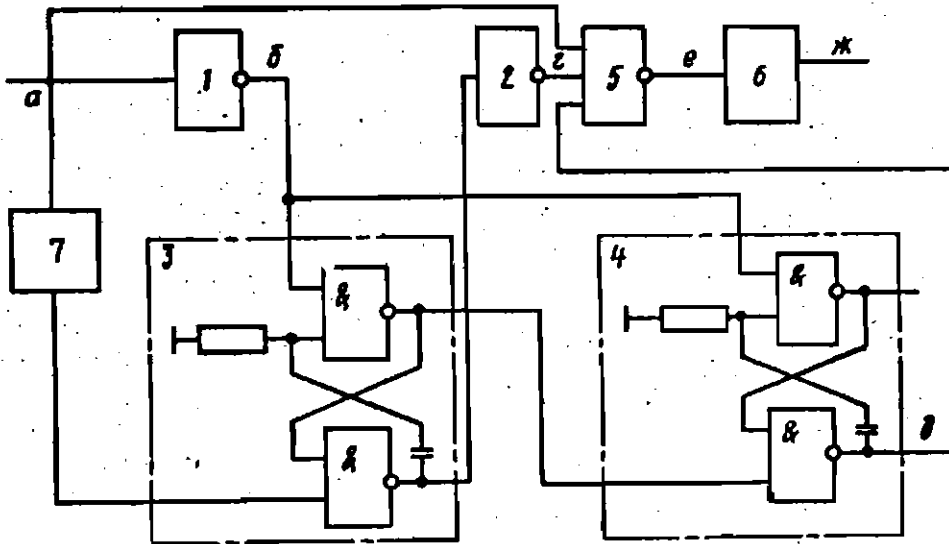
Селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с входной шиной, одновибратор минимальной длительности, один из входов которого через дифференцирующую цепь соединен с входной шиной, одновибратор максимальной длительности, инверсный выход которого соединен с вторым входом элемента И-НЕ, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения надежности работы устройства и точности селектирования, в него введены элементы ИЕ, вход первого из которых подключен к входной шине, выход - к второму входу одновибратора минимальной длительности и к первому входу одновибратора максимальной длитель-

ности, вход второго элемента НЕ подключен к инверсному выходу одновибратора минимальной длительности, прямой выход которого соединен с вторым входом одновибратора максимальной длительности, а выход второго элемента НЕ подключен к третьему входу элемента И-НЕ.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 516186, кл. Н 03 К 5/18, 1976.

2. Авторское свидетельство СССР № 660225, кл. Н 03 К 5/18, 1979 (прототип).



Составитель В. Чернышов

Редактор Н. Пущенкова Техред А. Ач.

Корректор А. Дзятко

Заказ 163/76

Тираж 934

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1054902 A

3150 Н 03 К 5/19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

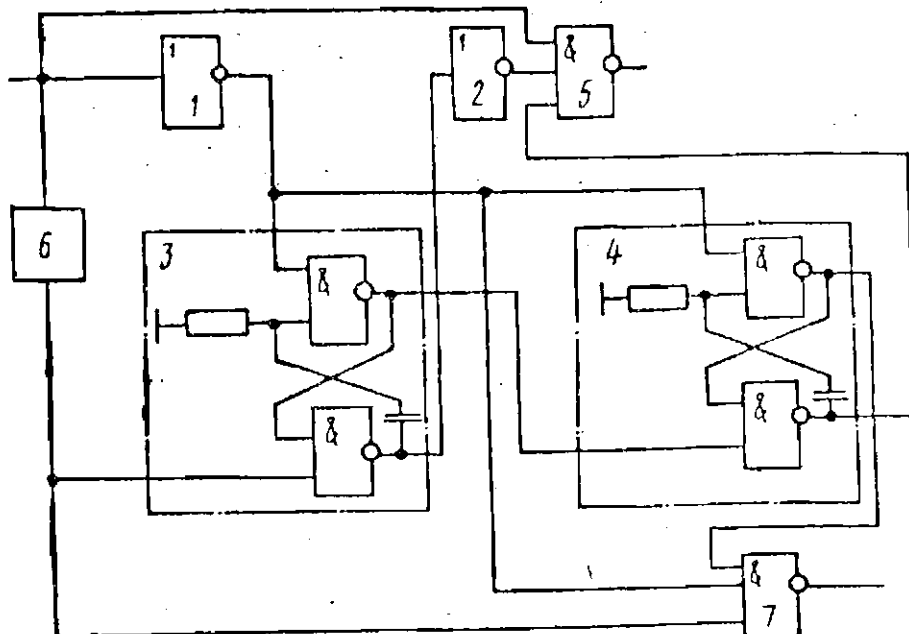
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) 991595
(21) 3419498/18-21
(22) 06.04.82
(46) 15.11.83. Бюл. № 42
(72) А.А.Кристин
(71) Латвийский ордена Трудового
Красного Знамени государственный
университет им. П.Стучки
(53) 621.374.3(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 991595, кл. Н 03 К 5/19, 1980.

(54) СЕЛЕКТОР ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ (ЕГО ВАРИАНТЫ).

(57) 1. Селектор широтно-импульсных сигналов по ав. св. № 991595, отличающийся тем, что, с целью фиксации импульсов, длительность которых превышает верхний порог селекции, в него введен дополнительный элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом первого элемента НЕ, второй вход - с прямым выходом одновибратора максимальной длительности, а третий вход - с выходом дифференцирующей цепи.

2. Селектор широтно-импульсных сигналов по авт. св. № 991595, отличающийся с тем, что, с целью фиксации импульсов, длительность которых превышает верхний порог селекции, в него введены элемент задержки и дополнительный элемент И-НЕ, первый вход которого через элемент задержки соединен с выходом первого элемента НЕ, а второй вход - с прямым выходом одновибратора максимальной длительности.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1054902 A

Изобретение относится к импульсной технике и предназначено для селекции широтно-импульсных сигналов по длительности.

По основному авт. св. № 991595 известен селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий элемент И-НЕ, первый вход которого соединен со входной шиной, одновибратор минимальной длительности, один из входов которого через дифференцирующую цепь соединен со входной шиной, одновибратор максимальной длительности, инверсный выход которого соединен со вторым входом элемента И-НЕ, два элемента НЕ, вход первого из которых подключен ко входной шине, выход - ко второму входу одновибратора минимальной длительности и к первому входу одновибратора максимальной длительности, вход второго элемента НЕ подключен к инверсному выходу одновибратора минимальной длительности, прямой выход которого соединен со вторым входом одновибратора максимальной длительности, а выход второго элемента НЕ подключен к третьему входу элемента И-НЕ [1].

Обладая высокой разрешающей способностью и надежностью селекции, это устройство не может селектировать (фиксировать) широтно-импульсные сигналы, длительность которых превышает верхний порог селекции.

Цель изобретения - фиксация импульсов, длительность которых превышает верхний порог селекции.

Поставленная цель достигается тем, что в селектор широтно-импульсных сигналов содержащий элемент И-НЕ, первый вход которого соединен со входной шиной, одновибратор минимальной длительности, один из входов которого через дифференцирующую цепь соединен со входной шиной, одновибратор максимальной длительности, инверсный выход которого соединен со вторым входом элемента И-НЕ, два элемента НЕ, вход первого из которых подключен ко входной шине, выход - ко второму входу одновибратора минимальной длительности и к первому входу одновибратора максимальной длительности, вход второго элемента НЕ подключен к инверсному выходу одновибратора минимальной длительности, прямой выход которого соединен со

вторым входом одновибратора максимальной длительности, а выход второго элемента НЕ подключен к третьему входу элемента И-НЕ, по первому варианту введен дополнительный элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом первого элемента НЕ, второй вход - с прямым выходом одновибратора максимальной длительности, а третий вход - с выходом дифференцирующей цепи, а по второму варианту введены элемент задержки и дополнительный элемент И-НЕ, первый вход которого через элемент задержки соединен с выходом первого элемента НЕ, а второй вход - с прямым выходом одновибратора максимальной длительности.

На фиг. 1 приведена структурная схема селектора широтно-импульсных сигналов по первому варианту; на фиг. 2 - то же, по второму варианту.

Селектор широтно-импульсных сигналов содержит первый и второй инверторы 1 и 2, одновибратор 3 минимальной длительности, одновибратор 4 максимальной длительности, элемент 5 И-НЕ, дифференцирующую цепь 6, дополнительный элемент 7 И-НЕ и элемент 8 задержки.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии на входе устройства присутствует "1", которая устанавливается также на выходе инвертора, на прямых выходах одновибраторов 3 и 4.

При приходе на вход устройства импульса нулевого уровня (логического "0") на выходе элемента 1 появляется "1". На вход одновибратора 3 с выхода дифференцирующей цепи 6 поступает "0", вследствие чего на инверсном выходе одновибратора 3 появляется "1", а на выходе элемента 2 - "0".

Если длительность входного импульса меньше длительности импульса одновибратора 3, то ко времени его окончания одновибратор 3 не возвращается в исходное состояние и на втором входе элемента 5 и первом входе элемента 7 будет сохраняться "0", что исключает появление импульсов на выходах элементов 5 и 7.

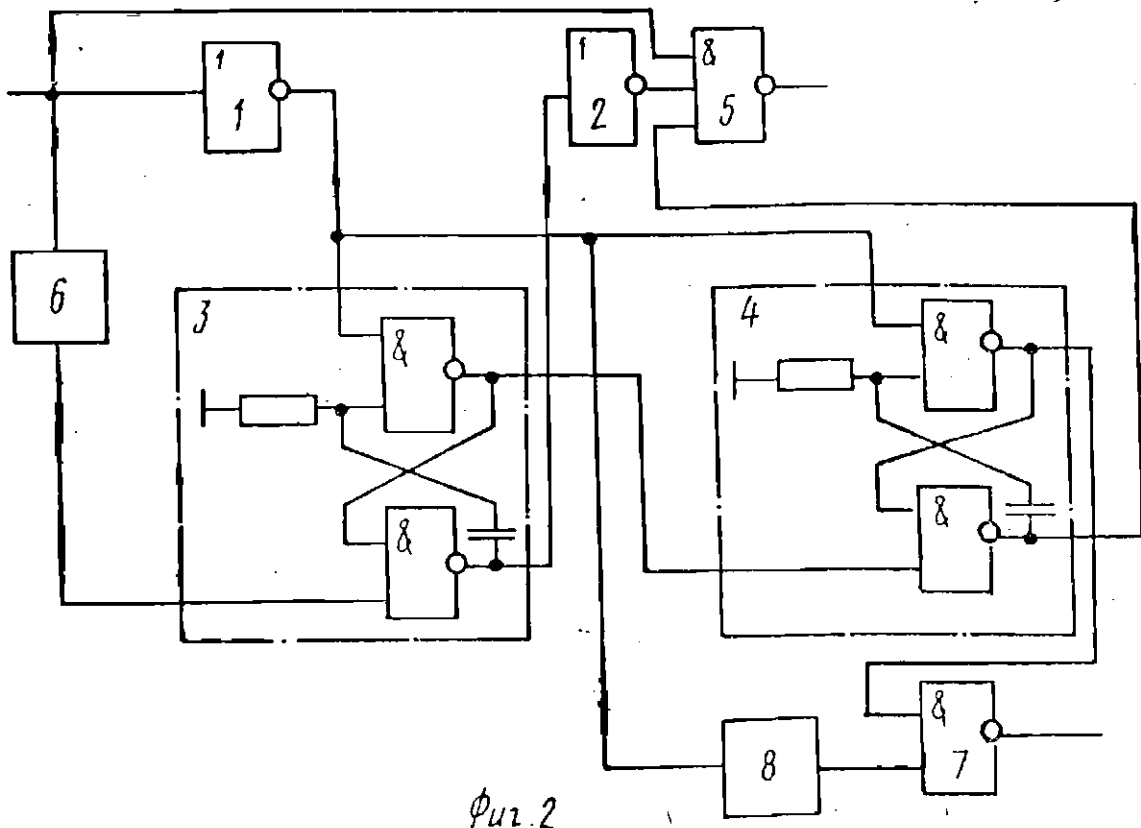
Окончание входного импульса вызывает появление на выходе элемента 1 "0", который принудительно возвращает в исходное состояние одновибраторы 3 и 4.

Если длительность выходного импульса превышает длительность импульса одновибратора 3, но меньше длительности импульса одновибратора 4, то ко времени его окончания на втором и третьем входах элемента 5 присутствует "1", и на его выходе появляется импульс. На втором же входе элемента 7 - "0", что исключает появление импульса на его выходе.

Если длительность входного импульса превышает длительность импульса одновибратора 4, то ко времени окончания входного импульса этот одновибратор возвращается в исходное состояние, при этом на втором входе элемента 5 устанавливается "0", исключающий появление импульсов на выходе этого элемента, а на втором входе элемента 7 - "1". По первому варианту устройства "1" присутствует также и на первом входе элемента 7, а на третьем его входе появляется с выхода дифференцирующей цепи 6 в момент окончания входного импульса. По второму варианту устройства "1" с выхода элемента 1 удерживается элементом 8 (на время задержки этого элемента) на первом входе элемента 7. Таким

образом на выходе элемента 7 (при совпадении во времени "1" на его входах) формируется выходной импульс, фиксирующий, что длительность входного импульса превысила верхний порог селекции. Для исключения появления "ложных" импульсов, возникающих из-за задержки прохождения сигналов через логические цепи, необходимо, чтобы или длительность импульса "0", формируемого дифференцирующей цепью 6, превышала задержку в двух логических элементах (по первому варианту), или время задержки элемента 8 превышало задержку в одном логическом элементе (по второму варианту). Элемент 8 задержки может быть выполнен в виде резистивно-емкостной цепи.

В данном селекторе широтно-импульсных сигналов исключено появление ложных сигналов на выходах, а длительность входных импульсов ограничивается лишь временем задержки сигнала в логических элементах, его разрешающая способность определяется временем задержки сигнала в четырех логических элементах.



Фиг. 2



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

14

(19) SU (11) 1064446 A

3(51) Н 03 К 5/19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

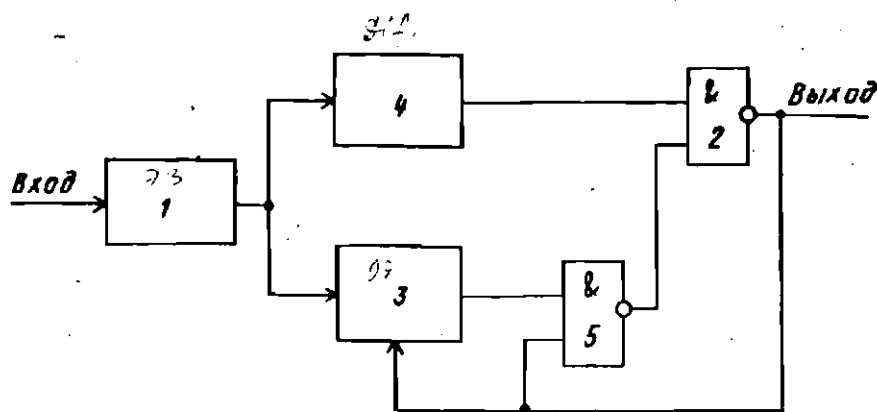
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3505871/18-21
(22) 27.10.82
(46) 30.12.83. Бюл. № 48
(72) А.А.Кристин
(71) Латвийский ордена Трудового
Красного Знамени государственный
университет им. Петра Стучки
(53) 621.374.3(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 516186, кл. Н 03 К 5/19, 13.05.74.
2. Авторское свидетельство СССР
№ 884116, кл. Н 03 К 5/26, 26.03.80
(прототип).

(54) (57) СЕЛЕКТОР ШИРОТНО-ИМПУЛЬС-
НЫХ СИГНАЛОВ, содержащий элемент за-
держки, элемент И-НЕ, выход которо-
го подключен к выходной шине селекто-
ра, и одновибратор, первый вход ко-

торого соединен с выходом элемен-
та задержки, о т л и ч а ю щ и й с я
тем, что, с целью уменьшения времени
восстановления селектора и повыше-
ния надежности и достоверности вы-
ходной информации, в него введены
дифференцирующая цепь и второй эле-
мент И-НЕ, первый вход которого сое-
динен с выходом одновибратора, вы-
ход - с первым входом первого эле-
мента И-НЕ, выход которого подклю-
чен к вторым входам одновибратора
и второго элемента И-НЕ, а второй
вход первого элемента И-НЕ через
дифференцирующую цепь соединен с вы-
ходом элемента задержки, вход ко-
торого подключен к входной шине се-
лектора.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1064446 A

Изобретение относится к импульсной технике и может быть использовано в устройствах автоматики и связи.

Известен селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с входной шиной, выходом элемента задержки и входом дифференцирующей цепи, второй вход элемента И-НЕ соединен с выходом первого одновибратора, первый вход которого соединен с выходом элемента задержки, и первым входом второго одновибратора, выход которого соединен с третьим входом элемента И-НЕ, а вторые входы первого и второго одновибраторов подключены к выходу дифференцирующей цепи [1].

Недостатком данного устройства является большое время восстановления, определяемое длительностью выходного сигнала.

Наиболее близким к предлагаемому является селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий одновибратор, первый вход которого соединен с выходом элемента задержки, вход которого соединен с вторым входом одновибратора и через элемент НЕ - с входной шиной устройства и первым входом элемента И-НЕ, а выход одновибратора через второй элемент задержки соединен с вторым входом элемента И-НЕ [2].

Недостатки известного устройства состоят в значительном времени восстановления, которое определяется длительностью выходного сигнала, недостаточной надежностью и достоверностью выходной информации, что обуславливается тем, что формирование выходного сигнала осуществляется путем подачи на второй вход элемента И-НЕ медленно меняющегося сигнала, а это (при длительностях выходного сигнала больших времени переключения элемента И-НЕ) приводит к уменьшению помехозащищенности и, как следствие, к появлению на выходе устройства лишних (ложных) импульсов, кроме того, это обуславливается и тем, что вблизи верхнего порога селекции выходные импульсы имеют переменную длительность, которая меняется от нуля до максимального значения.

Цель изобретения - уменьшение времени восстановления устройства и повышение надежности и достоверности выходной информации.

Поставленная цель достигается тем, что в селектор широтно-импульсных сигналов, содержащий элемент задержки, элемент И-НЕ, выход которого подключен к выходной шине селектора, и одновибратор, первый вход которого соединен с выходом

элемента задержки, введены дифференцирующая цепь и второй элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом одновибратора, выход - с первым входом первого элемента И-НЕ, выход которого подключен к вторым входам одновибратора и второго элемента И-НЕ, а второй вход первого элемента И-НЕ через дифференцирующую цепь соединен с выходом элемента задержки, вход которого подключен к входной шине селектора.

На фиг.1 приведена структурная схема селектора широтно-импульсных сигналов; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие его работу.

Селектор широтно-импульсных сигналов содержит элемент 1 задержки, первый элемент И-НЕ 2, выход которого подключен к выходной шине устройства, и одновибратор 3, первый вход которого соединен с выходом элемента 1 задержки, дифференцирующую цепь 4 и второй элемент И-НЕ 5, первый вход которого соединен с выходом одновибратора 3, выход - с первым входом элемента И-НЕ 2, выход которого подключен к вторым входам одновибратора 3 и второго элемента И-НЕ 5, а второй вход первого элемента И-НЕ 2 через дифференцирующую цепь 4 соединен с выходом элемента 1 задержки, вход которого подключен к входной шине устройства.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии (при отсутствии входных импульсов) на входе элемента 1 и на выходах элементов 1 и 2 и одновибратора 3 имеются уровни '1', на выходах дифференцирующей цепи 4 и элемента 5 - уровни '0' (фиг.2).

Элемент 1 имеет время задержки $t_{\text{мин}}$, равное нижней границе заданного диапазона длительности селектирования. Поэтому при приходе входного импульса, длительность которого $t_{\text{вх}} < t_{\text{мин}}$ на выходе элемента 1 уровень выходного сигнала не меняется, так как по окончании входного импульса элемент 1 возвращается в исходное состояние без изменения выходного потенциала (фиг.2 а).

Если на вход устройства приходит импульс, длительность которого $t_{\text{мин}} < t_{\text{вх}} < t_{\text{макс}}$, где $t_{\text{макс}}$ - верхняя граница заданного диапазона селектирования, то на выходе элемента 1 через время $t_{\text{мин}}$ появляется уровень '0' (фиг.2 б), запускающий одновибратор 3, который формирует выходной импульс нулевого уровня длительностью $t_{\text{макс}} - t_{\text{мин}}$ (фиг.2 в). Так как на выходе одновибратора 3 появляется уровень '0' то элемент 5 переходит в единичное состояние (фиг.2 г). После

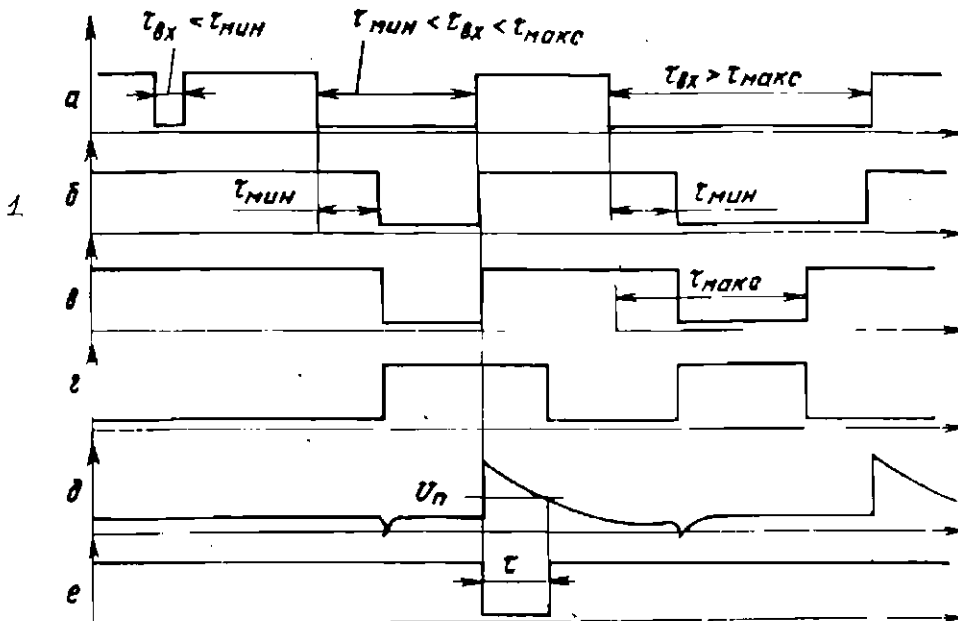
окончания входного импульса на выходе элемента 1 восстанавливается уровень "1", который через дифференцирующую цепь 4 поступает на второй вход элемента 2 и удерживается там в течение времени δ (фиг. 2 д). При этом на выходе элемента 2 появляется уровень "0", (фиг. 2 е), который поступает на вторые входы элемента 5 и одновибратора 3, что вызывает принудительное возвращение последнего в исходное состояние. На выходе же элемента 5 И-НЕ сохраняется уровень "1" из-за наличия на втором его входе уровня "0". По истечении времени δ напряжение на выходе дифференцирующей цепи 4 достигает порога переключения элемента 2 (фиг. 2 д), который начинает переключаться из "0" в "1", а элемент 5, на первом входе которого присутствует уровень "1", — из "1" в "0". Выходной сигнал элемента 5, поступающий на второй вход элемента 2 И-НЕ приводит к лавинообразному развитию процесса, в результате которого элемент 2 мгновенно переключается. Ввиду того, что на первом входе элемента 2 уровень "0", появляется за время того же порядка, что и время задержки распространения сигнала логическими элементами, возникновение дополнительных паразитных импульсов невозможно.

С момента начала формирования выходного импульса устройство готово

к приему следующего входного импульса, т.е. в предлагаемом устройстве время восстановления не зависит от длительности выходного сигнала, а определяется лишь временем восстановления элемента 1.

При поступлении на вход устройства импульсов, длительность которых $\tau_{вх} > \tau_{макс}$, происходит запуск одновибратора 3 и переключение из "0" в "1" элемента 5. Однако одновибратор 3 оканчивает формирование выходного импульса раньше, чем исчезает импульс на входе устройства, ввиду чего на выходе элемента 5, а значит и на втором входе элемента 2 устанавливается уровень "0" прежде, чем (в момент окончания входного импульса) на выходе дифференцирующей цепи 4 появится уровень "1", и выходной импульс устройством не формируется.

Таким образом, предлагаемое устройство по сравнению с базовым объектом имеет меньшее время восстановления, из-за того, что оно не зависит от длительности выходного сигнала, так как имеется возможность одновременно формировать выходной сигнал и вести обработку следующего входного сигнала; повышенную надежность и достоверность выходной информации, обеспечиваемую исключением режимов, при которых возможно возникновение ложных импульсов, при этом длительность выходных сигналов постоянна.



Фиг. 2



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 930629

75

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 27.06.80 (21) 2946587/18-21

с присоединением заявки №

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.05.82. Бюллетень № 19

Дата опубликования описания 23.05.82

(51) М. Кл.³

H 03 K 5/19

(53) УДК 621.373.
.4(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. А. Кривин

(71) Заявитель

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. П. Стучки

(54) СЕЛЕКТОР ИМПУЛЬСОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Изобретение относится к импульсной технике.

Известен селектор импульсов по длительности, содержащий линию задержки, вход которой соединен с входной шиной, а выход с входом триггера, вход синхронизации которого подключен к шине сигналов, элемент И-НЕ, выход которого соединен с входом установки нуля триггера, элемент ИЛИ, входы которого соединены с выходом триггера и выходом линии задержки [1].

Известный селектор не обладает достаточной надежностью.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является селектор, содержащий одновибратор, состоящий из двух логических элементов И-НЕ, включенных по схеме триггера и третьего логического элемента И-НЕ, первый вход которого через резистор соединен с выходом первого логического элемента И-НЕ и через последовательно включенные диод и конденсатор с общей шиной, вто-

рой его вход соединен с точкой соединения диода и конденсатора, а выход - с входом второго логического элемента И-НЕ одновибратора, инвертор, выходной логический элемент И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом второго логического элемента И-НЕ одновибратора, а второй вход через инвертор - с входом первого логического элемента И-НЕ и входной шиной, дополнительный логический элемент И-НЕ, выход которого через первый дополнительный диод соединен с точкой соединения диода и конденсатора одновибратора, а входы соединены между собой и через второй дополнительный диод с общей шиной, а через дифференцирующую RC-цепь с выходом инвертора [2].

Данный селектор обладает недостаточной точностью селекции.

Цель изобретения - увеличение точности селектирования.

Поставленная цель достигается тем, что в селектор импульсов по длительности

ти, содержащий триггер, выполненный на элементах И-НЕ, один вход которого соединен с входом элемента НЕ и входной шиной, элемент И-НЕ, один вход которого соединен с первым выходом триггера, два резистора и два конденсатора, введены второй элемент НЕ и третий элемент НЕ выполненный со свободным коллектором включенные последовательно между входной шиной и вторым входом триггера, дополнительный вход которого подключен к выходу первого элемента НЕ, причем второй вход элемента И-НЕ через интегрирующую цепь из второго резистора и второго конденсатора подключен к второму выходу триггера.

На чертеже приведена структурная электрическая схема предлагаемого селектора.

Селектор содержит триггер 1, выполненный на элементах И-НЕ 2 и 3, элементы НЕ 4-6, элемент И-НЕ 7, дифференцирующую цепь 8, содержащую резистор 9 и конденсатор 10, дифференцирующую цепь 11, содержащую резистор 12 и конденсатор 13. Селектируемый сигнал подан на входную шину 14. Элемент 6 выполнен со свободным коллектором.

Селектор импульсов по длительности работает следующим образом.

В исходном состоянии при отсутствии селектируемого сигнала на шине 14 присутствует уровень логической "1". При этом на выходе элемента 2 имеется уровень логического "0", на выходе элемента 3 уровень логической "1", на выходе интегрирующей цепи 11 напряжение близко к потенциалу общей шины, а на выходе элемента 5 уровень логической "1", на выходе элемента 4 уровень логического "0". вследствие чего на выходе интегрирующей цепи 8 также уровень логического "0", а на выходе элемента 7 уровень логической "1".

При поступлении входного импульса длительность которого $\hat{t}_{имп} > \hat{t}_{сел}$ на выходе элемента 4 появляется уровень логической "1", на выходе элемента 2 также появляется уровень логической "1", а на выходе элемента 3 - уровень логического "0". Уровень логической "1" с выхода элемента 4 через интегрирующую цепь 8, обуславливающую задержку сигнала, равную задержке сигналов логическими элементами $\hat{t}_{з.л.э}$, поступает на второй вход элемента 7, однако на первом входе этого элемента к этому

моменту появляется уровень логического "0" с выхода элемента 3, поэтому на выходе элемента 7 сигнал не меняется.

Появление входного сигнала приводит также к запираанию элемента 6. Сигнал на выходе цепи 11 начинает расти и через время, равное $\hat{t}_{сел}$, достигает порога переключения $U_{п}$ элемента 5, на выходе которого при этом появится уровень логического "0", приводящий к переключению элемента 3 в состояние логической "1" и к появлению на выходе элемента 7 уровня логического "0" на время превышения длительности селектируемого импульса порога селекции $\hat{t}_{сел}$. Сигнал на выходе элемента 2 в это время своего значения не меняет, так как на его входе все время присутствует нулевой уровень входного сигнала.

При поступлении входного импульса длительность которого $\hat{t}_{имп} < \hat{t}_{сел}$ селектор в начальный момент работает также как и в предыдущем случае, но сигнал на выходе цепи 11 ко времени окончания импульса не достигает порога переключения $U_{п}$ элемента 5, ввиду чего на выходе элемента 3 до окончания входного импульса уровень логической "1" появиться не может. В момент окончания импульса на выходе элемента 4 появляется уровень логического "0" и переводит триггер в исходное состояние. При этом на выходе элемента 3 и на первом входе элемента 7 появляется уровень логической "1". Однако, к этому моменту на втором входе элемента 7 появляется логический "0" и на выходе этого элемента выходной сигнал не возникает.

Мертвое время селектора при обработке импульсов любой длительности минимально и практически не превышает

$$2\hat{t}_{з.л.э}$$

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

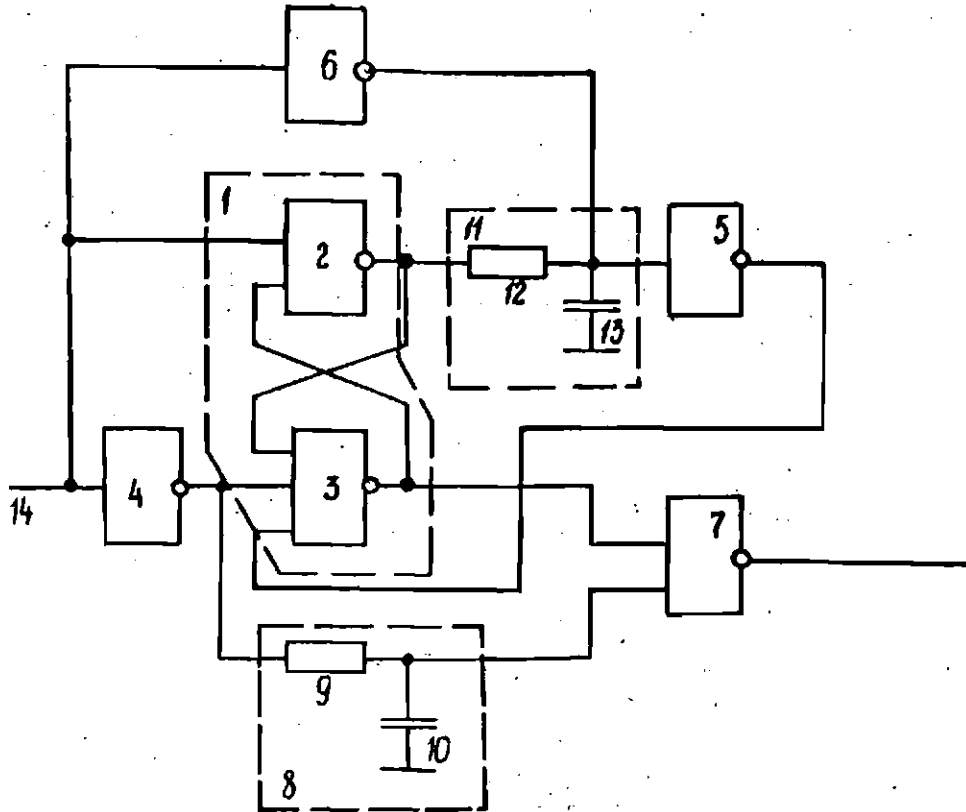
Селектор импульсов по длительности, содержащий триггер, выполненный на элементах И-НЕ, один вход которого соединен с входом элемента НЕ и входной шиной, элемент И-НЕ, один вход которого соединен с первым выходом триггера, два резистора и два конденсатора, отличающийся тем, что, с целью увеличения точности селектирования, в него введены второй элемент НЕ и третий элемент НЕ, выполненный со свободным коллектором, включенные последовательно между входной шиной и вторым входом триггера, дополнительный вход которого подключен к выходу первого

элемента НЕ, причем второй вход элемента И-НЕ через интегрирующую цепь из первого резистора и первого конденсатора соединен с выходом первого элемента НЕ, а вход третьего элемента НЕ через интегрирующую цепь из второго резистора и второго конденсатора подключен к второму выходу триггера.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 736368, кл. Н 03 К 5/26, 01.12.77.

2. Авторское свидетельство СССР № 703901, кл. Н 03 К 5/26, 17.08.77.



Составитель Г. Королев

Редактор М. Данканич Техред З. Фанта Корректор М. Демчик

Заказ 3526/81

Тираж 954

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4



Государственный комитет
СССР

по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 942255

46

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 07.08.80 (21) 2974502/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.07.82. Бюллетень № 25

Дата опубликования описания 09.07.82

(51) М. Кл.³

H 03 K 5/15

(53) УДК 621.

.374.33

(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. А. Кристин

(71) Заявитель

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. П. Стучки

(54) СЕЛЕКТОР ИМПУЛЬСОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Изобретение относится к импульсной технике и может быть использовано для селекции импульсов по длительности.

Известен селектор импульсов по длительности, содержащий два инвертора, вентиля, одновибратор, вход которого подключен к источнику входного сигнала, к первому входу первого вентиля и через первый инвертор к первому входу второго вентиля, а выход одновибратора - ко входу второго вентиля и через второй инвертор - ко второму входу первого вентиля [1].

Недостатком такого селектора импульсов по длительности является низкое быстродействие, определяющее большую зону нечувствительности при обработке импульсов, имеющих длительность меньше заданного порога селекции, и недостаточная надежность селектирования, обусловленная появлением ложных импульсов на выходе устройства из-за эффекта состязаний в логических элементах.

Кроме того, в данном устройстве в зависимости от длительности входных импульсов изменяется длительность выходных импульсов, последние могут даже пропадать при длительности входных импульсов, близких к порогу селекции.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является селектор импульсов по длительности, содержащий два инвертора, два вентиля, одновибратор, вход которого подключен к источнику входного сигнала, к первому входу первого вентиля и через первый инвертор к первому входу второго вентиля, а выход одновибратора - ко второму входу второго вентиля и через второй инвертор - ко второму входу первого вентиля, триггер, вход включения которого подключен к источнику входного сигнала, вход выключения соединен с выходом второго инвертора, а выход с третьим входом первого вентиля [2].

Однако устройство имеет недостаточное быстродействие и достоверность вы-

ходной информации, обусловленные пропадаем выходной информации при наличии входных импульсов, длительность которых близка к пороговой, переменной длительностью выходных импульсов и большой зоной нечувствительности при обработке импульсов, длительность которых меньше пороговой.

Цель изобретения — повышение быстродействия устройства и достоверности выходной информации.

Для достижения поставленной цели в устройство, содержащее два вентиля, первый вход первого из которых подключен к прямому выходу триггера, вход включения которого соединен с входной шиной устройства и входами одновибратора и инвертора, введены третий ventиль и формирователь импульсов, вход которого соединен с выходом одновибратора и первым входом третьего вентиля, второй вход этого вентиля соединен с входной шиной устройства, а выход подключен к входу выключения триггера, инверсный выход которого соединен с первым входом второго вентиля. Вторые входы первого и второго вентиля соединены с выходом формирователя импульсов. Выход инвертора соединен со входом сброса одновибратора.

На чертеже изображена схема селектора импульсов по длительности.

Селектор импульсов по длительности содержит триггер 1, вход включения которого соединен со входной шиной устройства, а его прямой и инверсный выходы подключены к первым входам первого и второго вентиля 2 и 3 соответственно, одновибратора 4, вход запуска которого соединен с входной шиной устройства непосредственно, а вход сброса — через инвертор 5, выход одновибратора 4 соединен со входом формирователя 6 импульсов и с первым входом третьего вентиля 7, второй вход которого соединен с входной шиной устройства, а выход подсоединен к входу выключения триггера 1. Выход формирователя 6 подключен ко вторым входам первого и второго вентиля 2 и 3.

Селектор импульсов по длительности работает следующим образом.

При отсутствии входных импульсов на входе селектора единичный уровень, а на выходе нулевые уровни. Уровни на выходе триггера 1 зависят от предыстории. На выходах одновибратора 4, инвертора 5, формирователя 6 импульсов уров-

ни логического "0". На выходе вентиля 7 уровень логической "1".

Поступление на вход устройства импульса нулевого уровня вызывает установление на прямом выходе триггера 1 нулевого уровня или подтверждает его. По переднему фронту входного импульса запускается одновибратор 4 и на его выходе устанавливается уровень логической "1". Такой же уровень устанавливается так же на входе инвертора 5. Так как на первый вход вентиля 7 уровень логического "0" поступает быстрее, чем снимается со второго входа, то на выходе его единичный уровень остается неизменным.

Если длительность входного импульса меньше пороговой длительности, определяемой длительностью импульса одновибратора, то ко времени окончания входного импульса одновибратор 4 не успеет возвратиться в исходное состояние и на его выходе уровень логической "1" будет сохраняться еще в течение времени около 3τ и обуславливаемого временем прохождения сбрасывающего заднего фронта входного импульса через инвертор 5 и одновибратор 4 (τ — время задержки распространения сигнала логическими элементами). На время 3τ на входах вентиля 7 наступает совпадение импульсов с уровнем логической "1" и на выходе появляется импульс с уровнем логического "0", перебрасывающий триггер 5 и другое устойчивое состояние, при котором на первом входе вентиля 2 устанавливается уровень логической "1", а на первом входе вентиля 3τ — уровень логического "0". По заднему фронту выходного импульса одновибратора 4 запускается формирователь 6 импульсов, на выходе которого, спустя некоторое время задержки, появляется импульс положительной полярности. На входах вентиля 2 наступает совпадение импульсов и на его выходе появляется импульс. На выходе вентиля 3 сигнал не изменяется.

Если длительность входного импульса больше длительности импульса одновибратора 4, то он возвратится в устойчивое состояние до окончания входного импульса, при этом на входах вентиля 7 совпадения импульсов не произойдет и триггер 1 сохраняет состояние, установившееся при поступлении входного импульса, т.е. на первый вход вентиля 2 поступает уровень логического "0", а на первый вход вентиля 3 уровень

логической "1". По заднему фронту выходного импульса одновибратора 4 запускается формирователь 6 импульсов и на выходе вентиля 3 появляется импульс.

Для надежной работы селектора необходимо, чтобы импульс на выходе формирователя 6 появлялся после окончания импульса одновибратора 4 с задержкой $3T$, что легко выполнять, применив формирователь 6, выполненный, например, на базе трех логических элементов типа И-НЕ и НЕ.

Длительность выходного импульса формирователя 6 импульсов должна быть из соображений быстродействия устройства минимальной, но такой, чтобы последующие регистрирующие устройства могли бы надежно зафиксировать этот импульс.

Описанный селектор импульсов по длительности обеспечивает более высокое быстродействие, более надежную выходную информацию.

Формула изобретения

Селектор импульсов по длительности, содержащий два вентиля, первый вход

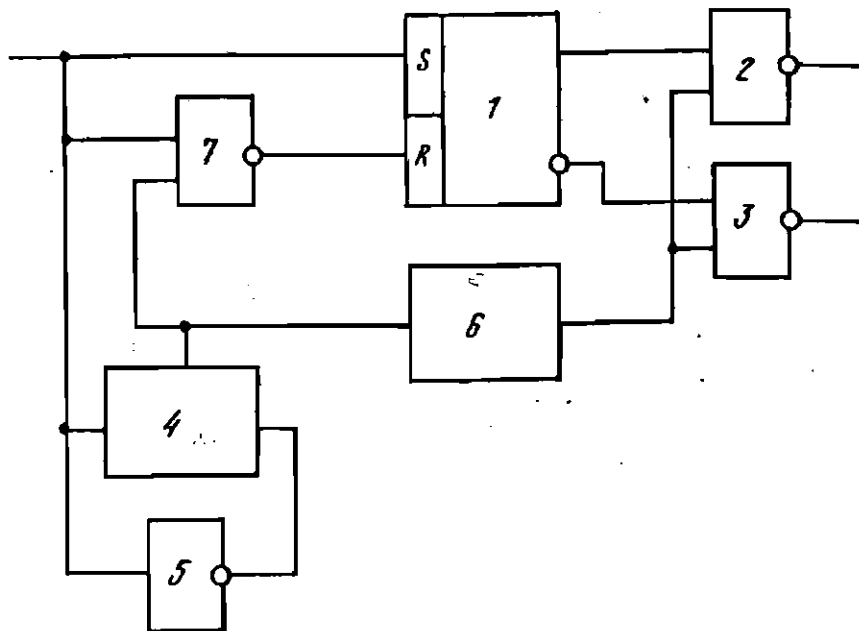
первого из которых подключен к прямому выходу триггера, вход включения которого соединен с входной шиной устройства и входами одновибратора и инвертора, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия и достоверности выходной информации, в него введены третий ventиль и формирователь импульсов, вход которого соединен с выходом одновибратора, вход сброса которого подключен к выходу инвертора, и первым входом третьего вентиля, второй вход которого соединен с входной шиной устройства, а выход подключен к входу выключения триггера, инверсный выход которого соединен с первым входом второго вентиля, вторые входы первого и второго вентиля соединены с выходом формирователя импульсов.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 449441, кл. Н 03 К 5/15, 1972.

2. Авторское свидетельство СССР № 661760, кл. Н 03 К 5/15, 1979 (прототип).



Составитель А. Соколов

Редактор Е. Книзь

Техред М. Тепер

Корректор М. Коста

Заказ 4863/51

Тираж 959

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Ю.К.Бейнберг, А.А.Кристин

Для стабилизации радиометрических устройств при измерении низких активностей с высокой точностью применяются генераторы световых импульсов.

Генератор световых импульсов (ГСИ) должен удовлетворять следующим основным требованиям: 1) Длительность световых импульсов должна быть того же порядка, что и время высвечивания сцинтиллятора; 2) Световой выход сравним по интенсивности со световым выходом соответствующего сцинтиллятора; 3) Стабильность светового выхода должна обеспечивать возможность контроля коэффициента преобразования полного светового выхода в электрический импульс; 4) Соответствие выходного спектра световызлучателя спектральным характеристикам соответствующих фотокатодов ФОВ; 5) Наличие надежной синхронизации с измерительными устройствами системы.

Исходя из вышеперечисленных требований, изготовлен ГСИ из светодиода АЛ102В, интегральной схеме ИББ серии и транзисторов типа КТ312В и КТ306В. Для термокомпенсации амплитуды светового импульса применяется термистор типа СТ9-17.

ГСИ имеет следующие технические параметры: амплитуда выходного импульса 100-150 В, длительность фронта около 4,0 нс, длительность спада 15 нс, выходное сопротивление 50 Ом, частота задающего генератора 1 кГц, стабильность амплитуды 0,1%, температурная нестабильность амплитуды светового импульса в диапазоне температур 18°C до 35°C 0,000%/°C, напряжение питания -5 В±5%, 150 + 300 В±0,1%.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ТРАКТА УСИЛЕНИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

А. А. Кристиан

Предложена схема установки со стабилизацией коэффициента усиления измерительного тракта. В качестве опорного сигнала используются световые вспышки генератора световых импульсов. Световые вспышки регистрируются ФЭУ и преобразуются в электрические импульсы, которые усиливаются усилителем и поступают на дискриминаторы верхнего и нижнего уровня (ДВУ и ДНУ). В зависимости от того лежат эти импульсы в окне между ДВУ и ДНУ или нет, логическим блоком регулируется работа реверсивного счетчика. Счетчик не считает, если импульсы в "окне". Счетчик суммирует импульсы, если они ниже "окна" и вычитает, если "выше" окна.

Информация со счетчика поступает на цифро-аналоговый преобразователь /ЦАП/ или на интегратор. В последнем случае счетчик содержит только одну декаду.

ЦАП или интегратор вырабатывает напряжение обратной связи, которое воздействует на оптронный резистор, включенный в делитель высокого напряжения ФЭУ. Под воздействием сигнала обратной связи происходит стабилизация коэффициента усиления измерительной установки.

Система стабилизации способна компенсировать искусственное изменение высокого напряжения относительно рабочего напряжения на ± 100 вольт.

В качестве опорного источника можно использовать соответствующий радиоизотопный источник.

A.A. Kristin

USE OF THE SELF-RECORDER INSTEAD OF DIGITAL RECORDING

A b s t r a c t

Recording possibilities of reading of electronic counters in the form of diagrams by means of self-recorders of "ЭПП-09" type are considered.

ШЕСТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 13-15.X.1976 г.)

А.А.КРИСТИН, В.К.ВЕЙНБЕРГ

ПРОСТОЙ ДИСПЛЕЙ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НАСТРОЙКИ
КАНАЛОВ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ

Наличие в установках для измерения конизирующих излучений дисплея существенно облегчает визуальную настройку каналов сцинтилляционных счётчиков. С помощью дисплея облегчается так же обнаружение наводок в счетных каналах и определение максимума распределения импульсов, а так же однозначное положение реперного импульса, например, от светодиода генератора световых импульсов.

При разработке дисплея была поставлена задача сконструировать достаточно простое устройство, обладающее вышеуказанными свойствами. В качестве индикатора дисплея использована линейка световых диодов (рис.1). При разработке структуры регистрирующей системы за основу было взято устройство для измерения амплитуды одиночных импульсов [1], которое имеет однако сложную структуру блокировки каналов. Поэтому система блокировки сконструирована по принципу, описанному в литературе [2]. Разработанное устройство представляет собой многоканальный анализатор амплитуд входных импульсов с параллельным преобразованием амплитуды сигнала в номер канала [3].

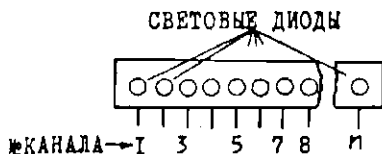


Рис.1.

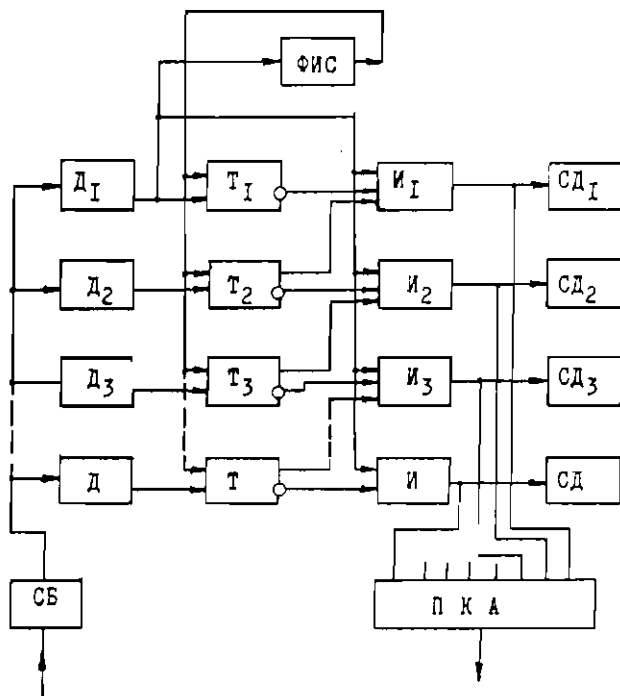


Рис.2.

На рис.2 изображена блок-схема дисплея. Анализируемые импульсы через согласующий блок СБ поступают одновременно на все дискриминаторы амплитуд $D_1 + D_n$. Каждый дискриминатор настроен на определенный уровень срабатывания по принципу от низшего D_1 к высшему D_n . При поступлении входных импульсов срабатывают соответствующие дискриминаторы, на выходе которых появляются уровни логических нулей на время, равное по длительности входным импульсам, измеренным на заданном уровне. По переднему фронту импульса поступающего с выхода дискриминатора включается соответствующий ключевой запоминающий элемент T_m , выполненный как статический триггер с раздельными входами. Кроме того, с выхода дискриминатора D_1 уровень логического "0" поступает на один из входов всех логических элементов $I_1 + I_n$, осуществляя их блокировку, и на вход

формирователя импульсов сброса, выходное состояние его при этом не меняется. С инверсных выходов ключевых запоминающих элементов $T_I + T_n$ уровень логической "1" поступает на вторые входы схем И соответствующих им каналов, а с прямых выходов уровень логического "0" на третий вход схем И предыдущих каналов. Таким образом, независимо от формы и длительности анализируемого импульса сигнал на выходе какой-либо схемы И может появиться только тогда, когда на все три входа этой схемы поступает одновременно сигналы, соответствующие уровню логической "1". Это возможно тогда, когда входной импульс оканчивается и дискриминатором D_I снимается сигнал запрета (логический "0") с первых входов схем И, а третий вход соответствующей схемы И не заблокирован сигналом запоминающего элемента последующего канала. Длительность поступления информации на индикатор определяется его инерционностью и задается временем задержки τ_z , спустя которое после возвращения дискриминатора D_I в исходное состояние на выходе формирователя импульсов сброса появляется сбрасывающий импульс, возвращающий в исходное состояние элементы памяти $T_I + T_n$. После этого схема снова готова к анализу следующего импульса.

Параллельно индикаторам (световым диодам) к выходам схем совпадений $I_I + I_n$ подключены входы преобразователя канал-амплитуда ПКА. Наличие блока ПКА позволяет короткие импульсы наносекундного диапазона преобразовать в импульсы любой длительности эквивалентной амплитуды, в частности в импульсы микросекундного диапазона, пригодные для дальнейшей обработки на промышленных анализаторах импульсов.

В устройстве предусмотрена так же возможность производить наблюдение и обработку импульсов в режиме совпадений или анти-совпадений с каким-либо другим сигналом, например, с соседнего канала установки [4].

При ограниченном числе каналов и использовании современных интегральных схем устройство получается сравнительно небольшим. Так изготовленный авторами тридцатиканальный макет устройства размещается на печатной плате размером 18x23 см. Для практических целей измерения и контроля каналов в установках для регистрации радиоуглерода такое количество каналов вполне достаточно.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.А.Говорунов, П.П.Никифоров. Авторское свидетельство № 447625, Бюллетень изобретений, 1974, № 39.
2. Д.Ф.Мартин. Патент США № 3142056, 1964.
3. Цифровые электроизмерительные приборы, под ред.В.М.Шляндина, 1972, "Энергия".
4. В.С.Вейслер, В.А.Дергачев, Г.Е.Кочаров, А.А.Кристина. Установка для измерения концентрации радиоуглерода в нескольких образцах. Настоящий сборник, стр.273.

A.A.Kristin, Yu.K.Veinberg

A SIMPLE DISPLAY FOR CHANNEL ADJUSTMENT VISUAL CONTROL IN SCINTILLATION COUNTERS

A b s t r a c t

A device is considered which provides visual channel adjustment of scintillation counters and effective control for channels of scintillation counters.

ШЕСТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 13-15.X.1976 г.)

А.А.КРИСТИН

УСТРОЙСТВО ОТБОРА СОВПАДЕНИЙ-АНТИСОВПАДЕНИЙ С
СЕЛЕКТИРОВАНИЕМ ИМПУЛЬСОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ
ИЗМЕРЕНИЙ ^{14}C

Время нарастания выходного сигнала детекторов ионизирующих излучений конечно, ввиду чего срабатывание дискриминатора верхнего уровня (ДВУ) происходит с некоторым запаздыванием по отношению к срабатыванию дискриминатора нижнего уровня (ДНУ). Поэтому обычно на каскады логического отбора сигнал ДНУ подается через элемент задержки [1]. Время задержки и длительность пусьсов блокировки от ДВУ выбирают с учётом возможных величин нарастания и спада сигнала. При обработке импульсов с сильно различающейся длительностью, поступающих от детекторов с охранной оцифровкой [2], это приводит к существенному увеличению мертвого времени регистрирующей системы, поскольку время обработки отдельных импульсов определяется максимальной длительностью входных импульсов.

При использовании в системе логического отбора интегральных схем (ИС) для уменьшения мертвого времени наиболее целесообразно применение схемы отбора с оперативным запоминанием факта срабатывания ДВУ [3]. Если при этом одновременно производится отбор импульсов по длительности, то целесообразно воспользоваться селектором широко-импульсных сигналов согласно литературе [4], который обладает минимальным мертвым временем. С учётом изложенных в литературе [3,4] рекомендаций разработано устройство отбора совпадений-антисовпадений с селектированием импульсов по длительности для измерений ^{14}C . Принципиальная схема устройства д л я



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 708246

(20)

(61) Дополнительное к авт. свид-ву—

(22) Заявлено 16.05.77(21) 2483367/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 05.01.80, Бюллетень № 1

Дата опубликования описания 08.01.80

(51) М. Кл.²

G 01 R 19/04

(53) УДК 621.317.

.7(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. А. Кристин

(71) Заявитель

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
Государственный университет им. П. Стучки

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Изобретение относится к электрическим измерениям и может быть использовано в радио- и электротехнических системах, в ядерной физике и в других областях, когда приходится иметь дело с измерением амплитуд одиночных импульсов или максимальной амплитуды импульсов в серии с произвольным числом импульсов при большом диапазоне измерений импульсных параметров.

Известны устройства для измерения амплитуды импульсного напряжения, содержащие N идентичных параллельно включенных каналов, число которых соответствует числу уровней дискретного квантования амплитуды импульсного напряжения, причем каждый канал состоит из последовательно соединенных амплитудного дискриминатора, ключевого запоминающего элемента, системы блокировки канала, включающей последовательно соединенные логические элементы ИЛИ — НЕ и И, и индикатора на выходе [1].

Эти устройства имеют недостаточную помехоустойчивость, обусловленную тем, что ключевые запоминающие элементы во все время ожидания прихода измеряемого импульсного напряжения имеют возможность изменять свое состояние под воздействием различных помех, вследствие чего возможна одновременная индикация в двух и более несмежных каналах (результат измерения при этом теряет смысл), а при измерении максимальной амплитуды импульсов в серии импульсов наблюдается эффект состязаний, т. е. имеется возможность прохождения на индикаторы ложных импульсов из-за существенно большего времени задержки сигнала при прохождении по цепям блокировки каналов.

Известно также устройство, которое содержит N идентичных параллельно включенных каналов и входной блок, каждый канал состоит из последовательно соединенных амплитудного дискриминатора, ключевого запоминающего элемента и элемента И или И-НЕ, прямой выход каждого

дискриминатора всех каналов кроме первого подключен ко второму входу элемента И предыдущего канала через инвертор. Однако это устройство предназначено для измерения амплитуды постоянного напряжения и при измерении импульсного напряжения также имеет низкую помехоустойчивость.

Цель предлагаемого изобретения — повышение помехоустойчивости устройства и обеспечение возможности измерять амплитуду импульсного напряжения.

Для этого в устройство для измерения амплитуды импульсного напряжения, содержащее И параллельно включенных каналов и входной блок, каждый канал состоит из последовательно соединенных амплитудного дискриминатора, ключевого запоминающего элемента через инверсный его выход, блокирующего логический элемент И или И-НЕ, второй вход которого подключен к прямому выходу последующего ключевого запоминающего элемента, и индикатора введены элемент задержки и дополнительный логический элемент И, причем вход элемента задержки и один из входов логического элемента И подключен к выходу дискриминатора первого канала, инверсный выход элемента задержки подключен ко входам сброса ключевых запоминающих элементов и ко второму входу логического элемента И, выход которого соединен с одним из входов всех блокирующих логических элементов И или И-НЕ. Кроме того к выходу дискриминатора первого канала подключен второй элемент задержки, прямой выход которого соединен со вторым входом первого элемента задержки и третьим входом дополнительного логического элемента И.

На чертеже представлена схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит входной блок 1, широкополосные дискриминаторы 2, 3 и 4 амплитуд, ключевые запоминающие элементы 5, 6 и 7, блокирующие логические элементы И или И-НЕ 8, 9 и 10, индикаторы 11, 12 и 13. Элементы 14 и 15 задержки, дополнительный логический элемент И 16.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии (при отсутствии входного сигнала) на выходах дискриминаторов 2, 3 и 4 состояние логической "1", на инверсных выходах ключевых запоминающих элементов 5, 6 и 7 уровень

логического "0", на инверсном выходе элемента 14 задержки уровень логического "0", вследствие чего на логических элементах 16 и 8, 9 и 10 нет совпадения.

На прямом выходе элемента 15 задержки уровень логической "1". По переднему фронту первого импульса серии переключаются элементы 14 и 15 задержки. При этом с ключевых запоминающих элементов 5, 6 и 7 снимается блокировка и они запоминают амплитуду первого импульса. С выхода элемента 15 задержки уровень логического "0" поступает на второй вход элемента 14 задержки и на логический элемент 16. После окончания первого импульса серии на выходах элемента 15 задержки уровень логического "0" сохраняется еще время τ_{32} , причем если в течение этого времени приходит следующий импульс серии, то элемент 15 задержки продолжает находиться в возбужденном состоянии, а новый отсчет времени τ_{32} начинается после окончания второго импульса и т. д. до окончания серии импульсов. Все время пока элемент 15 задержки находится в возбужденном состоянии, находится в возбужденном состоянии и элемент 14 задержки, так как на его втором входе все время присутствует уровень логического "0" с выхода элемента 15 задержки. Таким образом, в течение всего времени прихода серии импульсов ключевые запоминающие элементы разблокированы, вследствие чего они запомнят наивысшую амплитуду импульсов в серии. После окончания последнего импульса серии и спустя время τ_{32} элемент 15 задержки возвращается в исходное состояние и снимает уровень логического "0" со второго входа элемента 14 задержки, на первом входе которого уже имеется уровень логической "1". В этот же момент на всех трех входах логического элемента И 16 появляются уровни логической "1", наступает совпадение. На один из индикаторов 11, 12, 13 поступает сигнал. Спустя время τ_{31} элемент 14 задержки возвращается в исходное состояние и схема готова к следующему измерению. Ввиду того, что блокирующие логические элементы И или И-НЕ 8, 9, 10 разблокируются после окончания измерения амплитуды импульсного напряжения, причем только на время, необходимое для срабатывания индикатора, прохождения ложных импульсов из-за эффекта состязаний не наблюдается.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство для измерения амплитуды импульсного напряжения, содержащее n параллельно включенных каналов и входной блок, каждый канал состоит из последовательно соединенных амплитудного дискриминатора, ключевого запоминающего элемента через инверсный его выход, блокирующего логический элемент И или И-НЕ, второй вход которого подключен к прямому выходу последующего ключевого запоминающего элемента, и индикатора, отличающееся тем, что, с целью увеличения помехоустойчивости устройства, в него введены элемент задержки и дополнительный логический элемент И, причем вход элемента задержки и один из входов логического элемента И подключен к выходу амплитудного дискриминатора первого канала, инверсный выход элемента задержки подключен ко входам

сброса ключевых запоминающих элементов и ко второму входу логического элемента И, выход которого соединен с одним из входов всех блокирующих логических элементов И или И-НЕ.

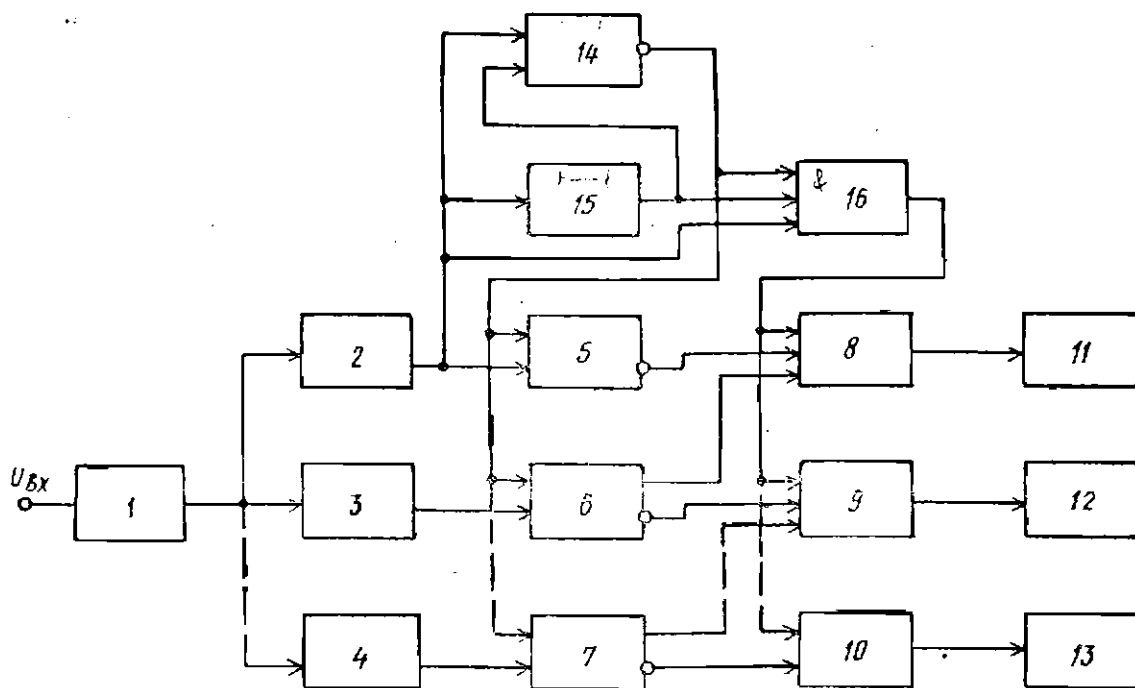
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью измерения максимальной амплитуды в серии импульсов, к выходу дискриминатора первого канала подключен второй элемент задержки, прямой выход которого соединен со вторым входом первого элемента задержки и третьим входом дополнительного логического элемента И.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 447625, G 01 R 19/04, 1972.

2. Цифровые электроизмерительные приборы М., "Энергия", 1977, с. 195-196, рис. 4-13.



Составитель Ф. Цареградский

Редактор Б. Павлов Техред Л. Алферова

Корректор М. Вигула

Заказ 8477/39

Тираж 1019

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

ЛИТЕРАТУРА .

1. В.А.Алексеев, А.К.Лаврухина, Э.К.Мильникова, И.В.Смирнов, Д.Д.Сулержикский, В сб.Радиоуглерод, Вильнюс, 45, 1971.
2. А.А.Семенов, Труды Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 75, 1970.
3. А.А.Семенов, В сб.Радиоуглерод, Вильнюс, 155, 1971.
4. В.А.Алексеев, Э.К.Мильникова, Труды Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 107, 1970.
5. В.А.Алексеев, В сб.Бюлл.Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций, вып.8, "Наука", М., 140, 1967.
6. В.О.Вяземский, И.И.Домоносов, А.Н.Писаревский, Х.Р.Протопопов, В.А.Рузин, Е.Д.Тетерин, В кн.Сцинтилляционный метод в радиометрии. М., 1961.
7. А.Лийва, Э.Рэало, В сб.Радиоуглерод, Вильнюс, 115, 1971.
8. В.С.Векслер, Б.Д.Лутанс, А.С.Савваитов, В сб. Радиоуглерод, Вильнюс, 125, 1971.
9. H.W.Scharpensee, P.Pietig, Geoderma N 2, 273, 1968/1969.
10. А.Лийва, Э.Рэало, О влиянии температуры на жидкостно - сцинтилляционный детектор, настоящий сборник.

A.LIIVA, E.REALO.

CHOICE OF STABLE COUNTING CHANNEL IN SCINTILLATION MODE OF RADIOCARBON DATING.

Abstract.

Method for choosing the counting channel of radiocarbon device without the anticoincidence circuit has been proposed. Thus some factors leading to the changing of the gain of the whole device can be compensated.

ПЯТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 4-6.X.1973 г.)

А.А.КРИСТИН, В.С.ВЕКСЛЕР.

ЭЛЕКТРОННО-ГРАФИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАТОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ЗА ИЗМЕРЕНИЕМ НИЗКИХ АКТИВНОСТЕЙ.

Измерение низких уровней радиоактивности является длительным процессом, требующим постоянного контроля за скоростью счёта измеряемой величины. А.А.Семенцовым [1] предложен способ статистического контроля хода измерения низких активностей, заключающийся в регистрации времени, за которое насчитывается определенное число импульсов, постоянное для каждого измерения. Тот факт, что случайная величина - время набора импульсов - является не дискретной, а непрерывной, дает возможность легко построить график хода измерений.

В отличие от предложенной ранее [1] схемы, описанный ниже электронный регистратор может быть применен с любым самопишущим прибором, не требующим его переделок. Блок-схема регистратора приведена на рис.1. В схеме замыкающие контакты (Р) подсоединяются параллельно тумблеру, включающему двигатель диаграммной ленты самописца.

В некоторый начальный момент счётчик времени и счётчик дожных линий находятся в исходном (нулевом) состоянии. С пуском счётчика времени, последний начинает считать временные импульсы с задающего генератора. Информация со счётчика подается на ДП, который преобразует дискретную информацию в напряжение, поступающее на вход ЭПН. С приходом каждого последующего временного импульса напряжение на выходе ДП возрастает на $1/128$ часть от максимального значения своего выходного напряжения. Мотор диаграммной ленты в это время выключен и перо самописца вычерчивает

на ленте прямую линию. Это продолжается до тех пор, пока не поступит контролируемый сигнал, сбрасывающий показание счётчика времени на нуль. В этот момент запускается одновибратор, включающий на некоторое время реле Р, и диаграммная лента передвигается на один шаг вперед. После чего счётчик времени начинает снова сосчитывать временные импульсы, ДП выдавать растущее напряжение, а перо самописца вычерчивать новую линию. С приходом следующего контролируемого импульса, счётчик времени снова сбрасывается на нуль и т.д.

Если контролируемый импульс не приходит, то счётчик времени, насчитав 128 импульсов, автоматически сбрасывается в нулевое положение, при этом через схему "И-НЕ" на счётчик ложных импульсов поступает импульс. Одновременно запускается одновибратор, срабатывает реле и диаграммная лента передвигается на один шаг. Далее цикл повторяется снова.

Одной из наиболее существенных частей регистратора является дискретный потенциометр, схема которого изображена на рис.2. ДП-устройство для преобразования дискретной информации в аналоговый сигнал. Как указывалось выше, ДП преобразует информацию, находящуюся в счётчике времени в величину напряжения. В исходный момент, когда счётчик времени погашен, с инверсных выходов триггеров счётчика снимаются логические "1"-ы и подаются на входы ДП 2^0+2^6 (см.рис.2). При этом все переключающиеся логические элементы находятся в соответствии "0", а это значит, что все лучи звездообразного потенциометра (от R до 64R) подключены через логические элементы к земле. Суммарный ток, протекающий через резисторы R + 64R, протекает через общее сопротивление R_с, на котором падает некоторое напряжение U. Переменным потенциометром R_в в этом положении устанавливается нуль на входных клеммах самописца.

После пуска системы контроля счётчик времени начинает считать импульсы, поступающие с задающего генератора. При этом в определенной последовательности на входы 2^0+2^6 приходят соответствующие данной временной позиции коды входных сигналов. Например, после прихода первых импульсов картина выглядит следующим образом:

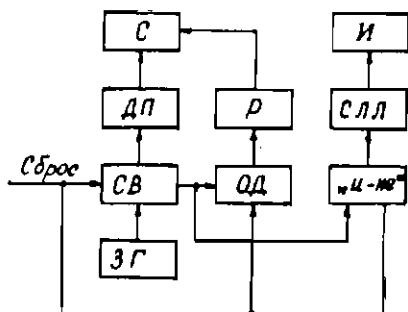


Рис.1. Блок-схема регистратора.

С - самописец, ДП - дискретный потенциометр, СВ- счётчик времени, ЗГ - задающий генератор, ОД- одновибратор, Р - реле включения двигателя развертки, "И-НЕ"- логическая схема, И - индикация, СЛЛ - счётчик ложных линий.

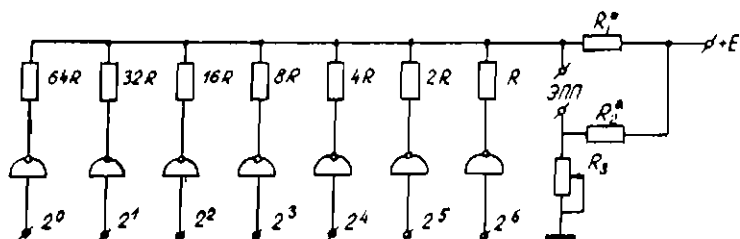


Рис.2. Дискретный потенциометр.

И м п у л ь с	Сигналы на входах ДП						
	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6
Исходное положение	1	1	1	1	1	1	1
1 имп.	0	1	1	1	1	1	1
2 имп.	1	0	1	1	1	1	1
3 имп.	0	0	1	1	1	1	1
4 имп.	1	1	0	1	1	1	1
и т.д.							

Те логические элементы, на входы которых поступают логические нули запираются и ток через соответствующие этим элементам резисторы не протекает. Суммарный ток на резисторе R_i^* уменьшается, уменьшается также падение напряжения на нем. Теперь $U_{2_i}^* U_{R_i}^*$ и на вход самописца подается напряжение разбаланса.

Если $R_i^* \ll R$, то падение напряжения на R_i^* можно подсчитать по следующей формуле:

$$U_{R_i^*} = \frac{E \cdot \sum g_i}{g_i^*}$$

где E - напряжение питания ДП; $\sum g_i$ - сумма проводимостей всех лучей звездобразного потенциометра, через которые в данный момент протекает ток $g_i^* = i/R_i^*$.

Исходное напряжение самописца определяется как:

$$U_{\text{вх. зпл.}} = U_{R_2^*} - U_{R_1^*}.$$

В качестве переключающих логических элементов используются логические ИС со свободным коллектором (например, ИЛБ558; ИЛБ338). Остальные узлы регистратора выполнены на стандартных интегральных схемах и подробно освещены в работах [2-7].

Предлагаемое устройство сравнительно несложно в настройке, малогабаритно, надежно в эксплуатации и в зависимости от конкретных задач позволяет легко изменять диапазон временных интервалов.

Л И Т Е Р А Т У Р А .

И. А. А. Семенов. В сб. "Археология и естественные науки". "Наука" М., 1965.

2. А.Г.Алексеевко. Основы микросхемотехники, "Советское радио", М., 1971.
3. И.Н.Букреев, Б.М.Мансуров, В.И.Горячев. Микроэлектронные схемы цифровых устройств, "Советское радио", М., 1973.
4. E.Kühn, H.Schmied. Integrierte Schaltungstechnik, Berlin, 1972.
5. H.Liedl, K.Reib. Siemens-Bauteile-Informationen, 6, H.4, 1968.
6. К-Н.Наверландт. Radiofernsehen Elektronik, H.24, 808, 1972.
7. Сиберт. Электроника (русский перевод) № 17, 60, 1971.

ное время обработки 2-3 часа, но лучше оставлять реактор с хромовой смесью на ночь. Одна и та же порция хромовой смеси может быть использована многократно, если предотвратить абсорбцию влаги из атмосферы и обрабатывать хромовой смесью промытый и сухой реактор и стальной стакан.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Barker H., Nature, V.172, N 4379, 631, 1953.
2. И.Е.Старик, Х.А.Арсланов, И.Р.Клёрер. Радиохимия, т.5, вып.2, 198, 1963.
3. М.А.Тамеря. Radiocarbon, V.11, N 2, 396, 1969.
4. М.А.Gayh. Intern.Journ. Appl. Radiation and Isotopes, V.2, N 6, 463, 1969.
5. Х.А.Арсланов, Б.А.Филонов. Тезисы "Методические исследования в области абсолютной геохронологии", М., 1976, стр.85.
6. Б.А.Галицкий, М.М.Абелев, Г.Л.Шварц, Б.Н.Левелкин. Титан и его сплавы в химическом машиностроении, М., 1968.

Kh.A.Arslanov, B.A.Filonov

ON CONTAMINATION OF SAMPLES BY EXTRINSIC CARBON DURING SYNTHESIS OF LITHIUM CARBIDE AND METHODS OF EXCLUDING IT.

A b s t r a c t

The data concerning contamination of samples by carbon during synthesis of lithium carbide are presented. The methods of excluding contamination are suggested. The implication of these methods for rocks age determinations by means of radiocarbon is shown.

ШЕСТОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"
(ТБИЛИСИ, 13-15.X.1976 г.)

А.А.КРИСТИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОПИСЦА ВМЕСТО ЦПУ

Установки для регистрации ^{14}C в качестве обязательного блока содержат счётчики импульсов. Причём в последнее время как правило используются промышленные или самодельные электронные счётчики. Однако экспериментатору очень часто показания счётчиков приходится периодически снимать визуально, что связано с дефицитностью цифропечатающих устройств (ЦПУ) или имеющимися существенными трудностями согласования выходных сигналов счётчиков с ЦПУ. В таком случае можно воспользоваться предлагаемым ниже устройством, позволяющим результат практически любого электронного счётчика представить в виде диаграммы с помощью любого электронного самопишущего прибора, например, типа ЭПП-09. Полученные диаграммы затем легко дешифруются.

Если со счётчика установки поступают сигналы в уровнях ТТЛ-логики, то электронная часть предлагаемого устройства содержит всего 10 корпусов широко распространенных интегральных схем (ИС) 155 (133) серий и небольшого количества навесных дискретных элементов.

Блок-схема устройства представлена на рис.1. Сигналы с кодовых выходов счётчика Σ поступают на входы преобразователя кода ПК, который далее выдает подекадно информацию на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), начиная со старшей декады счётчика. Выходное напряжение ЦАП меняется в соответствии с поданным на его вход кодом и имеет десять дискретных значений, соответствующих цифрам 0,1,2,...,9. Еще одно значение выходного напряжения ЦАП эквивалентное цифре 10 перед началом записи подается на вход

ды самописца с тем, чтобы на диаграммной ленте чётко обозначить

начало записи числа. Блок управления (БУ) определяет режим работы всех остальных блоков устройства, принимает команду "Пуск" и выдает на внешние приборы (БУ счётчика, электронные часы) признаки "Запись" и "Запись окончена". С появлением признака "Запись" счётчик прекращает счёт. С приходом признака "Запись окончена" снова запускаются электронные часы, а счётчик начинает счёт.

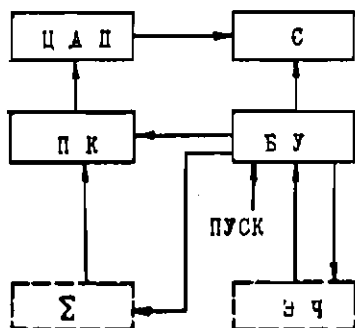
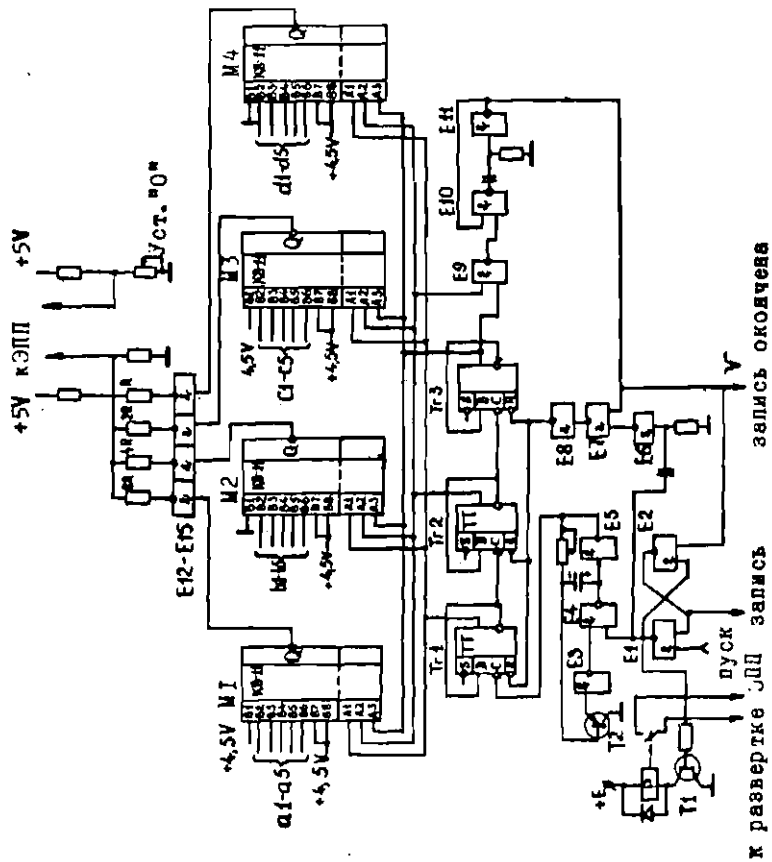


Рис.1.

Принципиальная схема устройства для записи результатов пятидесятичного счётчика, работавшего в коде I-2-4-8 представлена на рис.2. Сигнал "Пуск" поступает на вход стартового триггера на логических элементах (ЛЭ) E1 и E2. Триггер опрокидывается, при этом открывается транзистор T1, обрабатывает реле P, включающее развертку самописца. Одновременно с ЛЭ E4 снимается запрещающий уровень, а продифференцированный положительный перепад с ЛЭ E1 поступает на вход E6 и далее через ЛЭ E7, E8 устанавливает D-триггеры двоичного счётчика Tr1-Tr8 в нулевое состояние (при первом пуске после подачи на схему напряжения питания). При этом инвертированные сигналы входов E1 мультиплексооров M1-M4 с выходов O подаются на входы ЛЭ E12-E15 ЦАП, который формирует уровень начала записи.

После снятия запрещающего уровня со входа 6 ЛЭ E4 в мультипликаторе на базе ЛЭ E3-E5 и транзистора T2 развивается автоколебательный процесс и спустя время t на вход Tr1 поступает импульс, переводящий этот триггер в состояние "1". При этом сигналы на выходах мультиплексооров M1-M4 будут определяться входами E2, к которым подключены соответствующие кодовые выходы старшей декады счётчика. Самописец вычерчивает уровень эквивалентный цифре старшей декады. Следующий импульс с мультипликатора запишет в Tr1 логический "0", а в Tr2 логическую "1", при



к развертке УИП запись запись окончен

Рис.2.

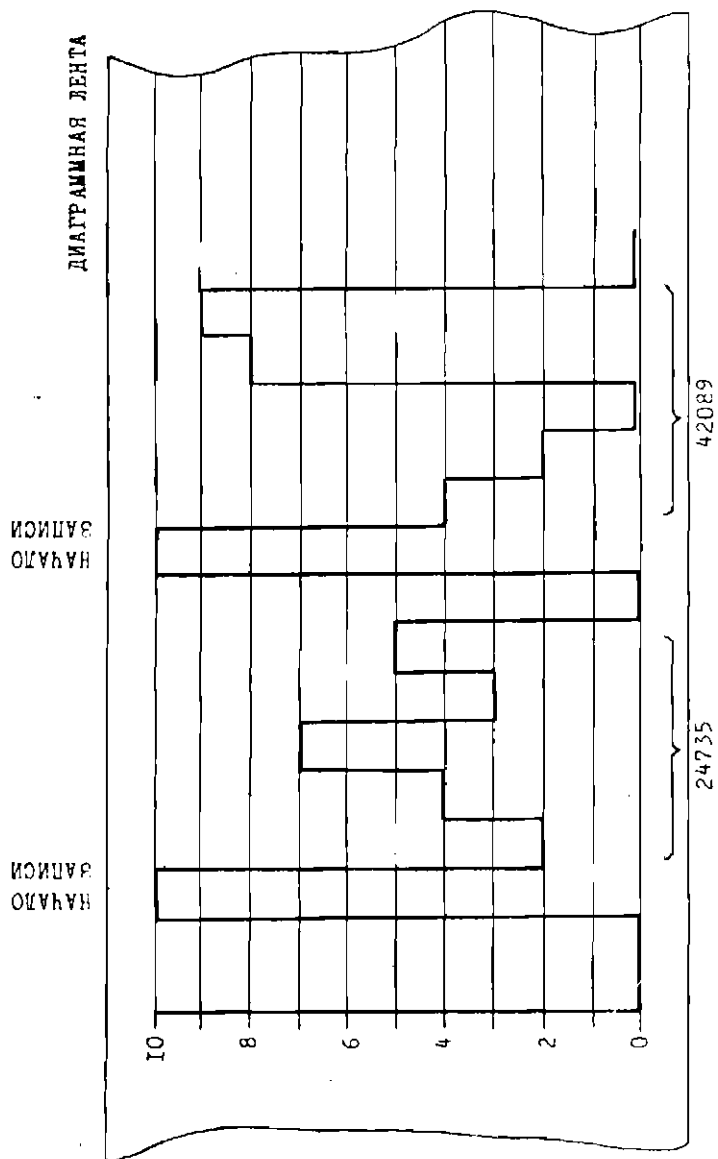


Рис.3.

этом на выходах А MI-M4 появляется сигнал, соответствующий входам ВЗ, к которым подключены кодовые выходы следующей декады счётчика, а на самописец поступит уровень эквивалентный цифре данной декады, и т.д.

После шестого импульса все декады счётчика оказываются опрошенными, а на логическом элементе Е9 наступает совпадение, вследствие чего запускается одновибратор на ЛЭ E10-E11, выходной сигнал которого возвращает стартовый триггер в исходное состояние, гасит двоичный счётчик и выдает признак "Запись окончена". Одновременно обесточивается реле Р и отключается развертка самописца.

Пример записи приведен на рис.3.

Устройство удобно использовать совместно с электроннографическим регистратором [1].

В качестве элементной базы используются ИС 155(133) серии: ЛЭ E1-E11 типа ЛБЗ, Tr1-Tr3 типа ТКЗ, MI-M4 типа КП5 и E12-E15 типа ЛБЗ. Расчёт резисторов ЦАП аналогичен приведенному в работе [1].

Устройство несложно в изготовлении и при правильном монтаже работает сразу без какой-либо настройки. Скорость записи зависит от быстродействия используемого самописца и регулируется путем изменения частоты колебаний мультивибратора. Если счётчик имеет на кодовых шинах уровни напряжения отличные от уровней ТТЛ-логики, то между счётчиком и входами MI-M4 следует включить преобразователь уровней.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А.А.Кристин, В.С.Векслер. Труды Пятого Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод" Тбилиси, 279, 1974.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО
УМНОЖИТЕЛЯА.А.Кристин, Д.К.Вейнберг
НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Для автоматизации исследований параметров фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) требуются автоматически управляемые высоковольтные источники питания (ИП). Промышленность такие ИП не выпускает.

Имеется большое количество работ, посвященных описанию различного рода высоковольтных ИП для ФЭУ. Подавляющее большинство из них построены на базе полупроводниковых элементов по принципу преобразования низкого постоянного напряжения в импульсное высокое напряжение с последующим выпрямлением, причем сигнал отрицательной обратной связи снимается с выхода ИП и подается на усилитель обратной связи регулятора низкого напряжения [1-4].

Схемы с регулирующим элементом в высоковольтной части ИП ФЭУ в настоящее время за редким исключением [5,6] не используются из-за ряда недостатков, обусловленных

- а) необходимостью в качестве регулирующего элемента использовать либо электронные лампы [6], либо цепочку последовательно соединенных высоковольтных транзисторов [5];
- б) ограниченным диапазоном регулирования;
- в) значительным отбором мощности из высоковольтной части ИП.

В литературе [7] предлагается ИП с одновременным регулированием низковольтной и высоковольтной частей ИП. Применение такого типа двухступенчатой регулировки в источниках питания с током потребления до 5 мА, величина которого

образно, так как и.п.д. таких источников при малых выходных токах имеет весьма низкое значение при неоправданно сложной схеме.

В подавляющем большинстве ИП ФЭУ в качестве источников низкого напряжения используются широко известные компенсационные стабилизаторы напряжения [8] с выходным напряжением порядка 12-30 В.

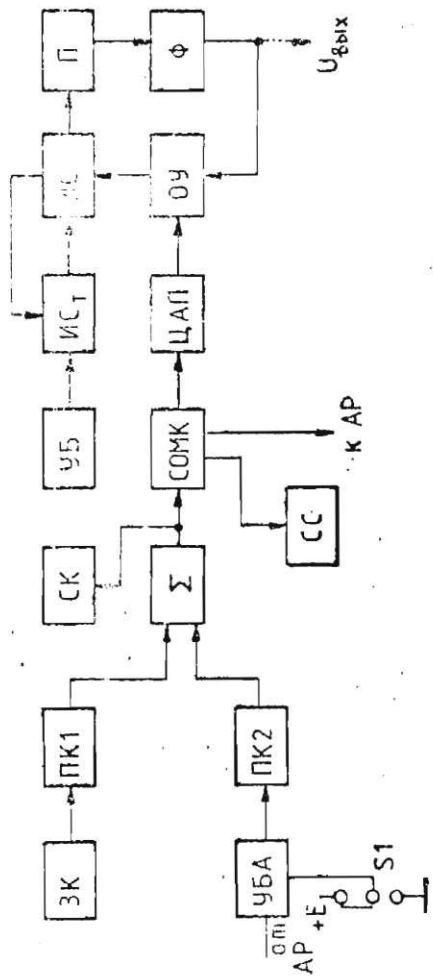
Преобразователи низкого напряжения в высокое выполняются в виде различного рода генераторов или прерывателей, нагруженных на повышающие трансформаторы [9] или умножители напряжения [10] или же их комбинация [3].

Большинство преобразователей, как правило, работает на повышенной частоте в диапазоне 10-30 кГц, чем достигается малый коэффициент пульсаций при небольшой постоянной времени сглаживающего фильтра. Последнее обстоятельство также существенно повышает скорость отработки выходного напряжения.

В качестве усилителей обратной связи в настоящее время чаще всего используют различного типа операционные усилители [1-5,7].

Упомянутые выше ИП ФЭУ имеют только ручное управление. Работ с описанием ИП ФЭУ с автоматическим регулированием напряжения от ЭВМ или локального автомата практически не встречается. Известны однако всевозможные цифро-аналоговые преобразователи и генераторы линейно-ступенчатого напряжения, которые могут управляться от локальных автоматов или ЭВМ. Типичным в этом смысле является генератор линейно-ступенчатого напряжения, описанный в литературе [11].

Предлагаемый ИП ФЭУ построен с учетом наиболее прогрессивных известных технических решений и отличается от известных повышенной экономичностью, обусловленной двухступенчатой стабилизацией низковольтной части ИП, и возможностью управления как вручную, так и с помощью локальных автоматов и ЭВМ. Структурная схема ИП представлена на рис. 1.



Р и с. 1. Структурная схема источника питания СУ.

десятичного кода в двоичный ПК1 и ПК2, устройство блокировки входного кода локального автомата УБА, сумматор Σ , схему ограничения максимального кода СОЖК, схему контроля выходного кода сумматора СК, схему сигнализации достижения максимального кода СС, цифро-аналоговый преобразователь ЦАП, операционный усилитель ОУ, линейный стабилизатор ЛС, импульсный стабилизатор ИСт, преобразователь низкого напряжения в высокое П, фильтр Ф, устройство блокировки УБ, ключ К1 для управления блоком УБА.

Начальное напряжение устанавливается с помощью задатчика кода ЗК, выполненного в виде трехдискового программного переключателя с двоично-десятичным выходным кодом типа 1-2-4-8. Код для развертывания напряжения поступает от локального автомата развертки АР или от ЭВМ. Двоично-десятичные коды от ЗК и АР через преобразователи ПК1 и ПК2 и блок УБА поступают на сумматор Σ . Результирующий двоичный код поступает на блоки СОЖК и СК. С блока СОЖК код поступает на ЦАП и на СС. Блок СОЖК вырабатывает также признак "Конец диапазона" и сигнал блокировки развертки. ЦАП вырабатывает опорное напряжение для операционного усилителя ОУ, выходной сигнал которого регулирует величину выходного напряжения низковольтного источника питания, состоящего из линейного и импульсного стабилизаторов ЛС и ИСт. Выходное напряжение низковольтного источника напряжения преобразуется преобразователем П в пропорциональное ему высокое напряжение, которое через фильтр Ф поступает на выход. Выходное напряжение поступает далее на нагрузку и через цепь обратной связи на ОУ. При появлении признака "Конец диапазона" срабатывает схема сигнализации достижения максимального кода СС. Блок УБ служит для сброса напряжения у низковольтного источника напряжения с помощью внешнего сигнала (например, при снятии светозащиты ФЭУ).

Блоки ПК1; ПК2, УБА, СК, Σ , СОЖК и СС выполнены на базе цифровых логических схем серии 156 (133) в соответствии со стандартными и описанными в литературе техническими решениями.

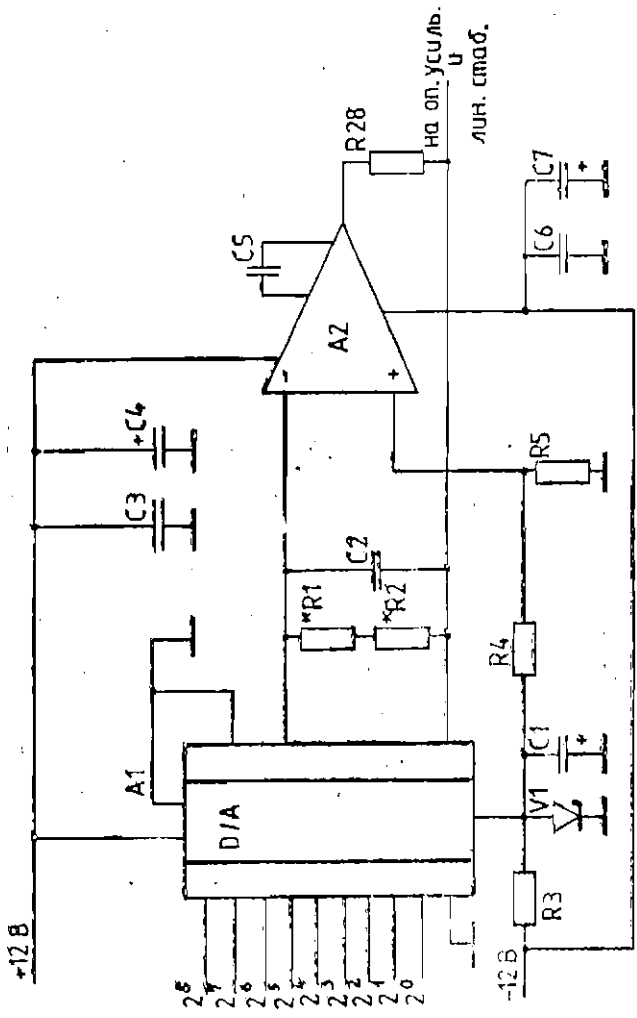
ходного операционного усилителя типа К553 УД2 (рис.2).

Устройство блоков СУ и ЛС показано на рис.3. Особенностью ЛС является то, что проходной транзистор включен между "+" выходного напряжения ИСт и общей шиной, а "-" подключен на вход ЛС непосредственно. Такое решение позволяет управлять проходным транзистором с помощью низкочастотного сигнала. Напряжение на проходном транзисторе ЛС поддерживается постоянным около 8 В. Функцию поддержания этого напряжения в заданных пределах выполняет импульсный стабилизатор ИСт, структурная схема которого представлена на рис.4.

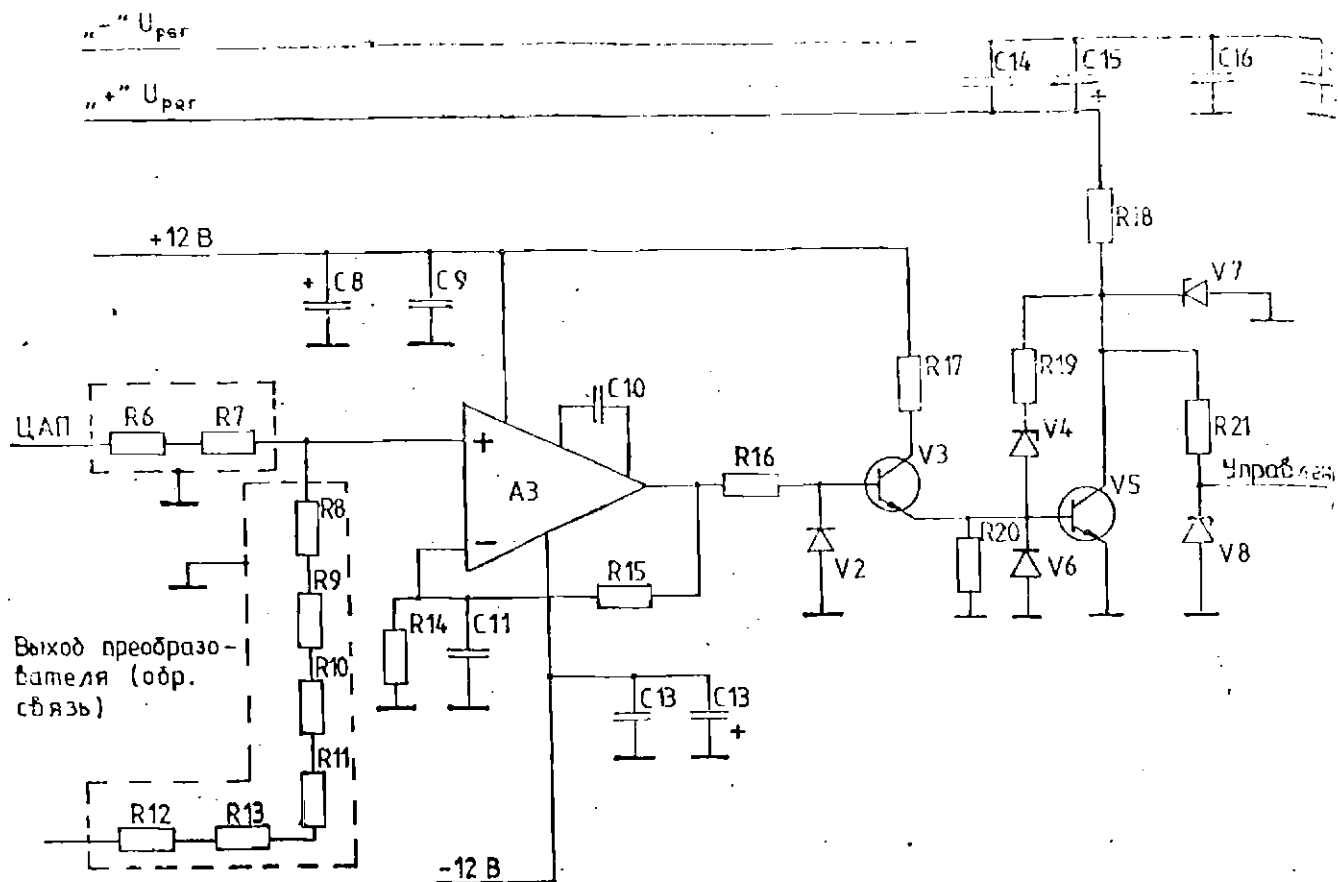
С синхросмотки сетевого трансформатора на формирователь синхроимпульсов ФСИ поступает синусоидальное синхронизирующее напряжение с частотой сети. Когда синхронапряжение становится равным нулю, ФСИ вырабатывает сигнал, запускающий формирователь задержки ФЗ и сбрасывающий формирователь запускающих импульсов ФЗИ. ФЗ с задержкой обратно пропорциональной величине напряжения на проходном транзисторе ЛС запускает ФЗИ, который подает сигнал на управляемый выпрямитель УВ. Выходное напряжение УВ отфильтровывается фильтром Ф и подается на вход ЛС. В аварийной ситуации выходное напряжение УВ, а значит и ЛС сбрасывается до нуля путем блокировки вспомогательного блокируемого источника питания ВВИП, от которого питаются блоки ФСИ, ФЗ, ФЗИ.

В отличие от известных ИП ФЗУ в предложенном ИП напряжении, подаваемое на преобразователь, может достигать значения порядка 200 В. Выбор более высокого первичного напряжения позволяет существенно уменьшить потери на ключевом элементе преобразователя.

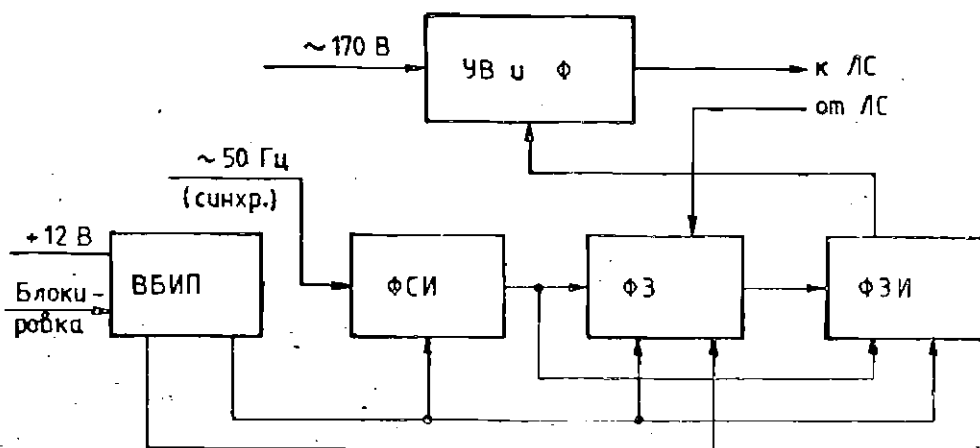
Преобразователь П состоит из задающего генератора и транзисторного прерывателя, нагруженного на повышающий трансформатор, и выпрямителя. Задающий генератор выполнен аналогично приведенному в литературе [12]. Принципиальная схема прерывателя и выпрямителя представлена на рис. 5.



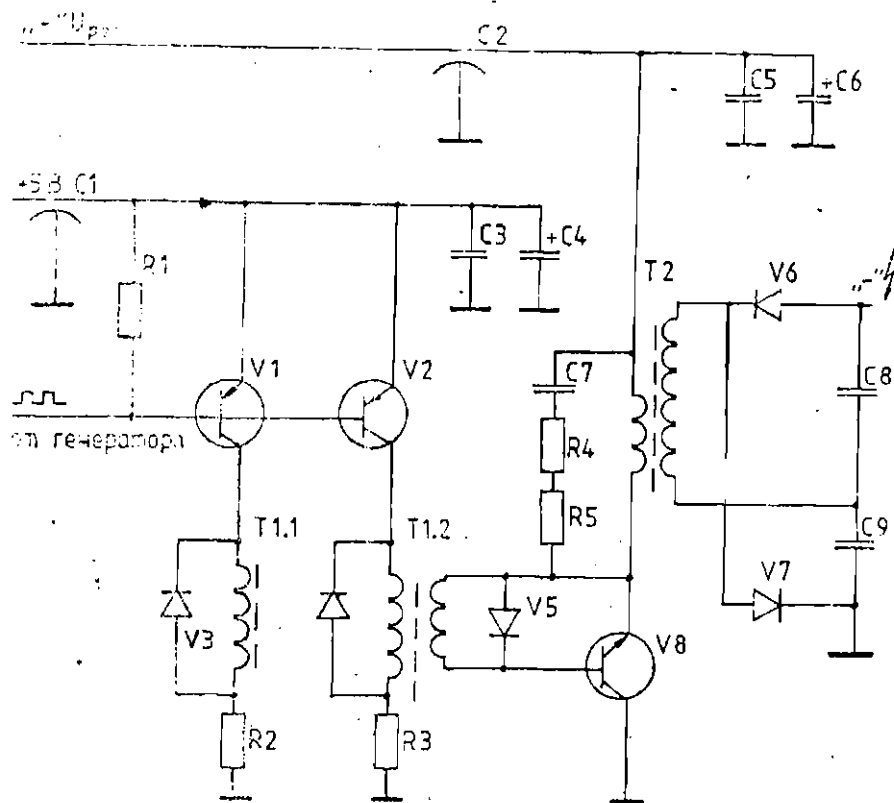
Р и с. 2. Схема цифро-аналогового преобразователя.



Р и с. 3. Схема операционного усилителя ОУ и линейного стабилизатора ЛС.



Р и с. 4. Структурная схема импульсного стабилизатора.



Р и с. 5. Схема прерывателя и выпрямителя.

Согласующий каскад прерывателя выполнен на базе двух параллельно включенных транзисторов типа КТ639Б, нагруженных на импульсный развязывающий трансформатор, необходимость которого вызвана тем, что эмиттер ключевого транзистора находится под изменяющимся сравнительно высоким потенциалом. Коллектор ключевого транзистора заземлен, что упрощает проблему теплоотвода и существенно снижает уровень излучаемых ВЧ-помех. В качестве ключевого транзистора используется высоковольтный транзистор типа КТ904А. Повышающий трансформа-

вичная обмотка. Путем оптимального подбора параметров цепи, подключенной параллельно первичной обмотке трансформатора, и подстройки частоты задающего генератора добиваются заданного выходного напряжения при минимальном токе потребления, добиваясь таким образом максимального к.п.д. преобразователя. Оптимальная частота преобразователя находится в районе 30 кГц.

Ниже приведены основные характеристики источника питания.

1. Напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц.
 2. Изменения напряжения питающей сети, не сказывающиеся на значения выходных параметров ИП $\pm 10\%$.
 3. Выходное напряжение 0-2800 В (предусмотрена защита, предотвращающая возможность установки напряжения выше 2800 В).
 4. Количество автоматически устанавливаемых (развертываемых) шагов 100 (1000 В).
 5. Дискретность установки выходного напряжения 10 В.
 6. Время установления выходного напряжения при ступенчатом изменении на один шаг в 10 В с точностью до уровня пульсаций менее 1 с.
 7. Коэффициент пульсаций не более 0,002%.
 8. Максимальный ток нагрузки 5 мА.
 9. Мощность, потребляемая от сети, не более 60 В·А.
- Описываемый ИП пригоден не только для исследования характеристик ФЭУ, но и для исследования характеристик сцинтилляционных и газовых счетчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зазулин В.А., Заметин В.И. Универсальный источник питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 5, с.183-184.
2. Курейчик К.П., Заикин С.А. Высоковольтный стабилизированный источник питания фотоумножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1980, № 4, с.152-154.
3. Аникин В.И. Прецизионный малогабаритный высоковольтный стабилизированный источник питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1979, № 1, с.159-161.
4. Папаян Г.В. и др. Малогабаритный стабилизированный блок питания ФЭУ. - Опτικο-мех. пром., 1979, № 5, с.44-46.
5. Гонда Т., Кимото К. Источник питания ФЭУ. - Приборы для научных исследований (русский перевод), 1977, № 2, с.101-102.
6. Коба А.П. и др. Высоковольтный стабилизированный источник питания с регулируемым напряжением на выходе. - Приборы и техн.эксперимента, 1981, № 4, с.162-164.
7. Некрасов Ю.М., Разнатовская Ф.М. Источники питания с широким диапазоном регулирования. - Обмен опытом в радиопром., 1977, вып.4, с.54-56.
8. Источники электропитания на полупроводниковых приборах (проектирование и расчет) / Под.ред. С.Д.Додика, И.И.Гальперина. М., 1969. 147 с.
9. Гизатуллин Ш.Р., Капранов Б.И. Схема стабилизации коэффициента усиления каскада с фотоэлектронным умножителем. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 4, с.109-111.
10. Лейтман М.В., Круглов В.В. Высоковольтный базтрансформаторный стабилизатор постоянного напряжения. - Приборы и техн.эксперимента, 1977, № 5, с.154-155.
11. Цапко Г.П. и др. Генератор линейно-изменяющегося напряжения. - Обмен опытом в радиопром., 1977, вып.4, с.50-51.
12. Лемзяков С.Р., Шереметьев А.К. Стабильный малогабаритный блок питания фотоэлектронного умножителя. - Приборы и техн.эксперимента, 1976, № 5, с.172-173.

Статья поступила 21 декабря 1981 года.

УДК 53.05:535.37

С.В.Гвоздев, И.А.Гужа, Н.А.Круглова, В.Л.Савельев. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СПЕКТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.

Описана автоматизированная система СПЕКТР, позволяющая проводить измерения спектров люминесценции, возбуждения люминесценции, поглощения, отражения, снимать кривые кинетики люминесценции и термостигулированной люминесценции. Система включает в себя экспериментальную установку и ЭВМ М-6000. Управление экспериментом осуществляется в режиме диалога. Использование прерываний ЭВМ позволяет одновременно с работой системы СПЕКТР решать другие задачи научных исследований.

УДК 53.05:535.37

Я.Я.Аболиньш, А.Я.Банга, Э.А.Бауманис, Л.М.Кузьмина. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА КИНЕТИКА В ДОС РВ М-6000.

Рассматривается автоматизированная система научного эксперимента для измерения кинетик оптического поглощения с накоплением в ЭВМ в широких временном и температурном диапазонах. Система КИНЕТИКА реализована в дисковой операционной системе реального времени М-6000.

УДК 681.3.1

Ю.Я.Кузьмин. АЛГОРИТМ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.

Рассматривается универсальная диалоговая обучающая программа, которая позволяет образовывать каталоги учебного и другого текстового материала, учебные курсы, зачеты и документированные программы.

ствование окружающей среды, обеспечение постоянности потока охлаждающего газа (напр., воздуха и его направления) обеспечивает стабильность светового потока того же порядка, что и стабильность БП, а иногда и выше (за счет интегрирования пульсаций напряжения или тока). При этом изменения светового потока во времени определяются в основном традиционными характеристиками самого излучателя.

Излучатели газоразрядного типа всегда имеют худшую стабильность светового потока нежели стабильность питающего их блока. Это различие может достигать значения одного порядка и даже больше. Чтобы уменьшить нестабильность светового потока этих излучателей помимо выполнения условий указанных выше для накальных излучателей, требуется особенно тщательно конструировать и отлаживать систему светоточку.

Параметры БП, описанные в настоящей работе и в работе [1], таковы, что в большинстве практических случаев вклад их нестабильности в результирующий световой поток существенно меньше, чем вклад всех остальных дестабилизирующих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кристин А.А., Жлабис С.А., Вэйнберге Д.К. Специализированные блоки питания для источников света, применяемых в научно-исследовательских системах. - В кн.: Кибернетизация научного эксперимента, 8, Рига, 1978, с.125-138.

2. А.с. № 928601 (СССР). Жлабис С.А. Способ управления вентиляемым преобразователем и устройство для его осуществления. - Бюлл.изобрет., 1982, № 18.

3. А.с. № 643083 (СССР). Кристин А.А. Устройство для защиты трехфазной нагрузки от аномальных режимов работы. - Бюлл.изобрет., 1981, № 24.

4. А.с. № 558342 (СССР). Кристин А.А. Устройство для контроля пропадания одной и более фаз. - Бюлл.изобрет., 1977, № 18.

ЭКОНОМИЧНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ

А. А. Крестин

НИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Сообщается об экономичной системе питания фотоэлектронных умножителей. Она характеризуется малой потребляемой мощностью, малым весом и габаритами. Практика показывает, что такая система способствует повышению надежности и стабильности работы фотоэлектронного умножителя, особенно при повышенных анодных токах.

В настоящее время наиболее широко распространена схема питания фотоэлектронных умножителей (ф.э.у.), содержащая источник высокого напряжения и делитель, с которого по-лучается питание на диноды ф.э.у. [1]. Для обеспечения работы э.у. в линейном режиме по этой системе требуется, чтобы ток, протекающий через делитель, был по крайней мере на порядок больше тока анода ф.э.у. Для достижения линейности рядка 1-2 % ток через делитель должен быть уже в 100-500 раз больше рабочего тока анода ф.э.у. Таким образом эта система питания обладает чрезвычайно низким к.п.д. и требует больших по габаритам и мощности источников питания.

Несоблюдение указанного выше условия может привести весьма существенным ошибкам в измерениях. При этом на начальном участке зависимости изменения коэффициента усиления среднего тока анода изменение (увеличение) коэффициента усиления ф.э.у. можно определить по формуле [2]:

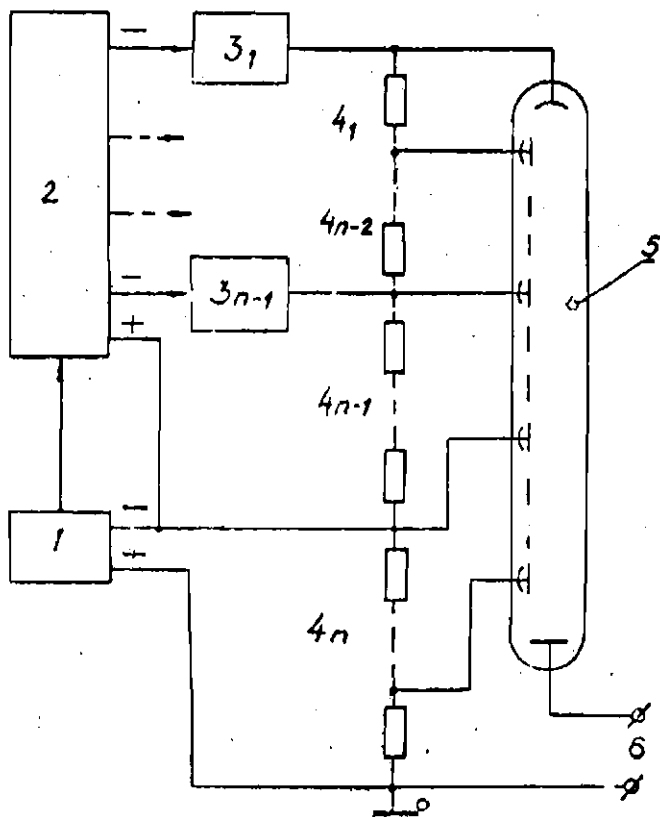
$$K(I_{cp}) = K_0 (1 + I_{cp} / I_0),$$

где $K(I_{cp})$ - коэффициент усиления ф.э.у. при среднем анодном токе, K_0 - начальный коэффициент усиления ф.э.у., I_0 - начальный ток делителя. Такое изменение обусловлено сниже-

и напряжения на последних диодах (в основном на промежуточный последний диод - анод) за счет кунтирующего эффекта тока между последними диодами и анодами и соответствующего выравнивания остальных междиодных потенциалов. При токе $I_{cp} > 0,1 I$ коэффициент усиления $K(I_{cp})$ перестает подчиняться приведенной выше формуле, линейность усиления резко ухудшается, что выражается в том, что $K(I_{cp})$ изменяется в несколько раз, причем как в большую, так и в меньшую сторону, а изменения имеют довольно сложный характер. К тому же при увеличении и уменьшении тока анода I_{cp} в изменениях $K(I_{cp})$ наблюдается гистерезис [3]. Таким образом изложенное, несомненно, следует учитывать при проектировании измерительных систем с ф.э.у. и источников питания для последних.

Кроме классической, известны и другие системы питания ф.э.у., в том числе и экономичные. Например, в системе питания [4] предлагается использовать источник среднего напряжения, конденсатор и умножитель напряжения с числом каскадов, равным числу междиодных промежутков ф.э.у. Известно, однако, что умножители напряжения хорошо работают только практически ненагруженными и уже при значительных потребляемых токах на выходах умножителя напряжения появляются недопустимо высокие пульсации с частотой накачки, которые вызывают ухудшение амплитудного разрешения ф.э.у.

Далее рассматривается система питания ф.э.у. (см.рис.1) в известной мере свободная от вышеупомянутых недостатков. Она характеризуется тем, что делитель напряжения разбит на секции, ближайшая к аноду секция питается от источника среднего напряжения, последующие секции через фильтры подключены к выходам источника высокого напряжения, причем выходные напряжения этого источника изменяются пропорционально изменениям напряжения источника среднего напряжения, а сам источник высокого напряжения включен последовательно с источником среднего напряжения. Предлагаемая система содержит (см.схему на рис.1) источник среднего напряжения 1, источник высокого напряжения 2, фильтры 3-3_n, делитель



Р и с.1. Структурная схема системы питания фотоэлектронного умножителя.

напряжения, состоящий из секций 4_1-4_n , фотоэлектронный умножитель 5. Выходной сигнал снимается с клемм 6.

Наибольший ток потребляет ближайший к аноду диод ф.э.у. В классической системе питания [1] номинальный ток через делитель определяется именно этим током. В предлагаемой системе питания ф.э.у. ток через делитель ближайшей к аноду секции 4 определяется из тех же соображений. Но, так как по сравнению с предыдущими каждая последующая диод в направ-

Если к фотокатоду потребляет в m раз меньший ток (m - коэффициент усиления каскада ф.э.у.), то номинальный ток делителя последующей секции может быть в m^K раз меньше. Если K - число каскадов умножения ф.э.у., питаемых предыдущей секцией, т.е. если для ближайшей к аноду секции 4_n номинальный ток делителя будет I_n , то для следующей секции 4_{n-1} ток будет уже

$$I_{n-1} = I_n / m^{K_1},$$

для секции 4_{n-2}

$$I_{n-2} = I_n / m^{K_1+K_2}$$

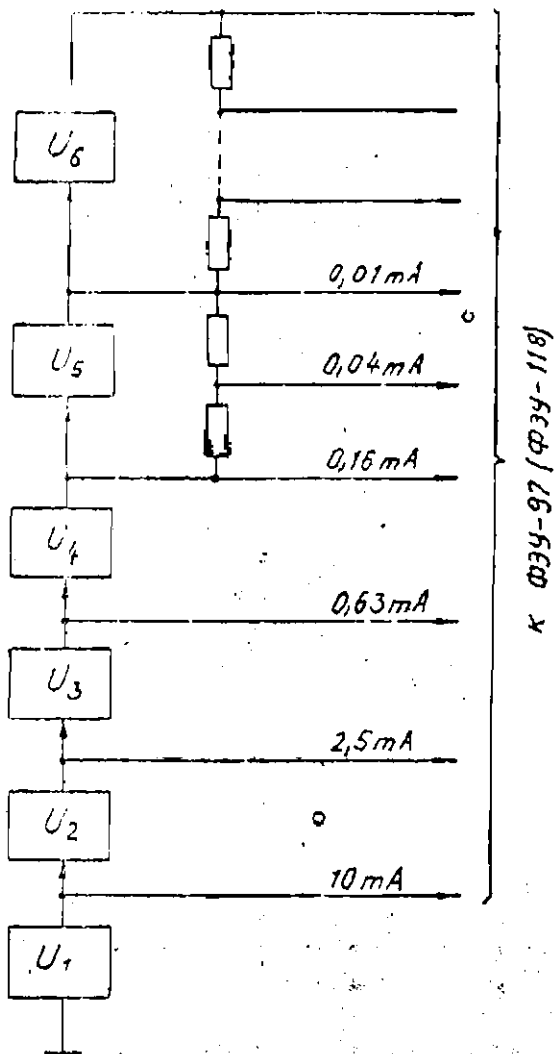
и для любой 4_{n-i} секции ток будет

$$I_{n-i} = I_n / m^{K_1+K_2+\dots+K_i} = I_n / m^i,$$

где $i = K_1 + K_2 + \dots + K_i$ - число каскадов умножения ф.э.у. на участке между анодом и данной секцией.

Ближайшая к аноду секция 4_n питается от стабилизированного источника среднего напряжения (50-300 В). Последующие секции 4_{n-1} -4 питаются от источника высокого напряжения 2, имеющего выходы промежуточного напряжения. Включение источника высокого напряжения последовательно с источником среднего напряжения позволяет уменьшить габариты и потребляемую мощность источника высокого напряжения. Фильтры 3_1 - 3_n предотвращают прохождение пульсаций и коммутационных помех с источника высокого напряжения к диодам ф.э.у. Изменение выходного напряжения источника высокого напряжения пропорционально изменению напряжений источника среднего напряжения обеспечивает возможность в широких пределах плавно изменять коэффициент усиления ф.э.у. за счет изменения общего напряжения, приложенного к ф.э.у.

Число секций делителя напряжения и число питаемых каждой секцией каскадов ф.э.у. определяются в каждом конкретном случае, исходя из типа ф.э.у. и его конкретного применения. При этом нужно принимать во внимание то, что большая часть мощности, потребляемой от источника среднего и источника высокого напряжения рассеивается на резисторах де-



Р и с. 2. Структурная схема источника питания для ФЭУ-97 (ФЭУ-118).

лителем напряжения, причем наибольшую мощность рассеивает делитель ближайших к аноду секций. Поэтому целесообразно в этих секциях делители напряжений исключить, т.е. и для секция должна питать по одному диоду ф.э.у.

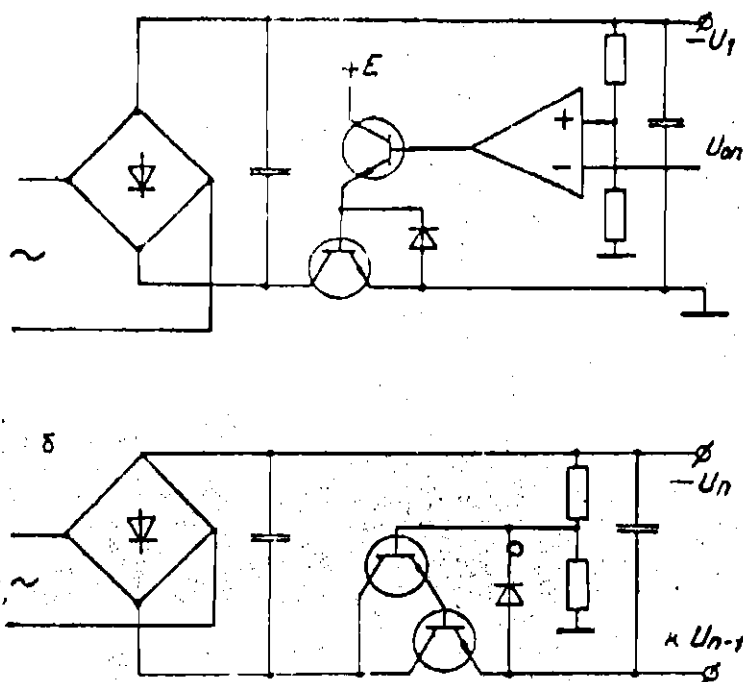
Основываясь на изложенных выше соображениях была создана конструкция источника питания для СГУ-97 (СГУ-118), работающего при $I_{cp} = 10$ мА и используемого в измерительной установке для регистрации наведенного поглощения, обусловленного накоплением радиационных дефектов в твердых телах под воздействием электронного пучка наносекундной длительности (см. рис.2).

Рассмотрим структурную схему этого источника питания. Четыре ближайших к аноду диода запитаны от отдельных секций, все остальные - от двух секций с резистивными делителями. Токи рассчитаны для случая $m = 4$.

Секция U_1 представляет собой линейный стабилизатор с эмиттерным эмиттером силового транзистора регулирующего элемента, что упрощает его согласование с низковольтным усилителем обратной связи (см.рис.3,а). Секции $U_2 - U_4$ выполнены в виде источников напряжения с эмиттерными повторителями в качестве регулирующего элемента (рис.3,б). Секция U_5 является преобразователем напряжения, который питается от эмиттера секции U_1 , а секция U_6 выполнена в виде умножителя напряжения преобразователя напряжения секции U_5 .

При таком исполнении источника для питания ф.э.у. вместе с делителями в секциях U_5 и U_6 требуется мощность менее 2 Вт (при общем выходном напряжении источника питания порядка 1600 В). Для классической системы питания при тех же условиях потребовалась бы мощность на 2-3 порядка больше.

Таким образом использование предлагаемой системы питания ф.э.у. позволяет во много раз уменьшить потребляемую от источников питания мощность, существенно уменьшить их габариты и вес при сохранении условий для работы ф.э.у. в линейном режиме и при высоком амплитудном размахе. Кроме того, предлагаемая система питания ф.э.у. предотвращает



Р и с. 3. Схема секции U_1 (а) и секции $U_2 - U_4$ (б) источника питания для ССУ-97 (ССУ-118).

излишний нагрев цоколя ф.э.у. делителем напряжения, что способствует повышению надежности и стабильности работы ф.э.у., уменьшению его темновых токов. Систему питания целесообразно использовать в тех случаях, когда предъявляются жесткие требования к потребляемой мощности, всеобъемлющим показателям и точности регистрируемой информации, например, в специальных измерительных установках, портативной аппаратуре и т.п.

Разработанной и практически изготовленный источник питания размещен в корпусе размером 90x180x260 мм. Там же размещено гнездо для ф.э.у., а снаружи прикреплен светозащитный колпак для размещения в нем ф.э.у.. Источник питается от сети 220 В и позволяет получать максимальное выходное напряжение (общее) 1800 В при анодном токе ф.э.у. 10 мА.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Анисимова И.И., Глуховский Б.М. Фотозлектронные умножители. М., 1974. 84 с.

2. Басиладзе С.Г., Иванов В.И. Питание фотозлектронного умножителя для работы с частотой 100 МГц. - Приборы и техн. эксперимента, 1976, № 3, с.175-178.

3. Кристиан А.А., Вейнберг Ю.К. Исследование некоторых характеристик ФЭУ-93 и ФЭУ-97. - В кн.: Опыт и методика изотопно-радиохимических исследований в Прибалтике и Белоруссии. Рига, 1975, с.33.

4. Акц. заявка № 2213585, ИКИ НОИ] 43/30, НОИ] 39/14 Франция.

Статья поступила 31 октября 1985 года.

МЕТОДИКА СОВМЕЩЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ И ЛУМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ MgO НА ДЛИННОВОЛНОВОМ КРАЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

З. А. Рачко

ИИИ физики твердого тела ЛГУ им. Петра Стучки

Описывается методика для измерений относительных спектров отражения в диапазоне от 7 до 8 эВ, легко осуществляемых на экспериментальных установках для исследования катодолуминесценции кристаллофосфоров при низких температурах в ВУФ-диапазоне спектра. В качестве источника излучения применяется собственная катодолуминесценция кристаллического $\alpha-Al_2O_3$ в полосе при 7,5 эВ. Методика применена для исследования экситонных явлений в длинноволновой области собственного поглощения кристаллов MgO , что позволило совместить измерения спектров люминесценции и отражения на одной установке в идентичных условиях. С использованием приведенной методики был исключен вклад систематических погрешностей спектральной размерности при относительных сопоставлениях спектров люминесценции и отражения, который создавался в случаях измерения этих спектров на разных установках.

Объяснения механизма краевой люминесценции экситонов в кристаллах MgO в ВУФ-интервале от 7,5 до 7,8 эВ главным образом базируются на фактах обнаружения корреляции спектров отражения и люминесценции [1-5]. Эти спектры имеют тонкую структуру, что выявляется при спектральном разрешении не хуже 10 мэВ. Для достоверного сопоставления экстремумов экспериментально снятых спектров отражения и люминесценции необходимо, во-первых, обеспечить приязку шкал спектральной размерности с точностью, не меньшей спектрального разрешения. Во-вторых, относительные погрешности измерения интенсивности излучения для каждого элемента спектра требуется свести до уровня, позволяющего надежно выделить структуру спектра. Но, как известно [1-5], спектры отражения и люминесценции сняты на разных установках без

БЕСПЛАТНО

622

В.С. Векслер, В.А. Дергачев, Л.Е. Кочаров, Э.И. Приеде,
А.А. Кристин, В.Я. Стелле, Я.А. Страуме

КОНЦЕНТРАЦИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ
ДРЕВЕСИНЫ ВОЗРАСТОМ БОЛЕЕ 10 ТЫС. ЛЕТ

Ленинград
1 9 7 9

V.S.Veksler, V.A.Datgachev, G.E.Kocharov, E.I.Priede,
A.A.Kristin, V.Ya.Stelle, Ya.A.Strahme

RADIOCARBON CONTENT IN TREE-RINGS WITH AGE MORE 10 THOUSAND
YEARS AGO

A B S T R A C T

The trunk of a tree with age more 10^3 years B.P. by radio-carbon method is analyzed. The variations of the carbon-14 activity are revealed. The possible reasons of such variations are considered.

© JUNE, 1979

Будет доложена на XI Ленинградском семинаре по космофизике

А н н о т а ц и я

Выявлены вариации активности радиоуглерода в кольцах ствола древесины возрастом более 10 тыс. лет назад. Рассматриваются возможные причины вариаций ¹⁴C.

Благодаря дендрохронологическим исследованиям, точная временная шкала годовичных колец в настоящее время достигла 8253 лет [1]. Измерения содержания радиоуглерода в дендрохронологически датированных кольцах охватывают немногим больше 7000 лет. К сожалению, после 7000 лет в непрерывном ряду годовичных колец имеется недостаточное количество древесины для изучения активности радиоуглерода в отдельных кольцах. В то же время для решения ряда проблем, связанных с исследованием природных процессов, чрезвычайно важно исследовать временной интервал после 7000 лет от современности.

Так, для выяснения природы долговременных изменений интенсивности космических лучей необходимо по возможности детально исследовать именно этот интервал, чтобы получить утвердительный ответ на ряд назревших вопросов: учесть возможный вклад корпускулярной компоненты от вспышек сверхновых и влияние геомагнитного поля на уровень содержания радиоуглерода, определить характеристики изменения геомагнитного поля и т.д. На необходимость исследования этого временного интервала указывалось в ряде работ [2, 3 и др.]. В качестве объекта исследований весьма перспективна законсервированная природой древесина, в частности, древесина дуба в прибрежных отложениях реки Нарве (Вилия) вблизи города Сиоргонь, или древесина сосны в торфяниках [4].

При разработке карьера "Ракань", расположенного в ~200 м от реки Менели к северо-востоку от населенного пункта Панолуне (Латвийская ССР) в левой 3-ей надпойменной террасе реки был извлечен ствол древесины сосны. Ствол имел диаметр ~40 см, древесина хорошо сохранилась. Предполагаемый возраст - поледниковый. Годичные кольца этой сосны были проанализированы радиоуглеродным методом.

Подготовка образцов к анализу - определение уровня активности радиоуглерода - проводилась по методике [5]. Счет радиоуглерода осуществлялся на одноканальной сцинтилляционной установке с

принципиальной стабилизацией по опорному световому излучению.

Для измерения концентрации ^{14}C в образцах использовалось извешивание образца 5 мг. В качестве фоновых образцов применялся промышленный бензол — диметилэтан чистый, выделенный из металлизированного натрия и окислявшийся в бензол, синтезированный из жемчужного угля. Длительность измерений составляла не менее 24 часов. Длительный образец чередовался с измерением фона и стандарта. Один раз в сутки проводилась калибровка положения счётного органа в спектре радиоуглерода по краю спектра ^{60}Co . После смены образца калибровка производится через 10 мин от момента выключения источника ^{60}Co .

Скорость счёта образца определяется выражением:

$$N_o = N_{o,\varphi} - \frac{N_{\varphi_1} + N_{\varphi_2}}{2}, \quad (1)$$

где

$$N_{o,\varphi} = \frac{N_{\Sigma o,\varphi}}{t_{\Sigma o,\varphi}}. \quad (2)$$

$N_{\Sigma o,\varphi}$ — суммарное кол-во сосчитанных импульсов,

$t_{\Sigma o,\varphi}$ — суммарное время измерения.

Статистическая ошибка при измерении скорости счёта образца вычисляется по формуле:

$$\Delta N_{o,\text{стат}} = \sqrt{\Delta N_{o,\varphi}^2 + \Delta N_{\varphi}^2}. \quad (3)$$

где

$$\Delta N_{o,\varphi} = \sqrt{N_{o,\varphi}} / t_{\Sigma o,\varphi}. \quad (4)$$

$$\Delta N_{\varphi} = \sqrt{N_{\varphi_1} + N_{\varphi_2}} / (t_{\varphi_1} + t_{\varphi_2}). \quad (5)$$

Отклонение содержания ^{14}C в образцах исследуемых образцов от соответствующего стандарта определяется из соотношения:

$$\delta^{14}\text{C} = \frac{N_o' - N_s}{N_s} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где N_o' — скорость счёта образца с учётом возрастной поправки:

$$N_o' = N_o e^{\lambda t}, \quad (7)$$

λ - постоянная распада, t - время, прошедшее между образованием из кольца и измерением активности.

Чтобы получить необходимое для наименьшей количества бензола, исходная навеска сделана из 5 смежных колец. Отсчёт колец ведётся по радиусу ствола к центру: k_1 - первый внешний групп из 5 колец, k_2 - второй групп из 5 колец и т.д., k_{11} - центр ствола.

Результаты измерений и соответствующим расчётам представлены в таблице и на рисунке.

Таблица

Содержание радиоуглерода в кольцах древесины и их возраст

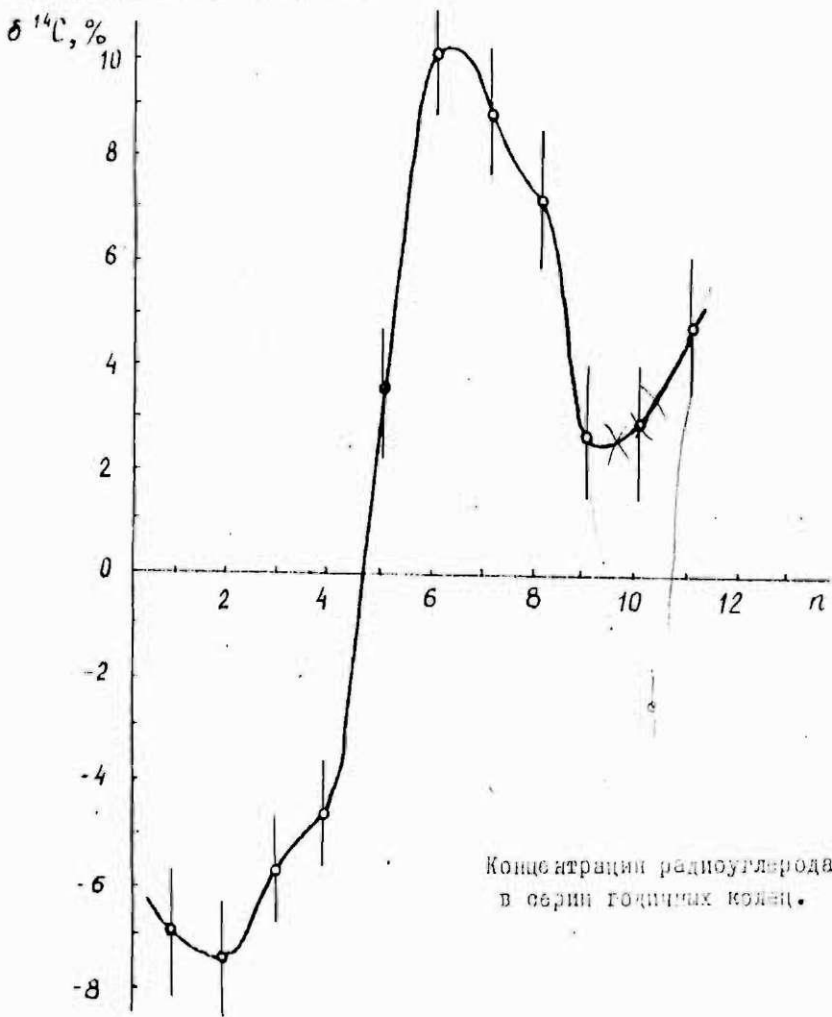
Число скорость счёта образца, N_0 , имп/мин	Статисти- ческая погрешность, σ	N_0'	$N_0' - N_0$	$\frac{N_0' - N_0}{N_0}$, %	$\delta^{14}C$, ‰	Возраст (лет) T
1,658	0,073	17,567	0,578	0,052	5,23	10640 \pm 170
1,150	0,080	15,617	-1,173	-0,069	-6,98	11650 \pm 190
4,122	0,074	17,521	-1,233	-0,075	-7,55	11840 \pm 180
4,197	0,069	15,813	-0,976	-0,058	-5,81	11760 \pm 170
1,233	0,054	15,354	-0,335	-0,049	-4,97	11500 \pm 150
4,614	0,072	17,105	0,616	0,037	3,66	10730 \pm 170
4,310	0,071	18,527	1,738	0,104	10,55	10280 \pm 180
4,846	0,075	18,304	1,515	0,090	9,02	10390 \pm 170
4,773	0,069	18,035	1,246	0,074	7,40	10510 \pm 165
4,465	0,074	16,885	0,096	0,006	0,57	11060 \pm 160
4,333	0,066	16,356	-0,331	-0,025	-2,45	11380 \pm 170
1,654	0,071	17,651	0,872	0,052	5,10	10698 \pm 175
						10520 \pm 190-P-1
						10830 \pm 170-P-2

Примечание: $N_0' = 0,950 N_0 e^{-\lambda t} = 16,789$.

Кроме того, был определен общий возраст ствола сосны, который в таблице обозначен P-1. Для этого измерилась концентрация ^{14}C в бензоле, синтезированном из древесины всего поперечного среза, а также концентрация радиоуглерода бензола, полученного из сосны

одинаковых количеств его, приготовленных из отдельных групп колец (K_0).

Полученные значения возраста в пределах статистической ошибки совпадают, а также совпадают со значениями возраста, измеренными на другой установке (Р-2).



Концентрации радиоуглерода в серии годовых колец.

Приведенные на рисунке данные наглядно подтверждают наличие вариаций в далеком прошлом: концентрация ^{14}C имеет колебания в несколько процентов. Несмотря на предварительность данных и отсутствие учета изотопного фракционирования радиоуглерода в кольцах, которые должны изменить амплитуду вариаций ^{14}C , можно сделать некоторые выводы.

Впервые измерено содержание ^{14}C в годовичных кольцах деревьев в районе десяти тысяч лет назад и обнаружена значительная вариация на короткой шкале времени (десятки лет). Характер этих вариаций свидетельствует в пользу импульсного механизма возрастания скорости образования ^{14}C в атмосфере Земли. Возможными источниками могут быть сильные солнечные вспышки или γ -компонента от взрыва близкой сверхновой звезды. Для выяснения истинных причин необходимо данный интервал пройти погодично. Представляет также большой интерес определение стабильных изотопов, таких, как дейтерий, ^{13}C , ^{18}O в этих же кольцах. Такие измерения позволят определить временной ход температуры в рассматриваемом временном интервале. Совместный анализ данных, полученных по радиоуглероду и стабильным изотопам, может обеспечить разделение эффектов, обусловленных космическими лучами и температурой. Такие исследования представляются особо интересными, учитывая, что изучаемый интервал времени охватывает эпоху перехода от послеледникового времени к позднеледниковому.

Л и т е р а т у р а

1. C.W. Fergusson. Proc. VIII Internat. Conf. on Radiocarbon Dating, Lower Hutt, Wellington, New Zealand, p.A.1, 1972.
2. В.А.Дергачев, Г.Э.Лочаров, С.А.Румянцев. Тр. Всес. совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Изд. Тбилисского университета, стр.11, 1970.
3. В.А.Дергачев, Г.Э.Лочаров. Тр. Ленинградского семинара по космохимии, Изд. ИГи АН СССР, стр.347, 1975.
4. Т.Т.Витинский, В.А.Дергачев, И.И.Кайрайтис. В сб. Дендроклиматология и радиоуглерод, "Райкс", Каунас, стр.69, 1972.
5. К.А.Арошанов. Тр. Всес. совещ. по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Изд. Тбил. университета, стр.37, 1970.

УДК 621.039.2

КОНЦЕНТРАЦИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В КОЛЬЦАХ ДРЕВЕСИНЫ
ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО ВОЗРАСТА

В.С.Веколер, Э.И.Преде, А.А.Кристин, И.А.Карпавичюс

А н н о т а ц и я

Выявлены крупные вариации содержания $I^{14}C$ в кольцах древесины позднелейстоценового возраста.

RADIOCARBON CONTENT IN TREE RINGS OF LATE PLEISTOCENE

V.S.Vekeler, E.I.Prede, A.A.Kristin, I.A.Karpavichus

A b s t r a c t

The significant variations of radiocarbon content in tree rings of late pleistocene are found.

КОНЦЕНТРАЦИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В КОЛЬЦАХ ДРЕВЕСИНЫ
ПОСЛЕДНЕЙСТОЩЕНОВОГО ВОЗРАСТА

В.С.Бекслер, Э.И.Преде, А.А.Кристин, И.А.Карпавичус

Измерения концентрации радиоуглерода с шагом 5 лет в серии годовичных колец ствола древесины сосны, произраставшей на территории Латвии более 10 тысяч лет назад, показали значительные вариации (до 20%) на короткой шкале времени (55 лет) /1/. Интервал времени более 10 тысяч лет не охватывается калибровочной кривой, построенной по измерению содержания радиоуглерода в дендрохронологически датированной древесине /2/.

Этот отрезок времени представляет интерес, так как характеризуется переходом от позднеледникового времени к послеледниковому. Поэтому нами были предприняты попытки поисков хорошо сохранившейся древней древесины в другом географическом районе. Такой ствол сосны, содержащий около 80 годовичных колец, был обнаружен в Прибайкалье, радиоуглеродный возраст которого оказался $11840 \pm \pm 250$ лет. Изучалась концентрация радиоуглерода в кольцах с шагом 2-3 года от центра ствола. Измеренные данные представлены в табл. а на рис. показаны кривые, характеризующие зависимость концентрации радиоуглерода и ширины колец от возраста.

Полученные результаты, как и в случае /1/, свидетельствуют о значительных вариациях радиоуглерода в прошлом, а ход кривых обнаруживает определенные зависимости между шириной годовичных колец и концентрацией радиоуглерода в них.

Таблица
Концентрация радиоуглерода в кольцах древесины и их возраст

№п/п	Номера колец	Ширина колец, мм	Скорость счета радиоуглерода ($\% \pm \Delta \%$), ип/мин	Радиоуглеродный возраст, лет
1	2	3	4	5
I	15	2,20	3,371 \pm 0,063	15970 \pm 170
	16	1,85		

I	2	3	4	5
2	17	1,90		
	18	1,95	4,040±0,069	14177±160
	19	1,60		
3	20	2,45		
	21	1,95	3,020±0,054	10875±140
4	23	1,80		
	24	1,50	4,433±0,065	13711±105
5	25	1,65		
	26	1,25	3,780±0,069	15025±167
6	27	1,30		
	28	1,45	4,502±0,073	13581±170
	29	1,30		
7	30	1,55		
	31	1,15	4,554±0,077	13488±170
8	32	1,00		
	33	0,86	4,060±0,061	14436±160
9	34	0,96		
	35	0,75	4,722±0,080	13189±160
	36	1,00		
10	37	0,80		
	38	0,93	4,358±0,062	13031±140
	39	0,95		
11	42	1,55		
	43	1,05	4,702±0,080	13224±122
12	44	1,15		
	45	1,15	4,775±0,048	13007±130

I	2	3	4	5
13	46	1,10	4,674±0,075	13274±170
	47	0,88		
14	48	0,85	4,201±0,064	11144±161
	49	1,20		
15	50	0,85	3,578±0,047	15479±148
	51	0,75		
16	52	0,75	4,653±0,052	13311±134
	53	0,95		
17	54	0,85	4,383±0,072	13399±170
	55	0,25		
	56	0,55		
18	57	0,75	4,572±0,049	13495±134
	58	1,15		
19	59	0,48	4,497±0,061	13592±140
	60	0,90		
20	61	0,95	5,042±0,069	12648±150
	62	0,25		
	63	0,50		
21	64	0,95	5,974±0,062	11248±108
	78			

Примечание: Скорость счёта образца (N_0) определялась за вычетом среднего значения фона, полученного из значений до и после измерения: $\Delta N_0 = \sqrt{\Delta N_{0,\phi}^2 + \Delta N_{\phi}^2}$,
 где $\Delta N_0 = \sqrt{N_{\phi} + N_0} / (t_{\phi_1} + t_{\phi_2})$, $\Delta N_{0,\phi} = \sqrt{N_{0,\phi}} / t_{10,\phi}$,
 t - времени измерений соответствующих образцов.

Всероссийское морское научно-производственное
объединение по инженерной геологии
"Союзморинжгеология"

Геологический институт АН СССР

Научно-исследовательский институт географии
Ленинградского государственного университета
им. А.А. Жданова

Институт геологии АН ЭССР

Научно-исследовательский институт прикладной
физики при Иркутском государственном
университете им. А.А. Жданова



СВИДЕТЕЛЬСТВО
НА
СТАНДАРТНЫЙ
ОБРАЗЕЦ

УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

УГЛЕРОДА
(АРУ-І)
ГСО 3612 - 87



Рига 1987

ВМНПО "Совзморинжгеология"	к.ф.-м.н.	В.С.Векслер А.А.Кристин
Институт географии АН СССР	к.х.н.	А.Е.Черкинский В.М.Алифанов
Уральский пединститут Ордена Ленина физико- технический институт АН СССР им. А.Ф.Иоффе	к.ф.-м.н.	Б.П.Шахов А.А.Харченко
Институт органического синтеза АН Латв.ССР	к.х.н.	Берзиньш
Тбилисский госуниверситет	к.ф.-м.н.	С.Л.Церетели З.Тагаури

Всесоюзное морское научно-производственное объединение по
инженерной геологии "Совморинжгеология"

Геологический институт АН СССР
Научно-исследовательский институт географии Ленинградского
государственного университета им. А. А. Жданова

Институт геологии АН ЭССР
Научно-исследовательский институт прикладной физики при
Иркутском государственном университете им. А. А. Жданова

С В И Д Е Т Е Л Ь С Т В О
на
СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЦ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УГЛЕРОДА
(АРУ-1)
ГСО 3612-87

Рига 1967

СВИДЕТЕЛЬСТВО
на
СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УГЛЕРОДА
(АРУ-1)
ГСО 3612-87

Подписано в печать 4.06.87. Формат 60x84/16. Бумага писчая.
Уч.-изд.л. 0,35. Печ.л. 0,5. Тираж 2000 экз. Заказ № 130. Бесплатно.

Изготовлено на роталпринте ВНИИмаргео. Адрес: 229002, пос. Бабите Рижского
у.н., ул. Смилду, 22.

ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТ

1. Научные руководители: к.ф.-м.н. В.С.Векслер
к.ф.-м.н. Л.А.Берковиц
к.х.н. Х.А.Арсланов
д.г.н. Я.-М.К.Пулининг
Л.Д.Сулержицкий
2. Ответственный исполнитель: к.ф.-м.н. В.С.Векслер
3. Исполнитель по подготовке материалов СО:
Л.Д.Сулержицкий
4. Исполнители по подготовке образцов сравнения:
д.б.н. Г.Г.Битвинскас
Т.В.Тертычная
5. Исполнитель по статистической обработке данных
межлабораторного эксперимента и аттестации СО:
к.ф.-м.н. Л.А.Берковиц
В.К.Прохоров
6. Председатель экспертно-технического совета:
д.ф.-м.н.
профессор Г.Е.Кочаров
7. Метрологическая экспертиза проведена в ВНИИМСО
к.х.н. Д.П.Налобин

УЧАСТНИКИ АТТЕСТАЦИОННЫХ АНАЛИЗОВ

- Институт геологии АН ЭССР к.ф.-м.н. Р.А.Рямяе
Научно-исследовательский институт
географии ЛГУ им. А.А.Жданова
к.ф.-м.н. С.Б.Чернов

Для обеспечения единства измерений радиоуглерода при определении абсолютного возраста проб значение активности ^{14}C соответствует пятикратной активности современного углерода, отнесенного к 1950 г.

4. Требования безопасности

Требования безопасности совпадают с общепринятыми требованиями при работе с органическими легколетучими растворителями.

Всесоюзное морское научно-производственное
объединение по инженерной геологии
"Союзморинжгеология"

Геологический институт АН СССР

Научно-исследовательский институт географии
Ленинградского государственного университета
им. А.А.Жданова

Институт геологии АН ЭССР

Научно-исследовательский институт прикладной
физики при Иркутском государственном
университете им.А.А.Жданова

С В И Д Е Т Е Л Ъ С Т В О

на стандартный образец удельной активности
углерода (АРУ-1)

ГСО 3612-87

1. Назначение: стандартный образец предназначен для измерения удельной активности углерода методами сравнения.

2. Аттестуемая характеристика: удельная ϕ - активность - 1129 Бк/кг.

Абсолютное значение погрешности определения удельной ϕ - активности при доверительной вероятности 0.95 не превышает 15 Бк/кг.

3. Документ, определяющий порядок и условия применения стандартного образца: инструкция по применению стандартного образца (обязательное приложение I).

4. Условия хранения и транспортирования: стандартный образец должен храниться в герметичной стеклянной таре, предохраняющей его от воздействия химических веществ и влаги. Условия транспортирования не оговариваются.

5. Срок действия: 10 лет.

6. Дата выпуска: декабрь 1986 г.

Генеральный директор Всесоюзного
морского научно-производственного
объединения по инженерной геологии
ВМПО "Союзморинжгеология"

Романов В.У.

Директор геологического
института АН СССР

Тимофеев П.И.

Директор Института геологии
АН СССР

Кальо Д.Л.

Директор научно-исследовательского
института географии Ленинградского
государственного университета
им. А.А.Жданова

Чистонаев А.И.

Директор научно-исследовательского
института прикладной физики при
Иркутском государственном универси-
тете им. А.А.Жданова

Парфианович И.А.

Стандартный образец активности углерода (АРУ-1) утверж-
ден Госстандартом и внесен в Государственный реестр средств
измерений, прошедших государственные испытания (раздел "Стан-
дартные образцы").

Зам. директора ВНИИМСО

Леснов В.Э.

И Н С Т Р У К Ц И Я

по применению стандартного образца
удельной активности углерода (APУ-I)

1. Общие указания

Инструкция устанавливает порядок и условия применения стандартного образца (СО).

СО предназначен для измерения удельной активности углерода методами сравнения.

СО годен к применению при условии сохранности герметичности упаковки и наличия на ней этикетки.

2. Подготовка к применению

Материал СО не требует дополнительной подготовки кроме предусмотренной методикой выполнения измерения. При сцинтилляционном варианте определения удельной β - активности углерода в пробах к СО вводятся сцинтилляционные добавки, аналогичные добавкам, вводимым к анализируемым пробам. При газовом варианте определения удельной β - активности углерода в пробах СО переводится в тот же газ, что и анализируемая проба.

3. Условия и порядок применения

Измерение СО следует проводить в тех же условиях и по той же методике, что и анализ исследуемых проб. Метод определения удельной активности углерода основан на сравнении количества сосчитанных импульсов от измеряемой пробы N_0 и от СО N_3 в единицу времени. Удельная активность измеряемой пробы A_0 определяется по формуле, Бк/кг

$$A_0 = 1129 \frac{N_0}{N_3}$$