

З.А. ХРУСТАЛЕВА, С. В. ПАРФЕНОВ

ЭЛЕКТРЛІК ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ӨЛШЕУЛЕР ЕСЕПТЕР, СҰРАҚТАР, ЖАТТЫҒУЛАР

*Кәсіби білім беру және сараптамалық кеңесі
кәсіби орта білім беру бағдармаларын іске асыратын білім беру
мекемелерінің оқу процесінде қолдануға арналған
оқу құралы ретінде ұсынған.*

4-басылым, стереотипті



**Мәскеу
«Академия» баспа орталығы
2016**

ӘОЖ 621.396.6(075.32)
КБЖ31.221ші723
Х955

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТКББ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру бойынша қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды.

Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір берушілер:

АЖРК КОБ МБМ директорының орынбасары - *В.П.Петров*;
Мәскеу ғарыштық аспап жасау техникумының БТТ 14 разрядының
жоғары біліктілікті оқытушысы - *Н.Т.Казулин*.

Хрусталева З.А.

Х955 Электрлік және электрондық өлшеулер есептер, сұрақтар, жаттығулар: кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған оқу құралы /З.А. Хрусталева, С. В. Парфенов. — 4-басылым, стер. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2016. — 176 б. ISBN 978-601-333-067-9 (каз.) ISBN 978-5-4468-2886-9 (рус.)

Оқу құралы «Электроника, радиотехника және байланыс жүйелері» мамандығының топтары үшін «Электрорадио өлшеулер» жалпы кәсіби пәнін оқытуда қолданылуы мүмкін.

Аспаптардың беткі жағының суреті бойынша оның негізгі метрологиялық сипаттамаларын (өлшеу, қателігін, диапазон жиілігін, параметрлерді өлшеу диапазонын) анықтау дағдыларын қалыптастыруға жәрдемдесетін өлшеу аспаптары туралы қысқаша теориялық мәліметтер мен анықтамалық материалдар берілген. Есептерді шешу мысалдары қарастырылған және өздігімен орындауға арналған жауаптары бар есептер келтірілген.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.396.6(075.32)
КБЖ 31.221ші723

ISBN 978-601-333-067-9 (каз.)
ISBN 978-5-4468-2886-9 (рус.)

© Хрусталева З.А., Парфенов С. В., 2009
© «Академия» оқыту-баспа орталығы, 2013
© Безендіру. «Академия» баспа орталығы, 2013

Оқу құралы электрлік және электрондық өлшеулер курстарының қолданыстағы болжалды бағдарламалары негізінде құралған. Білікті мамандарды даярлау сапасын жоғарылату мақсатындағы кәсіби мектептер реформаларының талаптарына сәйкес осы курс пәндері бойынша тапсырмалар, сұрақтар мен жаттығулар жинағын құрудағы алғашқы талпыныс болып табылады.

Кітапта жиналған және жүйеленген материал Мәскеу ғарыштық аспап жасау техникумында «Электрорадио өлшеулер», «Электротехникалық өлшеулер», «Өлшеу техникасы» және «Электрлік өлшеулер» атты жалпы кәсіби пәндерді оқытудағы көп жылдық тәжірибенің нәтижесі болып табылады.

Мамандықты меңгеру үшін тек белгілі бір теориялық білімдерді игеріп қана қоймай, сонымен қатар оны белгілі бір өлшеу аспабын таңдаумен байланысты нақты тапсырмаларды шешу арқылы тәжірибеде қолдануды үйрену керек. Сондай-ақ, негізгі метрологиялық сипаттамаларды анықтай білу де маңызды. Осыған сәйкес өлшеу тапсырмаларын барынша аз қателікпен шешу үшін аспаптың мүмкіндіктерін меңгеру қажет. Сондықтан авторлар осы оқу құралында студенттердің оқу процесінде де, одан кейінгі кәсіби қызметінде де кездесетін нақты метрологиялық тапсырмаларды барынша көп беруге тырысты.

Тапсырмалармен жұмыс істеуді жеңілдету мақсатында оқу құралындағы әр тараудың басында жұмысқа қажетті қысқаша теориялық мәліметтер берілген. Қосымшаларда талап етілетін анықтамалық деректер бар. Сондай-ақ, ауқымды көрнекі материалдар ұсынылған.

Ұқсас тапсырмаларды орындау үлгілері қарастырылған, өздігімен орындауға арналған тапсырмалар, жаттығулар мен сұрақтар келтірілген және олардың жауабы берілген.

Тапсырмаларды орындау студенттерге электрлік және электрондық өлшеулер бойынша қажетті білім алуға, сонымен бірге бағдарламалық материалды терең және жан-жақты меңгеруге жәрдемдеседі. Келтірілген тапсырмалардың көп түрлілігі студенттерге мамандықтың ерекшелігін түйсінуге жол ашады.

Студенттер ұқсас тапсырмалармен өздігімен жұмыс істеген кезде жұмысын жеңілдету мақсатында авторлар әр жаңа тапсырмаға егжей-тегжейлі шешім мен сәйкес түсіндірме беруге тырысты.

Оқу құралында өлшем бірліктерінің белгіленуіне ерекше назар аудару керек. Қарастырылған отандық аспаптардың беткі жағында өндірушілер халықаралық белгілерді қолданған, ал материал баяндалған мәтінде Ресейде қалыптасқан тәжірибе бойынша орысша белгілер қолданылған. Халықаралық және орысша белгілердің сәйкестігі 1 және 2 қосымшаларда көрсетілген.

ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР

C	— бөлік құны (аспаптың тұрақтысы)
S	— аспаптың сезгіштігі g
$A_{A,V}$ $K_{ш}$	— амперметр, вольтметрдің ішкі кедергісі — көпшекті аспаптағы шкаланың қайта есептелген коэффициенті
A	— өлшенетін шаманың нақты мәні (жұмыс аспабының көрсеткіші)
$A_{и}$	— өлшенетін шаманың ақиқат мәні (үлгілік аспаптың көрсеткіші)
$A_{ном}$ A_{max} A_{min} P_V P_A I_V U_A v	— номиналды мән — өлшенетін сипаттаманың ең үлкен мәні — өлшенетін сипаттаманың ең кіші мәні — вольтметрде қолданылатын қуат — амперметрде қолданылатын қуат — вольтметрде қолданылатын ток — амперметрде кернеудің төмендеуі — өлшеу дәлдігі
A	— абсолютті қателік
u_d $u_{пр}$ $k_1, k_2, ..., k_n$	— өлшеудің салыстырмалы нақты қателігі — салыстырмалы келтірілген қателік (дәлдік класы) — дәреже көрсеткіштері
c	— түзету
R	— резистордың кедергісі
W_C W_L C	— конденсатор жинаған энергия — индуктивтілік катушкасы жинаған энергия — конденсатордың сыйымдылығы
L	— катушканың индуктивтілігі
f	— жоғары (салмақ түсетін) жиілік
F	— төмен жиілік индикатор көрсетіштерін нөлге қою калибрлеу

β	— транзистерлерді күшейту коэффициенті
D_I D_U $D_{(F)}$ $R_{y\phi-I}$	— ток күшін өлшеу диапазоны — кернеуді өлшеу диапазоны — жиілікті өлшеу диапазоны — үздіксіз ток бойынша үлесті кедергі (мультиметрде төлқұжатта белгіленеді)
$R_{y\phi-I}$ r_x УДБ	— ауыспалы ток бойынша үлесті кедергі — резистордың өлшенетін кедергісі — децибелмен өлшенетін кернеу
C_x	— осцилографтың масштабты торының бір көлденең бөлігінің құны
C_y	— осцилографтың масштабты торының бір тік бөлігінің құны
S_x S_y A_r A_b n_x	— X арнасы бойынша осциллографтың сезгіштігі — Y арнасы бойынша осциллографтың сезгіштігі — көлденең сигнал параметрінің мәні — тігінен сигнал параметрінің мәні — осцилографтың масштабты торының көлденең бөлігі бойынша параметрінің сызықтық өлшемі
n_Y	— осцилографтың масштабты торының тік бөлігі бойынша параметрінің сызықтық өлшемі
$A_U(K_U)$ I^{10} U^1	— кернеу бойынша күшейту коэффициенті — логикалық нөлдің деңгейі (нөлдегі кернеудің мәні) — логикалық бірліктің деңгейі (бірліктегі кернеудің мәні)
$h_{216} (h_{213})$	— жалпы базалы (жалпы эмитті) схемадағы тоқты жеткізу коэффициенті
$I_{к60} (I_{CBO})$	— коллектордың кері тоғы (негізгі емес тасымалдау-шылар тоғы)
U_F $I_{обp}$ $U_{ст}$ h_{22} $f_{гр}$ $U_{01} (U_{02})$	— тікелей кернеу — кері кернеу — ұрақтандыру кернеуі — шығу өткізгіштігі — шектік жиілік — микросұлбаның бірінші (екінші) шығарылымындағы шығу кернеуі
$U_{10} (U_{cm})$ $I_{пот}$ $I_{BX}(I_1, I^2)$ $U_{и,п} - U_r - U$	— жылжыту кернеуі — тұтыну тоғы — кірмелі ток (түзуде - 1 жәнетерістейтін – 2 кіруде) — қуат көзінің кернеуі кернеудің амплитудалық мәні мінсіз кернеу синусының орташа квадраттық мәні

1 Тарау

МЕТРОЛОГИЯ БОЙЫНША НЕГІЗГІ МӘЛІМЕТТЕР

Түрлі белгілері бойынша ұқсас аспаптар шкалаларының классификациясын қарастырайық.

1. Бірқалыпты (сызықтық) және бірқалыпты емес шкала деп бөлінеді.

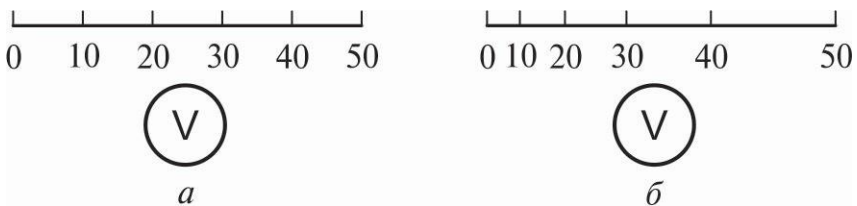
Бірқалыпты деп тұрақты ұзындығы мен бөлік құны бар аспаптың шкаласын айтады (1.1, а сурет). Бірқалыпты шкала тек магниттік-электрлік жүйенің аспаптарында қолданылады.

Бірқалыпты емес деп тұрақсыз ұзындығы мен бөлік құны бар аспаптың шкаласын айтады (1.1, б сурет). Бірқалыпты емес шкала түзетуші, термоэлектрлік, электромагниттік, электродинамикалық, ферродинамикалық және электростатикалық жүйелерде қолданылады.

2. Шкалалар тура және кері шкала болып ажыратылады.

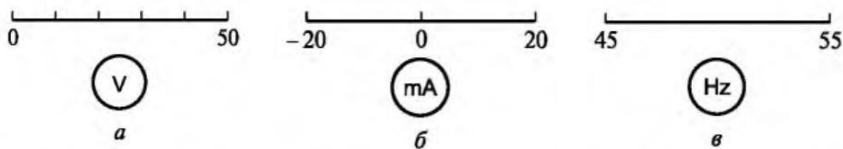
Тура шкала сол жақтан оң жаққа қарай градуирленеді, яғни тура шкалада нөл сол жағында орналасқан (1.2 а сурет). Бұл аналогтық аспаптарда ең жиі кездесетін шкала.

Кері шкала оң жақтан сол жаққа қарай градуирленеді, яғни кері шкалада нөл оң жақта орналасқан (1.2 б сурет). Мұндай шкала аналогтық мультиметрлерде резистр кедергісінің мәні мен конденсаторлардың сыйымдылығын есептеуде қолданылады.



1.1 сурет. Аспаптардың бірқалыпты (а) және бірқалыпты емес (б) шкалаларының үлгілері





1.3 сурет. Аспаптардың біржақты (а), екі жақты (б) және нөлсіз (в) шкалалардың үлгілері.

3. Шкалада нөлдің орналасу орны мен индикатор тілінің ауытқу бағыты бойынша *біржақты* және *екіжақты* шкалаларға бөлінеді. Сонымен қатар *нөлсіз* шкала да бар.

Өлшеу кезінде біржақты шкала қолданылғанда (ең кең таралғаны) индикатордың тілі нөлден бір жаққа ғана ауытқиды (1.3, а сурет).

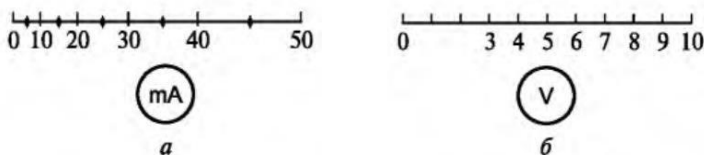
Өлшеу кезінде екіжақты шкала қолданылғанда индикатордың тілі нөлден оңға да, солға да ауытқуы мүмкін. Бұл ретте егер индикатордың тілі нөлден солға қарай ауытқыса, аспап өлшенетін шаманың кері мәндерін көрсетеді. Ал оңға қарай ауытқыса, жұп мәндері көрсетіледі. (1.3, б сурет). Мұндай шкалалар гальваномертлерде және аналогтық әмбебап өлшеу көпірлерінде кездеседі.

Индикатордың нөлсіз шкаласында нөлдік мән болмайды. Мұндай шкала жиілікті, импульстердің ұзақтығын, уақытша қозғалысты анықтау үшін генераторларда және электромеханикалық жиілік өлшеу аспаптарында қолданылады (1.3, в сурет).

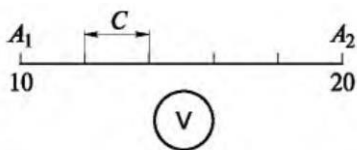
Аналогтық аспаптың шкаласында аталған аспап көрсеткіштерінің қателігі берілген дәлдік класынан шықпайтын шектегі шкаланың бөлігі ретіндегі жұмыс аймағы болады.

Мысалға, 1.4, а суретте көрсетілген миллиамперметрдің шкаласы үшін 10-нан 50 мА-ға дейінгі аймақ жұмыс аймағы болып табылады. Сондай-ақ, егер аспап біршекті болса ол өлшеу диапазонын да анықтайды.

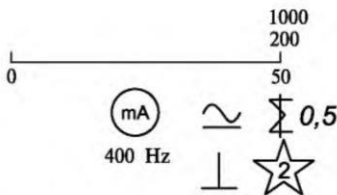
1.4, б суретте көрсетілген вольтметрдің шкаласы үшін 3-тен 10 В-қа дейінгі аймақ жұмыс аймағы болып табылады.



1.4 сурет. Жұмыс аймағы әртүрлі аспап шкалаларының үлгілері (а, б)



1.5 сурет. Вольтметр шкаласының бөлік суреті



1.6 сурет. Миллиамперметр шкаласының бөлік суреті

Басқаша айтсақ, әзірлеуші-зауыт индикатордың бірінші цифрландырылған шкала бөлігінен бастап аспаптың аталған дәлдік класына кепілдік береді.

Шкала бөлігі — бұл көршілес екі белгілер арасындағы аралық (1.5 сурет).

Бөлік құны (аспаптың тұрақтысы)— бір шкала бөлігіне кететін өлшенетін шаманың бірліктер саны:

$$C = \frac{A_2 - A_1}{n}$$

Мысалға, 1.5 суретте шкала бөлігінің құны

$$C = \frac{(20 - 10) \text{ мА}}{5} = 2 \text{ мА/бөл.}$$

Бірқалыпты емес шкаланың бөлік құны екі көршілес цифрландырылған бөліктер арасындағы аймақта (тек басында емес) анықталады.

Сезгіштік — бұл өлшенетін шама бірлігіне келетін шкала бөліктерінің саны, яғни бұл бөлік құнына кері шама:

$$S = \frac{1}{C} = \frac{n}{A_2 - A_1} = \frac{1}{2 \text{ мА/бөл.}} = 0,5 \text{ бөл./мА.}$$

Көпшекті аспаптың сезгіштігі оның ең кіші өлшеу шегімен анықталады.

Шкала коэффициенті ($X_{ш}$) — бұл градуирленген шкала өлшемдерінің қолданылатын және бастапқы екі диапазонының шекті мәндерінің қатынасы.

Біршекті аспаптарда шкала коэффициенті үнемі бірге тең болады, ал көпшекті аспаптарда әр өлшеу шегінің өз мәні болады.

Мысалға, 50; 200; 1 000 мА шектері бар үшшекті миллиамперметрде (1.6 сурет) аспаптың шкаласы бір шек үшін — 50 мА-ге градуирленген, бірақ ол тоқты өлшеуде және сол мәнді тиісті $K_{ш}$ -ге көбейту арқылы аталған шектердің қалғандарына да қолданылады.

Аталған жағдайда $I_{\text{НОМ}} = 200 \text{ мА}$ шкаласы үшін коэффициент

$$K_{\text{ш}} = \frac{200 \text{ мА}}{50 \text{ мА}} = 4, \text{ ал } I_{\text{НОМ}} = 1000 \text{ мА} \text{ шкаласы үшін коэффициент } K_{\text{ш}} = \frac{1000 \text{ мА}}{50 \text{ мА}} = 20.$$

Шкаланың номиналды мәні мына формула бойынша анықталады:

$$A_{\text{НОМ}} = A_{\text{max}} - A_{\text{min}},$$

Мұндағы A_{max} — аспап шкаласының жоғарғы шегі; A_{min} — аспап шкаласының төменгі шегі.

Біржақты шкаласы бар аспаптарда $A_{\text{НОМ}} = A_{\text{max}}$, яғни 1.3, а суретте $A_{\text{НОМ}} = 50 \text{ В}$.

Екіжақты шкаласы бар аспаптарда $A_{\text{НОМ}} = A_{\text{max}} - (-A_{\text{min}}) = 2A_{\text{max}}$, яғни 1.3, б суретте $A_{\text{НОМ}} = 40 \text{ мА}$.

Нөлсіз шкаласы бар аспаптарда $A_{\text{НОМ}} = A_{\text{max}} - A_{\text{min}}$, яғни 1.3, в суретте $A_{\text{НОМ}} = 10 \text{ Гц}$.

Өлшеу кезінде аспаптарды дұрыс пайдалану үшін, яғни өлшеу барысында барынша аз қате жіберу үшін аспаптарды қолданудың жиілік диапазонын ескеру қажет: үздіксіз ток, ауыспалы ток және әмбебап тізбекке арналған аспаптарды бір-бірінен ажырату керек.

Үздіксіз ток тізбегіне арналған аспаптарда жиілік нөлге тең, ал ауыспалы токтың және әмбебап электромеханикалық аспаптардың жиілік диапазоны әдетте шкалаларында және төлқұжаттарында белгіленеді. Мысалға, 1.6 суретте көрсетілген миллиамперметрді қолданудың жиілік диапазоны 0-ден 400 Гц-ке дейін.

Аспаптың (амперметр, вольтметр) *ішкі кедергісі* әдетте төлқұжаттың беткі жағында тікелей немесе жанама түрде белгіленеді. Амперметрлерге төмен ішкі кедергі тән — r_A , ал вольтметрлерге үлкен ішкі кедергі тән — r_V .

Жұмсайтын қуат вольтметрлер үшін $P_V = \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{r_V}$ формуласы бойынша, ал амперметрлер үшін $P_A = I_{\text{НОМ}}^2 r_A$ формуласы бойынша анықталады.

Вольтметр жұмсайтын ток $I_V = U_{\text{НОМ}} / r_V$, ал *амперметрдегі кернеудің түсуі* $U_A = I_{\text{НОМ}} r_A$.

Аспаптың жұмыс істеу күйі тіке, көлденең немесе көлбеу болуы мүмкін (көлбеу бұрышы белгіленеді). Аспаптың жұмыс істеу күйін белгілеу үшін шкалаға жазылатын белгілер 4 қосымшада ұсынылған. Егер шкалада сәйкес белгі болмаса, демек аспап кез келген күйде жұмыс істей алады.

Шкаланың қадамы — бұл аспаптың шкаласындағы цифрландырылған көршілес екі бөліктің арасындағы интервал. Мысалға, егер индикатордың шкаласында 0, 10, 20, 30, 40, 50 бөліктері цифрландырылса, онда шкаланың қадамы 10-ға тең.

Тоқтың түрі аспаптың шкаласында келесідей белгілердің көмегімен белгіленеді: «-» — аспап тек үздіксіз тоқ тізбектерінде ғана жұмыс істеуге арналған, «~» — ауыспалы тоқ тізбегіне арналған аспаптар, « $\surd$ » — әмбебап.

Өлшенген шаманың нақты мәні A — бұл жұмыс аспабының көмегімен алынған мән.

Өлшенген шаманың ақиқат мәні $A_{\text{н}}$ — бұл үлгілік аспаптың көмегімен алынған мән (белгілі бір шамасы бар).

Үлгілік аспапқа қойылатын негізгі талаптар мыналар: оның өлшеу қателігі жұмыс аспабының өлшеу қателігінен шамамен бір-екі мәнге төмен болуы керек. Алайда аспаптың өлшеу қателігі мен оның құны арасында тікелей байланыс бар, яғни қателігі 100 есе төмен аспап сәйкесінше 100 есе қымбат тұрады. Осыған орай, үлгілік аспаптарды жаппай өлшеу жүргізуде қолдану экономикалық тұрғыдан жөнсіз, сондықтан оқу орындарының зертханаларында және өндірісте көбінесе жұмыс аспаптары қолданылады. Ал үлгілік аспаптар әдетте жұмыс аспаптарын тексеру үшін қолданылады.

Тапсырмаларды шешуде білуге қажетті өлшеудің еселік, үлестік және негізгі бірліктері арасындағы қатынастар 2 қосымшада келтірілген.

ӨЛШЕУ ҚАТЕЛІКТЕРІ

2.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Қателік деп деп өлшеу нәтижесінің өлшенетін шаманың ақиқат мәнінен ауытқуын айтады.

Электрорадио өлшеулерде қателіктердің бірнеше түрі бар, оларды *негізгі және қосымша* деп екі үлкен топқа бөлуге болады.

Негізгі қателік өлшеу аспабының қалыпты жұмыс жағдайларында, яғни белгілі бір температурада, қоршаған ортаның ылғалдылығында, қысымы, жиілігі, пішіні және қуат беретін кернеу мәнінде. Сондай-ақ оның жұмыс істеу күйінде (электромеханикалық аспаптар үшін) анықталады.

Қосымша қателік өлшеу нәтижесіне әсер ететін шамалар қалыпты мәндерден ауытқыған кезде пайда болады.

Өлшеу аспаптарының қалыпты жұмыс жағдайлары мыналар:

- температура $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- салыстырмалы ылғалдылық $(60 \pm 15) \%$;
- атмосфералық қысым $(750 \pm 30) \text{ мм}$;

Жұмыс істеу кезінде ауыспалы тоқ тізбегіндегі аспаптың қуаты қалыпты мәннен $(50 \pm 1) \text{ Гц}$ жиілік жағдайында $\pm 10\%$ (198-242 В)-данартық емес болуы керек.

Негізгі қателік өз ішінде жүйелік және кездейсоқ қатеден тұрады.

Жүйелік қателік бір шаманы бір құралмен қайталап өлшеуде тұрақты болып қалады немесе белгілі бір заңдылық бойынша өзгеріп отырады. Оны анықтау оңай және өлшеу нәтижесінен алынып тасталуы мүмкін.

Жүйелік қателіктерді азайту бойынша практикалық ұсыныстар келтірейік:

- аналогтық электромеханикалық аспаптарда индикатордың тілін нөлге алдын-ала (өлшеу жүргізбестен бұрын) қою. Ол индикатордың төменгі бөлігіндегі ойма кілтекке шығарылған механикалық корректормен жасалады. Ал цифрлық және аналогтық электрондық аспаптарда оның беткі жағына шығарылған

және де ►О[^] белгісімен немесе «Уст.О» жазуымен белгіленген арнайы реттеуші потенциометрмен жасалады. Оның үстіне механикалық түрде нөлге қою аспап қуаттан ажыратылған кезде іске асырылады. Ал электрондық қуат көзіне қосылған аспапта және ықшамдалған кірісте жасалады;

- аспапты алдын-ала (өлшеуден бұрын) калибрлеу. Реттеуші потенциометр әдетте тек электрондық аспаптарда ғана кездеседі. Оның өзінде бәрінде бірдей емес. Мұндай потенциометр көбінде беткі жаққа шығарылып, ▼ белгісімен немесе «Калибр» жазуымен белгіленеді. Бұл кезде аспап сөндірілген болуы керек;

- түзетулер енгізу (с).

Кездейсоқ қателік қайталап өлшеу жүргізгенде кездейсоқ өзгереді. Ол жүйелік қателікке қарағанда бірден білінеді және көп жағдайда оператордың қателік жіберуі нәтижесінде пайда болады (қате есептеу немесе көрсеткіштерді қателесіп жазу, табиғи немесе техногендік факторлардың әсері және т.б.).

Кездейсоқ қателікті жібермеудің негізгі тәсілі өлшеу нәтижелерін статистика және ықтималдық теориясының әдістерімен өңдеу болып табылады.

Өлшеу белгілі бір белгілер бойынша классификацияланады. Мысалға, өлшеу нәтижесін алу әдісі бойынша олар *тікелей* және *жанама* болып бөлінеді.

Тікелей өлшеуде ізделіп отырған шама тікелей түрде аспаппен анықталады. Тоқ — амперметрмен, кернеу — вольтметрмен және тағы басқалай болады.

Жанама өлшеуде ізделіп отырған шама өлшеу нәтижелерін пайдалана отырып белгілі бір математикалық әрекеттер орындау арқылы анықталады. Мысалға, осциллографпен жиілікті өлшеу.

Маман өзінің кәсіби қызметінде жиі кездесетін белгілі бір өлшеудің қателігін тез және батыл бағалауды білуі керек. Сондықтан одан әрі тікелей және жанама өлшеулердің негізгі жүйелік қателігін сандық бағалауда қарастыратын боламыз.

Өлшеудің *абсолюттік қателігі*.

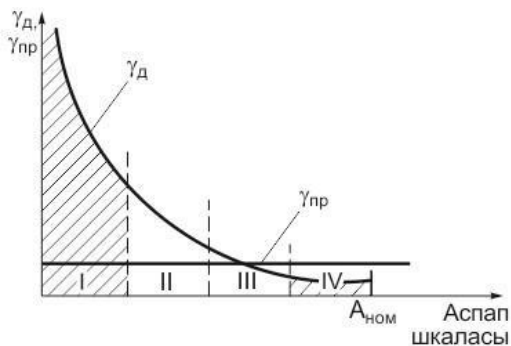
$$\Delta = |A_{\text{н}} - A|, \quad (2.1)$$

Абсолюттік қателік өлшеу дәлдігі туралы нақты мәлімет бере алмайтындықтан, параметрді (немесе құрылғыны) өлшеудің *салыстырмалы нақты қателігі* қолданылады, %,

$$\gamma_{\text{л}} = \frac{\Delta}{A} 100. \quad (2.2)$$

Өлшеудің *салыстырмалы келтірілген қателігі*, %,

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{\Delta_{\text{max}}}{A_{\text{ном}}} 100. \quad (2.3)$$



2.1 сурет. γ_d и $\gamma_{пр}$ -нің біржақты шкаласы бар өлшеуіш аспап тілінің күйіне тәуелділік графигі

Шкаласы әртүрлі аналогтық аспаптардың $A_{ном}$ анықтау үлгілерін 1 тараудан қараңыз.

Пайдаланушыға (операторға) бұдан әрі келтірілген практикалық тұжырымдарды түсіндіру үшін үлгі ретінде біржақты шкаласы бар аспаптың көрсетілімдерінен (тілдің көрсетуі) γ_d және $\gamma_{пр}$ тәуелділерінің графигін сызып (2.1 сурет), (2.2) және (2.3) формулаларын талдаймыз.

Аспаптың шкаласын (нөлден бастап $A_{ном}$ -ға дейін) төрт ширекке I-IV бөліп γ_d аспап шкаласының I ширекте барынша үлкен және IV ширегінде ең кішкентай болатынын көреміз. Осы тұжырымның негізінде оператор үшін келесідей практикалық қорытындылар шығаруға болады.

1. γ_d өлшеуде барынша аз қателік жасау үшін аспап шкаласының IV немесе III ширектерін қолдану керек. Ал егер оны тілі II ширекте, тіпті I ширекте болса өлшеуді жүргізбеу керек.

2. $\gamma_{пр}$ салыстырмалы келтірілген қателік аспап көрсетілімдеріне тәуелді емес.

Екінші қорытындының негізінде МемСт 8.401-80 аспап дәлдігінің тоғыз класын анықтайды: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Дәлдігі ең жоғары бірінші кластың аспаптарында $\gamma_{пр} = 0,02 \%$, ал дәлдігі ең төмен тоғызыншы кластың аспаптарында $\gamma_{пр} = 4 \%$.

Дәлдік класы үнемі аспаптың беткі жағында пайыз белгісі қойылмай тиісті санмен белгіленеді.

Егер формулаға (2.2) тұжырымнан (2.3) анықталған абсолюттік қателікті әкеліп қойсақ, γ_d мен $\gamma_{пр}$ -ны байланыстыратын формуланы шығарамыз:

$$\gamma_d = \gamma_{пр} \frac{A_{ном}}{A} \quad (2.4)$$

Радиоөлшеу аспаптарының басым бөлігі дәлдік класы бойынша бөлінбейді. Олардың абсолюттік немесе салыстырмалы қателігінің мәні техникалық төлқұжатта нақты сан немесе формула түрінде келтіріледі. Мысалы, ГЗ-107 жиілігі төмен генератордың төлқұжатында жиілікті қосудың салыстырмалы нақты қателігі келесідей түрде берілген:

$$\gamma_{дF} = \pm \left(3 + \frac{30}{F} \right).$$

Жанама өлшеудің қателіктері келесі формула бойынша анықталады

$$:\gamma_d = |K_1\gamma_1| + |K_2\gamma_2| \dots |K_n\gamma_n|$$

мұндағы $k_1, k_2 \dots k_n$ — дәреже көрсеткіштері (баршаға мәлім, олар оң және теріс, бүтін және бөлшек болуы мүмкін); $\gamma_d, \gamma_{д2} \dots \gamma_{дn}$ — тікелей өлшеу нәтижелерінің салыстырмалы нақты қателіктері бар.

Айта кету керек, салыстырмалы нақты және келтірілген қателіктер оң болуы да, теріс болуы да мүмкін.

Тәжірибе жүзінде формула (2.5) көп жағдайда екі қосылғышпен шектеледі.

Жанама өлшеу келесідей танымал тәуелділіктерді пайдалануға негізделеді:

$$U - I^1 R^1, \quad k_1 = 1, k_2 = 1;$$

$$I = \frac{U}{R} = U^1 R^{-1}, \quad k_1 = 1, k_2 = -1;$$

$$R = \frac{U}{I} = U^1 I^{-1}, \quad k_1 = 1, k_2 = -1;$$

$$P = U^1 I^1, \quad k_1 = 1, k_2 = 1;$$

$$P = \frac{U^2}{R} = U^2 R^{-1}, \quad k_1 = 2, k_2 = -1;$$

$$P = I^2 R = I^2 R^1, \quad k_1 = 2, k_2 = 1;$$

$$W_C = \frac{C^1 U_C^2}{2}, \quad k_1 = 1, k_2 = 2;$$

$$W_L = \frac{L^1 I_L^2}{2}, \quad k_1 = 1, k_2 = 2;$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi} L^{-\frac{1}{2}} C^{-\frac{1}{2}},$$

$$k_1 = -1/2, k_2 = -1/2;$$

$$F = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{R^{-1}C^{-1}}{2\pi},$$

$$k_1 = -1, k_2 = -1.$$

Өлшеудің дәлдігі мен салыстырмалы қателігі бір-бірімен кері тәуелділікпен байланысқан: $v = 1/\gamma_d$.

2.2. Есептерді шешу мысалдары

2.1. Мысал. Номиналды мәні 400 В вольтметрмен абсолюттік қателігі бірдей 1 В кернеудің екі мәні 50 және 400 В өлшенді. Аталған кернеудің қайсысында өлшеу қателігі төменірек екенін анықтау талап етіледі.

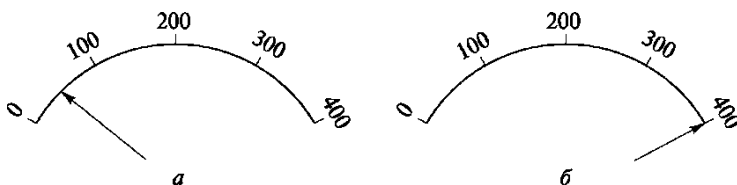
Шешімі. Өлшеудің қателігін анықтау кезінде бастапқы мәндерді дұрыс енгізу керек.

Кернеуді өлшеу жұмыс вольтетрімен іске асырылып отырғандықтан, бұл есепте

$$U_1 = 50 \text{ В}, U_2 = 400 \text{ В}, \Delta_1 = \Delta_2 = 1 \text{ В}.$$

Вольтметр шкал сәйкесінше, біржақт $\gamma_{d1} = \frac{\Delta}{U_{d1}} 100 = \frac{1\text{В}}{50\text{В}} 100\% = 2\%$ ында берілмеген, $A_{\min} = 0$, $A_{\max} = 400 \text{ В}$, сондық $\gamma_{d2} = \frac{\Delta}{U_{d2}} 100 = \frac{1\text{В}}{400\text{В}} 100\% = 0,25\%$ ды. Оның $A_{\min} = 0$, Өлшеу қателігін $A_{\max} = 400 \text{ В}$ мыз:

Бір вольтметрмен 50 және 400 В кернеуді 8 рет өлшеудегі қателіктердің айырмашылығы 2.1 суретте түсіндіріледі, яғни $U_1 = 50 \text{ В}$



2.2 сурет. 50 (а)және 400 В (б) кернеуді өлшеудегі вольтметр тілінің күйі

өлшеу кезінде, фольметр индикаторының тілі шкаланың бірінші ширегінде орналасады (2.2, а сурет), ал $U_2 = 400$ В өлшеген кезде төртінші ширекте орналасады (2.2, б сурет).

2.2. Мысал. Шкаласы 0-50В және шкала қадамы 10 В магниттік-электрлік жүйе вольметрін калибрлеу нәтижесінде үлгілік вольметрдің келесідей көрсетілімдері алынды:

$U, \text{В}$	0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
$U_{\text{н}}, \text{В}$	0,2	10,2	19,9	30,3	39,5	50,9

Өлшеудің салыстырмалы келтірілген қателігін анықтап, аспаптың дәлдік класын белгілеу талап етіледі.

Шешімі. $\gamma_{\text{пр}}$ -ны анықтау үшін формуланы (2.3) қолданамыз.

Өлшеудің ең үлкен абсолюттік қателігі $\Delta_{\text{max}} = 50,9 - 50 = 0,9$ В, номиналды кернеу $U_{\text{ном}} = 50 - 0 = 50$ В, сонда

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{0,9\text{В}}{50\text{В}} 100\% = 1,8\%$$

Алынған мәндер аспаптың дәлдік класына кірмейді. Сондықтан аталаған вольметрге ең жақын үлкен дәлдік класын береміз — 2,5 %.

Айта кету керек, дәлдік класы келтірілген қателікті анықтай отырып аспаптың өлшеу дәлдігінің тікелей көрсеткіші болып табымайды. Бұл тұжырымды дәлелдеу үшін келесі есепке қарайық.

2.3. Мысал. 4 мА тоғын өлшеуге арналған екі миллиамперметр бар: біріншісі — дәлдік класы 1 % жоғарғы шегі 20мА, екіншісі — дәлдік класы 2,5 % жоғарғы шегі 5 мА. Берілген тоқты барынша төмен абсолюттік және салыстырмалы қателіктермен өлшеуге болатын аспапты анықтау талап етіледі.

Шешімі. Өлшеудің салыстырмалы нақты қателіктерін формула (2.4) бойынша анықтаймыз:

$$\gamma_{\text{д1}} = \gamma_{\text{пр1}} \frac{I_{\text{ном1}}}{I} = 1 \% \frac{20 \text{ мА}}{4 \text{ мА}} = 5 \%;$$

$$\gamma_{\text{д2}} = \gamma_{\text{пр2}} \frac{I_{\text{ном2}}}{I} = 2,5 \% \frac{5 \text{ мА}}{4 \text{ мА}} = 3,125 \%.$$

Сәйкесінше, өлшеу кезінде екінші миллиамперметрдің (дәлдік класы әлдеқайда төмен) тілі шкаланың төртінші ширегінде орналасады, ал дәлдік класы 1 % болып табылатын бірінші миллиамперметрдің тілі бірінші ширектер орналасады.

Өлшеудің абсолюттік қателіктерін формула (2.2) бойынша анықтаймыз:

$$\Delta_1 = \frac{\gamma_{д1} I_1}{100} = \frac{5 \% \cdot 4 \text{ мА}}{100 \%} = 0,2 \text{ мА};$$

$$\Delta_2 = \frac{\gamma_{д2} I_2}{100} = \frac{3,125 \% \cdot 4 \text{ мА}}{100 \%} = 0,125 \text{ мА}.$$

Өлшеудің ең төменгі қателігіне қол жеткізу мақсатында индикатор тілін шкаланың төртінші немесе үшінші ширегіне орналастыру қалайша жасалатынын түсіндіру үшін келесі үлгіні қарастырамыз.

2.4. Мысал. 20 В кернеуді өлшеу үшін шегі 7,5, 15, 30, 60 В болатын, дәлдік класы 0,5% көпшекті вольтметр берілген. Вольтметрдегі өлшеудің ең оңтайлы шегін таңдап, осы өлшеудің қателігін бағалау талап етіледі. Аспап тілінің күйлері 2.3 суретте көрсетілген.

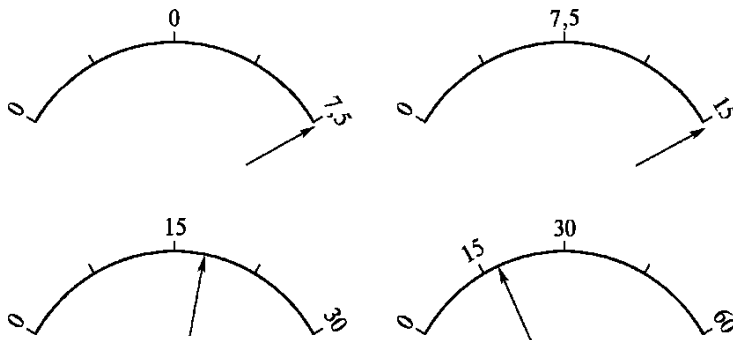
Шешімі. Вольтметр тілінің күйін берілген кернеуді өлшеудің төрт шегінің әрқайсысына әкелеміз.

Аталған өлшеудегі вольтметр тілінің ең оңтайлы күйі, осыған сәйкес ең төменгі қателік жасалатын күй 30 В шегі болып табылады.

Формалуа (2.4) бойынша табамыз.

$$\gamma_{д} = 0,5\% \frac{30\text{В}}{20\text{В}} = 0,75\%$$

2.5.Мысал. ГЗ-107 генераторының төлқұжатында $\gamma_{дF} = \pm(3 + 30F)$ берілген, 90 Гц жиіліктің салыстырмалы және абсолюттік қателігін анықтау талап етіледі.



2.3 сурет. Түрлі шектерде өлшеу жүргізу барысында вольтметр тілінің күйлері

Шешімі. Салыстырмалы қателік

$$\gamma_{\Delta F} = \pm \left(3 + \frac{30}{90} \right) \approx \pm 3,3 \, \%.$$

Жиілігі 90 Гц құралдың абсолюттік қателігін формула (2.2) бойынша анықтауымыз:

$$\Delta_1 = \frac{\gamma_{\Delta F}}{100} = \frac{\pm 3,3 \, \% \cdot 90 \, \text{Гц}}{100 \, \%} \approx 3 \, \text{Гц}.$$

2.6мысал. ГЗ-34 генераторының төқұжатында $A_F = \pm(1 + 0,02F)$ деп белгіленсе, оның 200 Гц жиілігін орнатудың абсолюттік және салыстырмалы қателіктерді анықтау қажет.

Шешімі. Жиілікті орнатудың абсолюттік қателігі

$$A_F = \pm(1 + 0,02 \cdot 200 \, \text{Гц}) = \pm 5 \, \text{Гц}.$$

Жиілікті орнатудың салыстырмалы қателігін формула (2.2) бойынша анықтаймыз:

$$\gamma_{\Delta F} = \frac{\pm 5 \, \text{Гц} \cdot 100\%}{200\%} = \pm 2,5\%$$

Электрорадио өлшеу тәжірибесінде аспап тозудың (ескірудің) немесе дұрыс пайдаланбаудың салдарынан әзірлеуші-зауыт белгілеген дәлдік класына сәйкес келмей жатады. Мұндай жағдайда келесідей екі әрекет жасауға болады. Мұндай аспапты дұрысына ауыстыру немесе түзетулерді ескеріп пайдалану керек.

Екінші нұсқаны келесі есептің үлгісінде қарастырайық.

2.7. Мысал. Шкаласының қадамы 20 мА және дәлдік класы 0,2%, номиналды мәні 100 мА миллиамперметр берілген. Оған шунт байланыстырудың салдарынан оның өлшеу шегі 200 мА-ге дейін кеңейді. Өлшем зауыт берген дәлдік класына сәйкес келуін тексеру үшін үлгілік миллиамперметрді қосып, келесідей көрсетілімдер алынды:

I_1 0; 20; 40; 60; 80; 100 мА;

I_2 0; 40; 80; 120; 160; 200 мА;

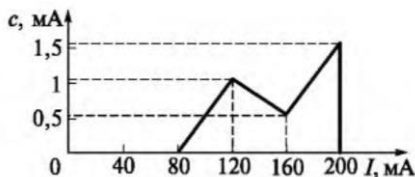
I_n 0,2; 40,2; 80,3; 121,5; 161; 202 мА,

Ал өлшеудің абсолюттік қателігі 0,2; 0,2; 0,3; 1,5; 1,0; 2,0 мА құрады.

Аталған өлшеулерді есептеп, олар үшін түзеу графигін сызу талап етіледі.

Шешімі. Формула бойынша салыстырмалы келтірілген қателікті табамыз (2.3):

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{\Delta_{\text{max}}}{I_{\text{ном2}}} 100 = \frac{2 \, \text{мА} \cdot 100 \, \%}{200 \, \text{мА}} = 1 \, \%.$$



2.4 сурет. 2.7 үлгісінің түзетулер грвфигі

Сәйкесінше, аспаптың дәлдік класы сақталған жоқ (зауыттың бергеніне сәйкес келмейді). Аспапты одан әрі қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін формуладан (2.3) 0,2 % зауыттың берген дәлдік класы бойынша оның ең үлкен абсолюттік қателігін анықтаймыз;

$$\Delta_{\max} = \frac{Y_{\text{пр}} I_{\text{ном2}}}{100} = \frac{200 \text{ мА} \cdot 0,2\%}{100\%} = 0,4 \text{ мА}$$

Абсолюттік қателік тұрақсыз болғандықтан, түзету келесідей түрде есептеледі: егер $A < A_{\max}$, $c = 0$; егер $A > A_{\max}$, онда $c = A - A_{\max}$.

Қарастырылып отырған аспап үшін шкаланың цифрландырылған бөліктері бойынша түзетулер сәйкесінше 0; 0; 0; 1,1; 0,6; 1,6 құрайды, ал түзетулер графигі 2.4 суретте көрсетілген түрде болады.

Алынған түзетулер графигінің дұрыстығын тексереміз.

Миллиамперметрмен 160 мА ток өлшенді делік. Түзетулерді ескерсек $I = 160 + 0,6 = 160,6 \text{ мА}$.

Абсолюттік қателік $A = 1_{\text{ц}} - I = 161 \text{ мА} - 160,6 \text{ мА} = 0,4 \text{ мА}$, бұл есептелген $A_{\max}$ -тан аспайды.

Салыстырмалы келтірілген қателік

$$Y_{\text{пр}} = \frac{0,4 \text{ мА} \cdot 100\%}{200 \text{ мА}} = 0,2\%$$

Жанама өлшеулер бойынша есепті қарастырайық.

2.8. Мысал. Жоғарғы шегі 50 В, дәлдік класы 1% вольтметрмен резисторда 40 В кернеу және абсолюттік қателігі 0,1 мА миллиамперметрмен 2 мА ток өлшенген.

Резистордың кедергісін, сондай-ақ алынған өлшемнің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау талап етіледі.

Шешімі. Резистордың кедергісін анықтау үшін Ом заңын пайдаланамыз:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{40 \text{ В}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 20\,000 \text{ Ом} = 20 \text{ кОм}.$$

Р есептейтін формуланы $R = U^I \Gamma^1$ түрінде жазып аламыз, бұдан $\kappa_1 = 1$, $\kappa_2 = -1$ деп шығаруға болады.

Өлшеудің жанама қателіктерін анықтауға арналған формулаға (2.5) $\gamma_{\Delta 1}$ орнына $\gamma_{\Delta U}$ қоямыз, себебі κ_1 кернеуге жатады. Ал $\gamma_{\Delta 2}$ орнына $\gamma_{\Delta I}$ қоямыз, себебі κ_2 тоққа жатады. Яғни былайша жазып шығамыз:

$$\gamma_{\Delta R} = |k_1 \gamma_{\Delta U}| + |k_2 \gamma_{\Delta I}|.$$

Кернеу мен ток тікелей әдіспен өлшенді. Осыған сәйкес, тікелей өлшеуге арналған (2.2

табамыз $\gamma_{\Delta R} = \gamma_{\Delta U} \frac{U_{\text{ном}}}{U} = 1\% \frac{50\text{В}}{40\text{В}} = 1,25\%$

$$\gamma_{nU} = \frac{\Delta I}{I} 100 = \frac{0,1\text{мА}}{I} 100\% = 5\%$$

Сонда $\gamma_{\Delta R} = |1 \cdot 1,25\%| + |-1 \cdot 0,5\%| = 1,75\%$.

Резистор кедергісінің абсолюттік қателігін (2.2) формуласымен табамыз

$$\Delta R = \frac{\gamma_{\Delta R}}{100} R = \frac{1,75\% \cdot 20\text{кОм}}{100\%} = 0,35\text{кОм}$$

2.3. Өздігімен шешуге арналған есептер

2.1. 8м А тоқты өлшеу үшін өлшеу шектері 5; 15; 30; 60 мА, дәлдік класы 0,5 % көпшекті миллиамперметр қолданылды.

Өлшеудің оңтайлы шегін таңдау және орындалған өлшеудің қателігін бағалау қажет.

2.2. Қосымша резисторды пайдалану көмегімен $U_{\text{ном}} = 30\text{ В}$ және $\gamma_{\text{пр}} = 1\%$ вольтметрдің номиналды мәні 60 В-қа дейін кеңейтілді. Вольтметр шкаласының қадамы 5 В. Тексеру барысында үлгілік вольтметрдің келесідей мәндері алынды.

U, В	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0
U _{пр} , В	5,2	10,2	15,3	19,6	25,4	31,0	35,7	40,8	45,5	54,0	56,0	61,0

2.3. Үздіксіз токтың кернеуін шектері 1; 10; 100; 1 000 В В7-16 цифрлық вольтметрмен өлшеу нәтижесінде 5,7 В мәні алынды.

Өлшеудің оңтайлы шегін анықтау және аталған өлшемнің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау керек, төлқұжатта келтірілген қателікті есептеу формуласы берілген

$$\gamma_{\text{пр}} = \pm \left(0,1 + 0,1 \frac{U_{\text{ном}}}{U} \right).$$

2.4. Жиілігі 100 кГц болатын 150 мВ кернеуді өлшеу үшін В3-38 вольтметрі қолданылды.

Осы өлшемнің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау керек, вольтметрдің төлқұжатында келесідей техникалық сипаттамалар берілген:

а) өлшенетін кернеу диапазоны 100 мкВ-дан 300 В-ға дейін келесідей шектермен жалғасады:

мВ	1	3	10	30	100	300
В	1	3	10	30	100	300

б) өлшенетін кернеудің диапазоны 20 Гц-тен 5 Гц-ке дейін;

в) 45Гц-тен 1МГц-ке дейінгі жиіліктің қалыпты аймағында пайызбен берілетін қателік өлшеудің белгіленген шегінің соңғы мәнінен 1... 300 мВ диапазонында $\pm 2,5$ %-дан, 1... 300 В диапазонында 4 %-дан аспайды.

г) Жиіліктің жұмыс аймақтарында аспаптың келтірілген қателіктері келесі мәндерден аспайды:

Өлшеу шегі	Қателігі, %, диапазонда		
	20.45 Гц	1.3 МГц	3.5 МГц
1.300 мВ	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$
1.300 В	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$	$\pm 6,0$

2.5. Дәлдік класы 0,02 %, $I_{\text{ном}} = 30$ мА және шкала қадамы 2 мА болатын миллиамперметрді тексеру нәтижесінде үлгілік аспаптың келесідей көрсеткіштері алынды: 2; 4; 5,9; 7,9; 10,1; 12,1; 14,0; 16,1; 17,9; 20,0; 21,9; 24,0; 26,0; 28,15; 30,1.

Тексеріліп отырған миллиамперметрдің зауыттың берген дәлдік класына сәйкестігін бағалау, аталған дәлдік класын сақтай отырып түзетулер графигін есептеп, салу керек.

2.6. Үлгілік миллиамперметрдің көрсеткіші 1,68 мА, жұмыс аспабының көрсеткіші 1,7 мА.

Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.7. Біржақты шкаласы бар және өлшеу шегі 250 В болатын жұмыс вольтметрi 100 В мәнін көрсетті. Ал үлгілік аспап 102,5 В көрсетті.

Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.8. $U_{\text{ном}} = 100$ В болатын вольтметрге градуирлеу жүргізу барысында оның 6 және 80 В көрсеткіштеріне үлгілік вольтметрдің 5 және 79 В көрсеткіштері сәйкес келетіні анықталды.

Бұл өлшеулердің қателігін анықтау керек.

2.9. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар ГЗ-102 генераторында 15 КГц жиілігін орналастырудың қателігін анықтау керек:

а) Өндірілетін жиіліктер диапазоны 20 Гц-тен 200 кГц-ке дейін, әрқайсысының ішінде бірсарынды өзгеріп отыратын келесідей төрт ішкі диапазонға ауысады:

1-іншісі ($\times 1$) 20-дан 200 Гц-ке дейін,

2-іншісі ($\times 10$) 200-ден 2 000 Гц-ке дейін,

3-іншісі ($\times 10^2$) 2 000-нан 20 000 Гц-ке дейін,

4-іншісі ($\times 10^3$) 20 000-нан 200 000 Гц-ке дейін;

б) 20...20 000 Гц диапазонында келтірілген қателік жиілік бойынша

$$\gamma_{\text{пр}} = \pm \left(1 \cdot \frac{50}{F} \right) \text{ мәнінен аспайды, мұндағы } F \text{ — шкала бойынша}$$

белгіленетін жиілік, ал 20...200 кГц диапазонында $\gamma_{\text{пр}} = \pm 1,5 \%$.

2.10. Шкала қадамы 1 В, $U_{\text{ном}} = 10$ В болатын магниттік-электрлік жүйенің вольтметрін тексеру барысында үлгілік аспаптың келесідей көрсеткіштері алынды: 0,2; 1,2; 2,3; 3,3; 4,4; 5,4; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5; 10,5.

Өлшеудің келтірілген қателігін анықтау және аспаптың дәлдік класы 4,0% бойынша түзетулер графигін салу қажет.

2.11. Жоғарғы шегі 50 мА болатын М4201 миллиамперметр 25 мА мәнін көрсетсе, үлгілік аспап 26 мА мәнін көрсетті.

Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.12. Резистордың кедергісін анықтау барысында $I_{\text{ном}} = 100$ мА және $\gamma_{\text{пр}} = 1,0 \%$ болатын аспаппен одан өтетін тоқ және $P_{\text{ном}} = 1$ Вт, дәлдік класы 2,5 % ваттметрмен қуат – 0,64 Вт өлшенді.

Резистордың кедергісін, сондай-ақ өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.13. 12 мА тоқ мәнін өлшеуге екі аспап қолданылды: біріншісі $I_{\text{ном1}} = 20$ мА және $\gamma_{\text{пр1}} = 1,5 \%$ болатын, екіншісі $I_{\text{ном2}} = 100$ мА және $\gamma_{\text{пр2}} = 0,5 \%$ болатын аспап.

Аспаптардың қайсысы тоқты барынша аз қателікпен өлшейтінін анықтау және абсолюттік қателіктерді анықтау қажет.

2.14. 1МГц жиілігінде 8 В кернеуді өлшеу барысында жоғарыжиілікті сынасабы бар В7-26 электрондық вольтметрi қолданылды.

Вольтметрдің келесідей техникалық сипаттамалары бойынша оңтайлы шегін анықтау және өлшеудің салыстырмалы нақты қателігін есептеу қажет:

а) үздіксіз тоқ үшін өлшенетін кернеу диапазоны 0,1 ...300 В, ал ауыспалы тоқ үшін 1 кГц-тен 1 000 МГц-ке дейінгі жиілік аймағында ДН-519 ішкі бөлгішті қолдану 1 000 В-қа дейінгі кернеуді өлшеуге мүмкіндік береді;

б) өлшеу шектері 1; 3; 10; 30; 100; 300 В;

в) Ауыспалы кернеуді өлшеуде аспаптың келтірілген қателіктері әртүрлі жиіліктерде келесі мәндерден аспайды:

Өлшеудің түрі	Жоғарғы шекті ішкі диапазондар, В	Қателік, %, жиілікте				
		20 Гц-тен жоғары 1К Гц-ке дейін	1-ден жоғары 3 кГц-ке дейін	3-тен жоғары 20 кГц-ке дейін	20 кГц-тен жоғары 50 МГц-ке дейін	50 –ден жоғары 300 МГц-ке дейін
Кіріс ұяшығы арқылы	300	±2,0				
ДН-518 (1: 1000) ішкі бөлгішімен	1	±2,0				
Сынааспаппен	100	±2,0			±5,0	±10,0
ДН-519 (1 : 100) ішкі бөлгішімен	1,3 және 10	—		±3,0		±10,0

2.15. Шкаласы 0-ден 50 В-қа дейінгі вольтметрді тексеру кезінде абсолюттік қателіктің келесідей мәндері алынды: -0,1; 0,2; -0,05; -0,15.

Өлшеудің келтірілген қателігін анықтау және вольтметрдің дәлдік класын белгілеу керек.

2.16. М24-07 вольтметрін пайдалану барысында абсолюттік қателік тұрақты және 0,5 В-қа тең болды.

Түзету мен осы аспаппен өлшенген кернеудің келесідей ақиқат мәндерін есептеу керек: 10, 15, 20, 25, 30 В.

2.17. Номиналды мәні 100 Гц дәлдік класы 4,0 % жиілікті өлшеу аспабымен жиіліктің екі мәні 20 және 100 Гц өлшенді.

Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.18. В3-38 электрондық вольтметрінің келтірілген қателігі 1...300 мВ өлшеу шегінде ±2,5 %-дан аспайды, ал 1...300 В өлшеу шегінде

± 4 %-дан аспайды. Вольметр өлшейтін кернеу диапазоны келесі шектерге жалғасады: 1; 3; 10; 30; 100; 300 мВ және 1; 3; 10; 30; 100; 300 В.

Оңтайлы шекті таңдап 4 В кернеуді өлшеудің қателігін анықтау керек.

2.19. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар ГЗ-7А генераторында 1,9 кГц жиілігі қандай абсолюттік қателікпен қойылатынын анықтау:

а) өндірілетін жиіліктер диапазоны 20 Гц-тен 10 МГц-ке дейін, келесідей ауысып отыратын сегіз ішкі диапазонға бөлінген:

- 1- ші 20-дан 200 Гц-ке дейін, 5-ші 200-ден 500 кГц-ке дейін,
 - 2- ші 200-ден 2 000 Гц-ке дейін, 6-шы 500 кГц-тен 1,4 МГц-ке дейін,
 - 3- ші 2-ден 20 кГц-ке дейін, 7-ші 1,4-тен 4 МГц-ке дейін,
 - 4- ші 20-дан 200 кГц-ке дейін, 8-ші 4-тен 10 МГц-ке дейін;
- б) жиілік бойынша негізгі қателік 2 %-дан аспайды.

2.20. М4202 вольметрмен кернеудің екі мәні 20 және 100 В өлшенді және олардың абсолюттік қателігі бірдей 0,5 В болды.

Қай өлшеудің салыстырмалы қателігі төмен болатынын анықтау.

2.21. Қуатты анықтау барысында $I_{\text{ном}} = 100$ мА және $\gamma_{\text{пр}} = 0,5$ % болатын аспаппен 80 мА тоқ және абсолюттік қателігі 1 Ом болатын 100 Ом кедергі өлшенді.

Қуатты жанама әдіспен, сондай-ақ оның мәндерін өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау.

2.22. Магниттік-электрлік жүйенің $I_{\text{ном}} = 7,5$ мкА және $\gamma_{\text{пр}} = 1,5$ % болатын микроамперметрдің базасында түзетімдік сұлба жасалды. Бұл аспаптың градуирленуін тексеруде үлігілік микроамперметрдің келесідей көрсеткіштері алынды: 1,1; 2,3; 3,3; 4,4; 5,0; 6,1; 7,2; 7,5.

Түзетімдік сұлбаны қосқаннан кейін микроамперметрдің бұрынғы дәлдік класы сақталуы үшін не істеу керек?

2.23. $U_{\text{ном}} = 50$ В және $\gamma_{\text{пр}} = 2,5$ % болатын электромагниттік жүйенің вольметрмен 5 В кернеуді өлшеудің қателігі қандай?

2.24. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар Г4-18А генераторында 3 МГц жиілігі қандай абсолюттік қателікпен қойылатынын анықтау:

а) өндірілетін жиіліктер диапазоны 100 кГц-тен 35 МГц-ке дейін, ауысып отыратын алты ішкі диапазонға бөлінген:

- 1- ші 0,1-ден 0,3 МГц-ке дейін, 4-ші 3-тен 10 МГц-ке дейін,
 - 2- ші 0,3-тен 1,0 МГц-ке дейін, 5-ші 10-нан 20 МГц-ке дейін,
 - 3- ші 1-ден 3 МГц-ке дейін, 6-шы 20-дан 35 МГц-ке дейін;
- б) Жиілік қояудың қателігі 1 %-дан артық емес.

2.25. Токтың өлшенген мәні 49,9 мА, ал оның ақиқат мәні 50 мА. Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау керек.

2.26. $I_{\text{ном}} = 10$ мА болатын миллиамперметрді үлгілік аспаппен тексеру кезінде абсолюттік қателіктің келесідей мәндері алынды: 0,05; -0,03; 0,04; -0,08; 0,06.

Келтірілген қателікті анықтап, миллиамперметрдің дәлдік класын белгілеу керек.

2.27. $U_{\text{ном}}=10$ В болатын М4201 вольтметрiнiң дәлдік класы 4% болуы үшін түзету қандай болуы керек екенін анықтау керек, оны тексеруде келесідей мәндер алынды:

$U, \text{В}$	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
$U_{\text{н. В}}$	0,2	1,2	2,3	3,3	4,4	5,4	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5

2.28. $\gamma_{\text{пр}} = 4 \%$ болатын және 7,5; 15; 75; 150 В өлшеу шектері бар электродинамикалық жүйенің вольтметрiмен 37,5 В кернеуді өлшеудің қателігін анықтау қажет.

2.29. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар Г4-42 генераторында 0,06 МГц жиілігі қандай абсолюттік қателікпен қойылатынын анықтау:

а) өндірілетін жиіліктер диапазоны 12 кГц-тен 10 МГц-ке дейін, ауысып отыратын алты ішкі диапазонға бөлінген:

- 1- ші 12-ден 28 кГц-ке дейін, 4-ші 300-ден 1 000 кГц-ке дейін,
- 2- ші 28-ден 85 кГц-ке дейін, 5-ші 1-ден до 3 МГц-ке дейін,
- 3- ші 85-тен 300 кГц-ке дейін 6-шы 3-тен 10 МГц-ке дейін;

б) Жиілік коюдың қателігі 8 КГц-тен 10 МГц-ке дейінгі диапазонда 1%-дан артық емес және 12-ден 85 кГц-ке дейінгі диапазонда 1,5%-дан артық емес.

2.30. Конденсатордағы электр энергиясын анықтау үшін абсолюттік қателігі 0,5 мкФ және кернеуі 9 В болатын 20 мкФ қалыпты $U_{\text{ном}}=10$ В және $u_{\text{пр}} = 4\%$ болатын вольтметрмен өлшеді.

Конденсатордағы электр энергиясының мәнін және оны өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін өлшеу керек.

2.31. Резисторда $510\text{k} \pm 5 \%$ деген жазу бар. Осы резистордың кедергісін өлшеу нәтижесінде 480 кОм мәні алынды.

Аталған кедергі жол берілген шекке кіретін, кірмейтінін анықтау қажет.

2.32. Кернеуі 127 В болатын 3,5 А үздіксіз токтың тізбегіне қосылған $P_{\text{ном}} = 750$ Вт болатын ватт метр 456 Вт мәнін көрсетті.

Тізбектегі қуаттың ақиқат мәнін және оны өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.33. Егер 5МГц жиілігінде кернеудің 14,1 мВ мәні алынса, шектері 1; 3; 10; 30; 100; 300 мВ и 1; 3; 10; 30; 100; 300 В болатын ВЗ-38 вольтметрмен кернеудің өлшеудің оңтайлы шегін таңдап, абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау керек. Вольтметр жиілігінің жұмыс аймақтарындағы келтірілген қателіктер келесі кестеде көрсетілген:

Өлшеу шегі	Қателігі, %, жиілік диапазонында		
	20.45 Гц	1.3 МГц	3.5 МГц
1.300 мВ	±4,0	±4,0	±6,0
1.300 В	±4,0	±6,0	±6,0

2.34. ВЗ-4 типті вольтметрмен 800 Гц жиілігінде 40 мВ кернеуді өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау және аспаптың келесідей техникалық сипаттамаларымен өлшеудің оңтайлы шегін анықтау қажет:

а) өлшенетін кернеу диапазоны 1...1 000 мВ, ол 10; 30; 100; 300; 1000 мВ өлшеу шектері бар бес ішкі диапазонға ауысады. 1: 100 сыртқы бөлгішін қолдану өлшеу шегін 100 В-қа дейін арттырады;

б) 400 Гц-тен 20 кГц-ке дейінгі жиіліктің қалыпты аймағында негізгі келтірілген қателік ±2 %-дан аспайды;

в) 20.500 кГц пен 40.400 Гц болатын жиіліктің жұмыс аймағында келтірілген қателік ±4 %-дан аспайды, 500 кГц-тен 5 МГц-ке дейінгі жиілікте — ±6 %, ал 5-тен 30 МГц-ке дейінгі жиілікте — ±12 %.

2.35. Кернеу 20,8 В, ішкі кедергісі 0,4 Ом болатын үздіксіз ток тізбегінде және кедергісі 10 Ом іске қосылған резистормен амперметр тоқтың 2,02 А мәнін көрсетті.

Тізбектегі тоқтың ақиқат мәнін және оны өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау қажет.

2.36. $U_{ном}=100$ В болатын жұмыс вольтметріндегі шкаланың градуирленуін тексеру кезінде оның 5 және 70 В мәндеріне үлгілік вольтметрдің 4 және 69 В көрсеткіштері сәйкес келетіні анықталды.

Екі жағдайда да өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтау керек.

2.37. $U_{ном}= 50$ В болатын жұмыс вольтметрмен 40 В кернеу өлшенді, ал үлгілік аспап 39 В мәнін көрсетті.

Өлшеудің абсолюттік, салыстырмалы нақты, салыстырмалы келтірілген қателіктерін анықтау және аспаптың дәлдік класын белгілеу керек.

2.38. 45-55 Гц нөлсіз шкаласы бар, дәлдік класы 1% болатын вибрациялық жүйенің жиілікті өлшеу құралымен 50 Гц жиілік мәні өлшенді.

Өлшеудің қателігін анықтаңыз.

2.39. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар Г4-102 генераторында 3 МГц жиілігі қандай абсолюттік қателікпен қойылатынын анықтау:

а) өндірілетін жиіліктер диапазоны 0,1...50 МГц, шектік жиілігі келесідей ауысып отыратын сегіз ішкі диапазонға бөлінген:

1-ші 0,1-ден 0,18 МГц-ке дейін,

5-ші 1,7-ден 4 МГц-ке дейін,

2-ші 0,18-ден 0,35 МГц-ке дейін,

6-шы 4-тен 10 МГц-ке дейін,

3-ші 0,35-тен 0,75 МГц-ке дейін,

7-ші 10-нан 20 МГц-ке дейін,

4-ші 0,75-тен 1,7 МГц-ке дейін,

8-ші 20-дан 50 МГц-ке дейін;

б) Жиілік орнатудың негізгі қателігі 1 %-дан аспайды.

2.40. 6 В кернеуді өлшеу үшін екі вольтметр қолданылды: біріншісі $U_{ном1}=10$ В және $\gamma_{пр1}=2,5$ %, екіншісі $U_{ном2}=50$ В және $\gamma_{пр2}=1,0$ %,

Екі вольтметрмен де кернеуді өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

2.41. Тоқты амперметрмен өлшеудің абсолюттік қателігі тұрақты және 0,1 мА құрайды.

Түзетулерді және осы амперметрмен өлшенген келесідей токтардың ақиқат мәнін анықтаңыз: 5, 6, 8, 10, 11 мА.

2.42. Резистордың кедергісін анықтау үшін $U_{ном}=50$ В және $\gamma_{пр}=1,0$ % болатын вольтметрмен 40 В кернеуді және $I_{ном}=3$ мА және $\gamma_{пр}=1,0$ % болатын миллиамперметрмен 2 мА ток өлшенді.

Резистордың кедергісін және осы кедергінің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау қажет.

2.43. Өлшеу шектері 1;10; 100; 1 000 В болатын В7-16 цифрлық вольтметрмен 3 В үздіксіз токтың керенуі өлшенді. Вольтметрдің техникалық төлқұжатында келтірілген қателікті есептеудің формуласы берілген:

$$\gamma_{пр} = \left(0,1 + 0,1 \frac{U_{ном}}{U} \right)$$

Осы өлшемнің абсолюттік және салыстырмалы қателігін анықтаңыз.

2.44. 0,2 мкс-тен кем емес импульстер ұзақтығында жиілігі 2 МГц-тен аспайтын 48 мВ-тан 60В-қа дейінгі диапазонда импульстік сигналдардың амплитудасын өлшеу қателігі ± 10 %-дан аспайтын бар С1-72 осциллографымен кернеуі 1 В және жүру жиілігі 1 МГц импульстық сигналдың амплитудасын өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

2.45. Резистордың кедергісін анықтау үшін $U_{\text{ном}}=50$ В және $\gamma_{\text{пр}}=2,5$ % болатын вольтметрмен 40 В кернеуді және $P_{\text{ном}} = 60$ Вт және $\gamma_{\text{пр}} = 4$ % болатын ваттметрмен 45 Вт қуат өлшенді.

Резистордың кедергісін және оның өлшемінің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау қажет.

2.46. 0...100 В біржақты шкаласы бар Э358 вольтметрмен кернеуді өлшеудің абсолюттік қателігі 1,0; -2,5; 0,8; -1,5; -1,75 В құрайды.

Осы вольтметрдің дәлдік класын анықтау керек.

2.47. $U_{\text{ном}}=15$ В және $\gamma_{\text{пр}}=1,0$ % болатын вольтметрді тексеру кезінде үлгілік аспаптың келесідей көрсеткіштері алынды:

$U, \text{В}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$U_{\text{ном}}^{\text{В}}$	1,1	1,9	3,2	4,1	4,9	5,8	7,3	8,3	9,0	10,1	11,2	11,96	13,1	14	15,05

Аспаптың зауыт берген дәлдік класына сәйкестігін анықтау және осы дәлдік класын сақтауға қажетті түзетулер графигін сызу керек.

2.48. Егер аспаптың төлқұжатында абсолюттік қателіктің формуласы берілсе $\Delta_F = \pm(0,02F + 1)$ Гц, жиілік диапазоны 20 Гц-тен 20 кГц-ке дейінгі ГЗ-34 генераторында 8 кГц жиілікті қоюдың абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау қажет.

2.49. Егер есептеу уақыты 1 мс, ал жиілікті өлшеу аспабының жұмыс уақыты 11 айды құраса 43-54 жиілікті өлшеу аспабымен 0,1 Гц синусоидалық сигналдың жиілігін өлшеу қателігін анықтау керек. Ал синусоидалық және импульстік сигналдардың жиілігін аталған жиілікті өлшеу аспабымен өлшеудің салыстырмалы қателігі мына формула бойынша есептелетін мәндер шегінде:

$$\gamma_{\Delta f} = \pm \left(\gamma_0 \frac{1}{F t_{\text{сч}}} \right)$$

мұндағы γ_0 — ішкі кварц резонаторының жиілігі бойынша салыстырмалы қателік, ол бірінші ай ішінде $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ жоғары емес, алты ай ішінде $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$ және 12 ай ішінде $\pm 5,0 \cdot 10^{-7}$ жоғары емес мәнді құрайды; F — өлшенетін жиілік, Гц; $t_{\text{сч}}$ — есептеу уақыты, с.

2.50. 10, 20, 30, 40, 50, 60 В кернеулердің абсолюттік қателігі тұрақты және 0,3 В құрайды.

Түзетуді және өлшенген кернеулердің ақиқат мәнін анықтау керек.

2.51. Қуатты анықтау үшін $U_{\text{ном}}=50$ мВ және $\gamma_{\text{пр}}=0,1$ % болатын вольтметрмен 40 мВ резисторда кернеу өлшенді және бұл резистордың кедергісі 10 Ом, абсолюттік қателігі 0,05 Ом.

Резистордағы бөлінген қуатты және осы қуаттың абсолюттік және салыстырмалы қателігін табу керек.

2.52. $I_{\text{ном}} = 100 \text{ мА}$ және $\gamma_{\text{пр}} = 0,02 \%$ (шкала қадамы 20 мА) болатын миллиамперметрдің өлшеу шегі шунттың көмегімен 300 мА дейін кеңейтілді. Миллиамперметрдің градуирленуін үлгілік аспаппен тексерудің нәтижесінде келесідей $I_{\text{и}}$ мәндер алынды: $0; 60,1; 118,2; 179,5; 242,5; 303 \text{ мА}$.

Шунт қосылғаннан кейін миллиамперметрдің зауыт берген дәлдік класына сәйкестігін анықтау және аспаптың бұрынғы дәлдік класы сақталуы үшін не істеу керек екенін түсіндіріңіз.

2.53. $10; 20; 50; 100; 200; 500 \text{ кГц}$ –ке тең $F_{\text{ном}}$ біржақты шкаласы бар және дәлдік класы 1% болатын аналогтық жиілік өлшеуішпен 100 кГц жиілікті өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігі қандай болады?

2.54. В3-13 вольтметрімен оның келесідей техникалық сипаттамаларымен жиілігі $0,8 \text{ МГц}$ $0,5 \text{ В}$ кернеуді өлшеудің қателігін және оңтайлы шегін анықтау керек:

а) кернеуді өлшеу шектері $3; 10; 30; 100; 300 \text{ мВ}$ және $1; 3; 10; 30; 100; 300 \text{ В}$;

б) өлшенетін кернеудің жиілік диапазоны 20 Гц -тен 1 МГц -ке дейін;

в) 20 Гц -тен 1 МГц -ке дейінгі жиілік диапазонында 3 мВ -тан 1 В -қа дейінгі шекте және 20 Гц -тен 20 кГц -ке дейінгі жиілік диапазонында 3 -тен 300 В -қа дейінгі шектегі аспаптың келтірілген қателігі $\pm 4 \%$ -дан аспайды, ал 20 кГц -тен 1 МГц -ке дейінгі жиілік диапазонында 3 -тен 300 В -қа дейінгі шекте $\pm 6 \%$ -дан аспайды.

2.55. Тоқтың өлшенген мәні 10 мА , ақиқат мәні – $10,8 \text{ мА}$, ал шкаласы біржақты аспаптың номиналды мәні 25 мА .

Өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау және аспаптың дәлдік класын белгілеу керек.

2.56. Контурдың резонанстың жиілігін анықтау кезінде абсолюттік қателігі 10 МГц болатын 300 МГц катушканың индуктивтілігі және абсолюттік қателігі 16 пФ болатын 300 пФ конденсатордың сыйымдылығы өлшенді.

Резонанстық жиілікті және осы өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

2.57. 15 мА тоқты өлшеу үшін екі аспап қолданылды: біріншісі $I_{\text{ном1}} = 20 \text{ мА}$ және $\gamma_{\text{пр1}} = 1,5 \%$, екіншісі $I_{\text{ном2}} = 100 \text{ мА}$ және $\gamma_{\text{пр2}} = 0,5\%$.

Аспаптардың қайсысында өлшеу кемшілігі төмен болатынын анықтау керек.

2.58. Келтірілген қателіктің келесідей мәндерінде өлшеу шектері 1; 3; 10; 30; 100; 300 мВ және 1; 3; 10; 30; 100; 300 В, жиілігі 2,9 МГц болатын В3-38 вольтметрмен 12,8 МВ кернеуді өлшеудің оңтайлы шегін таңдап, абсолюттік және салыстырмалы қателігін есептеңіз.

Өлшеу шегі	Қателігі, %, жиілік диапазонында		
	20.45 Гц	1.3 МГц	3.5 МГц
1...300 мВ	±4	±4	±6
1...300 В	±4	±4	±6

2.59. Төмендегідей техникалық сипаттамалары бар генераторда 1 МГц жиілігін қоюдың абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау:

а) өндірілегін жиіліктер диапазоны 100-ден 25 000 кГц-ке дейін, шектік жиілігі келесідей ауысып отыратын сегіз ішкі диапазонға бөлінген:

1-ші 100-ден 180кГц-ке дейін, 5-ші 400-ден 2 800 кГц-ке дейін, 2-ші 180-нен 350кГц-ке дейін, 6-шы 2 800-ден 5 800 кГц-ке дейін, 3-ші 350-ден 700кГц-ке дейін, 7-ші 5 800-ден 12 000 кГц-ке дейін 4-ші 700-ден 1 400 кГц-ке дейін, 8-ші 12 000-нан 25 000 кГц-ке дейін б) жиілікті қоюдың негізгі қателігі ±1 %?

2.60. Өлшеу шектері 1,5; 7,5; 15; 60 мкА, дәлдік класы 0,2% болатын микроамперметр токтың 1,2 мкА көрсетті.

Аталған өлшеуді жүгізудің оңтайлы шегі мен оның абсолюттік және салыстырмалы қателіктері қандай?

2.61. $470 \text{ к} \pm 5 \%$ деп белгіленген резистордың кедергі мәндерінің шектері қандай?

2.62. Конденсатордағы электр энергиясын анықтау үшін $U_{\text{ном}}=20 \text{ В}$, дәлдік класы 4% болатын вольтметрмен абсолюттік қателігі 0,5 мкФ болатын 10 мкФ сыйымдылық пен ондағы 18 В кернеуді өлшеді.

Электр энергиясының мәнін және өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін есептеу керек.

2.63. Келтірілген қателігі ±2,5% және өлшеу шектері 1; 3; 10; 30; 100; 300 В болатын В7-26 вольтметрмен 10 В ауыспалы токтың кернеуін өлшеудегі абсолюттік және салыстырмалы қателік қандай болады?

2.64. Келесідей техникалық сипаттамалары бар осциллографпен 1 В кернеудің амплитудалық мәнін өлшеудің абсолюттік қателігін анықтаңыз.

а) кіріс сигналдың кернеу амплитудасының диапазоны 50 мВ-тан 1,5 В-қа дейін;

б) амплитуданы өлшеу қателігі $\pm 10\%$ -дан артық емес;

в) уақытша интервалдарды өлшеу қателігі $\pm 10\%$ -дан артық емес.

2.65. $I_{\text{ном}} = 100$ мА және $\gamma_{\text{пр}} = 1,0$ % болатын аспаппен резистордың кедергісін анықтау үшін резистор арқылы өтетін 80 мА ток өлшенді және $P_{\text{ном}} = 1$ Вт и $\gamma_{\text{пр}} = 2,5$ % болатын ваттметрмен 0,64 Вт шығын қуаты өлшенді.

Резистордың кедергісі мен абсолюттік және салыстырмалы қателігін есептеңіз.

2.66. Индуктивтілік катушкасының магниттік энергиясын анықтау үшін абсолюттік қателігі 0,5 мГн болатын 50 мГн индуктивтілік өлшенді, $I_{\text{ном}} = 50$ мА және $\gamma_{\text{пр}} = 0,5$ % амперметрмен 40 мА ток өлшенді.

Магниттік энергия W_L мен абсолюттік және салыстырмалы қателікті есептеңіз.

2.67. Өлшеу шектері 0,3; 1,5; 7,5; 15; 75; 150 В, дәлдік класы 1,5% болатын М2001 көпшекті вольтметр 16 В кернеу мәнін көрсетті.

Осы кернеуді өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін есептеңіз.

2.68. Келесідей техникалық сипаттамалары бар С3-3 аспабында 15 МГц жиілікті қоюдың абсолюттік және салыстырмалы келтірілген қателігін анықтау керек:

а) жиілік диапазоны 150 кГц-тен 30 МГц-ке дейін, келесідей бес ішкі диапазонға бөлінген:

1-ші 0,15-тен 0,9 МГц-ке дейін, 4-ші 6,0-ден 13,5 МГц-ке дейін, 2-ші й 0,9-дан 2,5 МГц-ке дейін, 5-ші 13,5-тен 360 МГц-ке дейін. 3-ші 2,5-тен 6,0 МГц-ке дейін,

б) жиілікті қою қателігі ± 6 %-дан аспайды.

2.69. Дәлдік класы 4%, нөлден 100 мА-ге дейінгі шкаласы бар миллиамперметрмен токтың екі мәні өлшенді: 20 және 100 мА.

Осы өлшеулердің абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін анықтау керек.

2.70. Нөлден 60 В-қа дейінгі шкаласы бар вольтметрмен кернеуді өлшеу кезінде абсолюттік қателіктің бес мәні анықталды: 1,0; -2,5; 0,8; -1,5; -1,75 В.

Келтірілген қателікті анықтап, вольтметр дәлдіктің оныншы (4%) класына сәйкес келуі үшін не істеу керек екенін түсіндіру керек.

2.71. Өлшек шектері 10; 30; 100 мВ және 0,3; 1; 3 В, 20 Гц-тен 100 кГц-ке дейінгі жиілік диапазонында келтірілген қателігі $\pm 2,5\%$ болатын В3-43 вольтметрмен 15 мВ кернеу өлшенді.

Осы кернеуді өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы қателігін есептеңіз.

2.72. Келесідей техникалық сипаттамалары бар С1-67 осциллографымен 5 В кернеуді өлшеудің абсолюттік қателігін анықтау керек:

а) 5 мВ-тан 300 В-қа дейінгі диапазонда полярлық импульстарының пішінін бақылауға мүмкіндігі бар;

б) Пайдалану барысында кернеуді өлшеу қателігі $\pm 12\%$ -дан артық емес.

3 Тарау

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАЛЫҚ АСПАПТАР

3.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

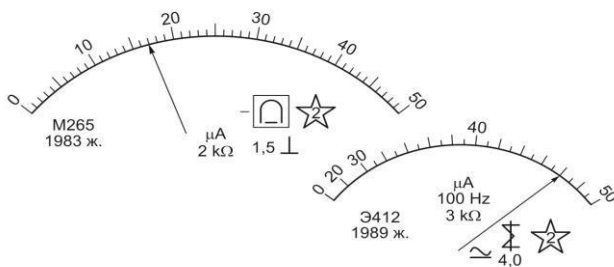
Белгілі бір параметрлерді өлшеу үшін оқу зертханаларында немесе өндірісте аспаптың сипаттамаларын бағалап таңдап алу керек болады. Бұл аспаптың төлқұжаты үнемі бола бермейді. Сондықтан аспаптардың негізгі метрологиялық сипаттамаларын анықтауды, оның беткі жағында жазылатын белгілердің мағынасын ашу үлгілерін, салыстырмалы талдаудың критерийлерін және өзге де факторларды қарастырамыз.

Мысал үшін 3.1 суретте көрсетілген екі микроамперметрдің беткі жағында жазылған белгілерді алайық. Осы аспаптардың анықталған сипаттамаларын алдын-ала әзірленіп қойған 3.1* кестесіне енгізіп отырамыз.

1. тарауда келтірілген теориялық мәліметтерді пайдалана отырып қажетті сипаттамаларды табамыз.

Біржақты шкаласы бар екі аспап үшін тоқтың номиналды мәнін анықтайық:

$$I_{\text{ном1}} = 50 - 0 = 50 \text{ мкА}; \quad I_{\text{ном2}} = 50 - 0 = 50 \text{ мкА}.$$



3.1 сурет. Магниттік-электрлік және электромагниттік жүйелердің микроамперметрлері шкалаларының суреті

* Вольтметрлер үшін осыған ұқсас кесте құрастырылады, онда $I_{\text{ном}}$ орнына $U_{\text{ном}}$ мәні, r_A орнына — r_V мәні, $U_{\text{ном}}$ кернеудің орнына — I_V мәні белгіленеді.

Аспаптың жүйесі	Аспаптың типі	$I_{\text{ном}}$, мкА	$\gamma_{\text{пр}}$, %	r_A , Ом	C , мкА/дел.	S , дел./мкА	U_A , В	P_A , мВт	Тоқты өлшеу диапазоны $I = I_{\text{мин}} - I_{\text{макс}}$, мкА	Жилік диапазон $R = R_{\text{макс}} - R_{\text{мин}}$
	M265 Э412									

Аспаптардың дәлдік кластары:

$$\gamma_{\text{пр1}} = 1,5\%; \gamma_{\text{пр2}} = 4,0\%.$$

Микроамперметрлердің ішкі кедергісі:

$$r_{A1} = 2 \text{ кОм}; \quad r_{A2} = 3 \text{ кОм}.$$

Аспаптардың бөлік құны:

$$C_1 = \frac{(50 - 40) \text{ мкА}}{10 \text{ дел.}} = 1 \frac{\text{мкА}}{\text{дел.}}; \quad C_2 = \frac{\text{мкА}, (50 - 40) \text{ мкА}}{10 \text{ дел.}} = 1 \frac{\text{мкА}}{\text{дел.}}.$$

Микроамперметрлердің сезгіштігі:

$$S_1 = \frac{1}{C_1} = 1 \text{ дел./мкА}; \quad S_2 = \frac{1}{C_2} = 1 \text{ дел./мкА}$$

Аспаптардағы кернеудің төмендеуін есептейік:

$$U_{A1} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 0,1 \text{ В};$$

$$U_{A2} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 0,15 \text{ В}.$$

Аспаптар пайдаланатын қуатты есептейік (себебі 3.1 кестедегі қуат милливаттармен берілу керек, есептеу нәтижесін 10^3 көбейту керек):

$$P_{A1} = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ А}^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Ом} \cdot 10^3 = 0,005 \text{ мВт};$$

$$P_{A2} = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ А}^2 \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ Ом} \cdot 10^3 = 0,0075 \text{ мВт}.$$

Екі аспап шкалаларының жұмыс аймақтарын табамыз:

$$I_{\text{мин1}} = 10 \text{ мкА}, I_{\text{макс1}} = 50 \text{ мкА};$$

$$I_{\text{мин2}} = 20 \text{ мкА}, I_{\text{макс2}} = 50 \text{ мкА}.$$

Сәйкесінше аспаптардағы тоқты өлшеу диапазондары келесідей:

$$D_{I1} = I_{\max 1} - I_{\min 1} = (50 - 10) \text{ мкА} = 40 \text{ мкА};$$

$$D_{I2} = I_{\max 2} - I_{\min 2} = (50 - 20) \text{ мкА} = 30 \text{ мкА}.$$

Аспаптардың жиілік диапазондары тоқты өлшеу диапазондары сияқты анықталады. Айырмашылық тек мынада: магниттік-электрлік жүйенің аспабы тек үздіксіз тоқта қолданылауы мүмкін. Яғни оның $D_F = 0$, ол туралы ақпарат М265 аспабының беткі жағында берілген.

Электрлік-магниттік жүйе аспабының жиілік диапазоны

$$D_{F2} = F_{\max 2} - F_{\min 2} = (100 - 0) \text{ Гц} = 100 \text{ Гц}.$$

3.2. Аспаптың беткі жағына жазылатын белгілер мен символдар

Мысал үшін 3.1 суретте көрсетілген аспаптардың беткі жағында жазылған барлық белгілер мен символдардың мағынасын ашып көрсетейік.

Аспап М265:

М — магниттік-электрлік жүйенің әріптік шифрі;

265 — әзірлеменің (модельдің) нөмірі;

1983 г. — шығарылған жылы;

μА — микроамперметр;

2кΩ — ішкі кедергі 2 кОм;

— - үздіксіз тоқ тізбегінде пайдалануға арналған;



сыртқы магниттік өрістің әрекетінен сақталған магниттік-электрлік жүйенің графикалық белгісі;

1,5 — дәлдік класы;

⊥ — жұмыс күйі тік;



өлшеу механизмі оқшауланған және оқшаулану кедергісі 2 кВ кернеумен сыналған.

Аспап Э412:

Э — электромагниттік жүйенің әріптік шифрі;

412 — әзірлеменің нөмірі;

1989 г. — шығарылған жылы;

μА — микроамперметр;

100 Hz — жиілік;

$3\text{к}\Omega$ — ішкі кедергі;
 — ауыспалы және үздіксіз тоқ тізбектерінде пайдалануға арналған;
 — электромагниттік жүйенің графикалық белгісі;
 $\pm 0,0$ — дәлдік класы;
 — өлшеу механизмі оқшауланған және оқшаулану кедергісі 2 кВ кернеумен сыналған.

3.3. Аспаптардың салыстырмалы талдауы

3.1 және 3.2 бөлімдерде алынған сипаттамалар бойынша қарастырылатын аспаптардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілеп салыстырмалы талдау жүргіземіз.

Өлшеу аспаптарына салыстырмалы талдау жүргізуде қолданылатын критерийлерді келтірейік:

- дәлдік класы ($\gamma_{\text{пр}}$ неғұрлым төмен болған сайын, аспап соғұрлым жақсы);
- ішкі кедергі ($r_{\text{д}}$ неғұрлым төмен болған сайын, амперметр соғұрлым жақсы және $r_{\text{в}}$ неғұрлым үлкен болған сайын, вольтметр соғұрлым жақсы);
- сезгіштік (S неғұрлым үлкен болған сайын, аспап соғұрлым жақсы);
- амперметрдегі кернеудің түсуі ($U_{\text{д}}$ неғұрлым аз болса, аспап соғұрлым жақсы) немесе вольтметрде қолданылатын тоқ ($I_{\text{в}}$ неғұрлым аз болса, аспап соғұрлым жақсы);
- аспапта қолданылатын қуат (P неғұрлым аз болса, аспап соғұрлым жақсы);
- параметрді өлшеу диапазоны (ол неғұрлым кең болса, аспап соғұрлым жақсырақ);
- жиілік диапазоны (ол неғұрлым кең болса, аспап соғұрлым жақсырақ);
- шкаланың түрі (шкаласы бірқалыпты аспап жақсырақ);
- сыртқы магнит өрістерінен қорғаныстың болуы (мұндай қорғаныс болса аспап жақсырақ);
- шығарылған жылы (аспап неғұрлым жаңа болса, соғұрлым жақсырақ);
- жұмыс істеу күйі (кез келген күйде жұмыс істейтін аспап жақсырақ);
- тоқтың түрі бойынша (эмбебап аспап жақсырақ).

Келтірілген критерийлердің негізінде қарастырылып отырған М265 және Э412 аспаптарын салыстырайық.

М265 аспабының артықшылықтары:

- бірқалыпты шкала;
- сыртқы магниттік өрістердің ықпалынан қорғаныштың болуы;
- $\gamma_{\text{пр}}$ төмен;
- ішкі кедергісі төмен;
- кернеудің түсуі аз;
- қолданатын қуат аз;
- өлшеу диапазоны әлдеқайда кең.

М265 аспабының кемшіліктері:

- әмбебап емес;
- шығарылған жылы ерте;
- тек тік тұрған күйде жұмыс істейді;
- жиілік диапазоны тар.

3.4. Өлшеу қателігін бағалау

Мысал үшін қарастырылып отырған М265 және Э412 аспаптарымен 25 мкА тоқты өлшеу қателігін бағалаймыз, ол үшін (2.4) формуланы қолданамыз:

Место для формулы.

$$\gamma_{a1} = 1,5\% \frac{50 \text{ мкА}}{25 \text{ мкА}} = 3\%; \quad \gamma_{a2} = 4,0\% \frac{50 \text{ мкА}}{25 \text{ мкА}} = 8\%.$$

3.5. Өлшенетін параметрдің мәнін анықтау

Мысал үшін 3.1 суретте көрсетілген аспаптардың тілдері тұрған күй бойынша өлшенетін тоқтың мәнін табамыз, ол үшін 3.1 кестеден осы аспап шкалаларының бөлік құны туралы мәліметтерді пайдаланамыз:

$$I_1 = 17 \text{ мкА}; \quad I_2 = 47 \text{ мкА}.$$

Электромеханикалық аспаптар неге арналғаны, конструкциясы, жүргізетін энергияны қайта құру принципі және метрологиялық сипаттамалары бойынша алуан түрлі болып келеді.

Өлшеу аспабы туралы жеткілікті ақпарат алу үшін қажетті маркалаудың арнайы жүйесін 1845-59 МемСт белгілейді. Аспаптардың шкалаларында жазылатын шартты белгілердің мағынасы 4 қосымшада берілген.

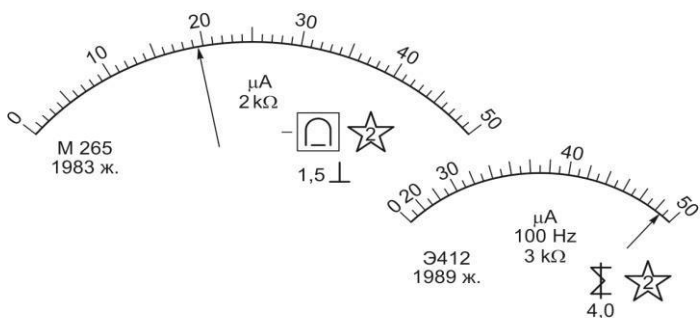
3.6. Өздігімен шешуге арналған есептер

3.1. 3.2 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;

2) әр аспаптың шкаласында жазылған барлық символдардың мағынасын ашып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілеу отырып осы аспаптарға салыстырмалы талдау жүргізу қажет;

3) екі аспаппен 80 В тең γ_d кернеудің өлшеу қателігін есептеу керек;



3.2 сурет. 3.1 есепке қатысты екі аспаптың кескіні

4) 3.2 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін кернеу мәнін анықтау қажет.

3.2. 3.3 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;

2) әр аспаптың шкаласында белгіленген барлық символдардың мағынасын ашып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілеу отырып осы аспаптарға салыстырмалы талдау жүргізу қажет;

3) қос аспаппен де 250 мА тең γ_d тоқтың өлшеу қателігін есептеу керек;

4) 3.3 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін ток мәнін анықтау қажет.

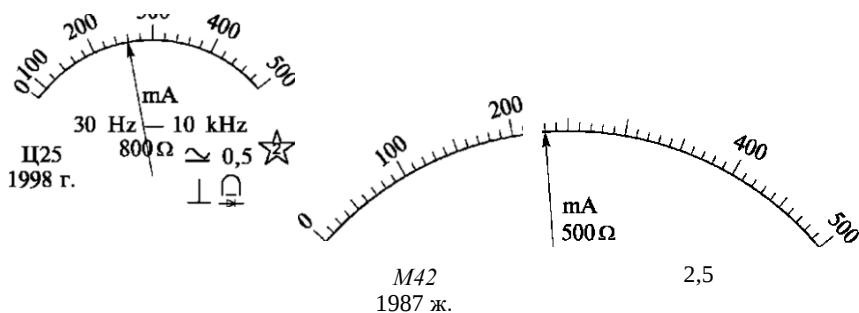
3.3. 3.4 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;

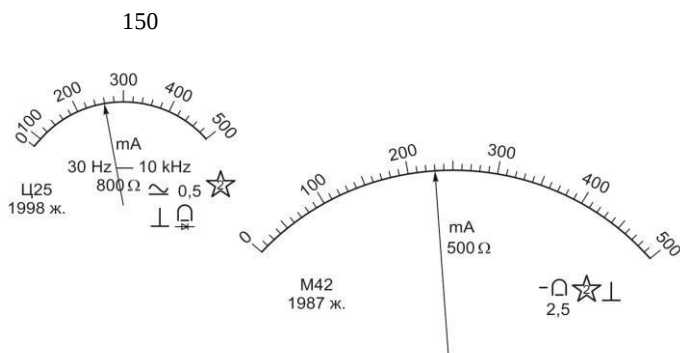
2) әр аспаптың шкаласында белгіленген барлық символдардың мағынасын ашып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілей отырып осы аспаптарға салыстырмалы талдау жүргізу қажет;

3) қос аспаппен де 220 В тең γ_d кернеудің өлшеу қателігін есептеу керек;

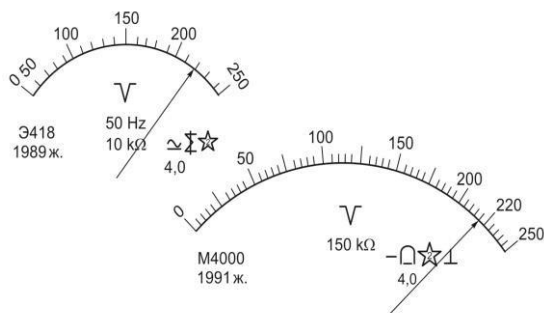
4) 3.4 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін кернеу мәнін анықтау қажет.



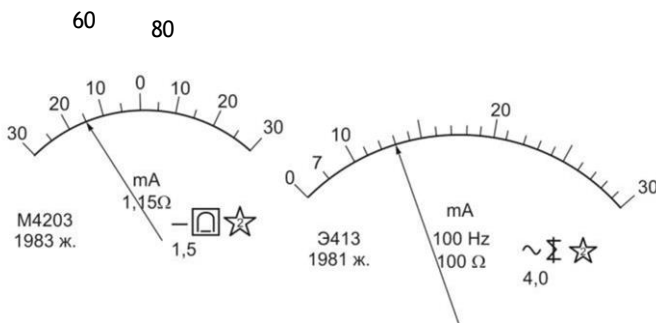
3.3 сурет. 3.2 есепке қатысты екі аспап шкаласының кескіні



3.4 сурет. 3.3 есепке қатысты екі аспап шкаласының кескіні



3.5 сурет. 3.4 есепке қатысты екі аспап шкаласының кескіні



3.6 сурет. 3.5 есепке қатысты екі аспап шкаласының кескіні

3.4. 3.5 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;

2) әр аспаптың шкаласында белгіленген барлық символдардың мағынасын ашып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілеу отырып осы аспаптарға салыстырмалы талдау жүргізу қажет;

3) қос аспаппен де 15 мА тең γ_d тоқтың өлшеу қателігін есептеу керек;

4) 3.5 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін ток мәнін анықтау қажет.

3.5. 3.6 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;

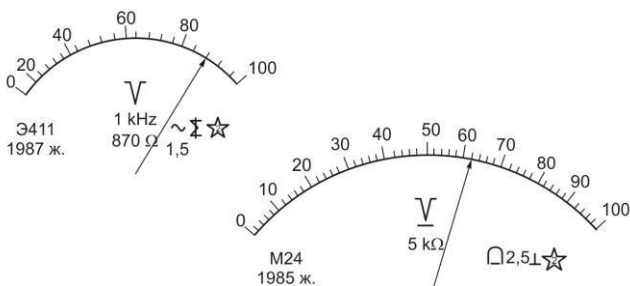
2) әр аспаптың шкаласында белгіленген барлық символдардың мағынасын ашып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін белгілей отырып осы аспаптарға салыстырмалы талдау жүргізу қажет;

3) қос аспаппен де 80 В тең γ_d кернеудің өлшеу қателігін есептеу керек;

4) 3.6 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін кернеу мәнін анықтау қажет.

3.7. 3.7 суретте екі өлшеу аспабының шкалалары берілген.

1) осы аспаптардың негізгі параметрлерін анықтап, 3.1 кесте секілді нысанды толтыру керек;



3.7 сурет. 3.6 есепке қатысты екі аспап шкаласының кескіні

2) талдау керек барлық символдар, енгізілген шкаласында әр аспаптың, және салыстырмалы талдау жүргізу, бұл аспаптарды көрсете отырып, олардың салыстырмалы артықшылықтары мен кемшіліктері;

3) қос аспаппен де 2,5 А тең γ_d тоқтың өлшеу қателігін есептеу керек;

4) 3.7 суретте көрсетілген аспап шкалаларының тілдері тұрған күйге сәйкес келетін өлшенетін кернеу мәнін анықтау қажет.

МУЛЬТИМЕТРЛЕР

4.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Мультиметр сонымен қатар оны құрама аспап, тестер немесе ампервольтметр деп атайды.

Қазіргі кезде аналогтық және цифрлық мультиметрлер кеңінен қолданылады.

Аналогтық мультиметр өз ішінде магниттік-электрлік жүйеден, шунттар мен қосымша резисторлар жиынтығынан тұрады. Ауыспалы ток пен кернеуді өлшеу үшін аспапқа ауыспалы тоқты тұрақты токқа ауыстыратын түзетуші (детектор) деп аталатын бөлшек кіреді, ол екі жартылай периодты түзету кескіні бойынша жасалған. Белсенді кедергіні өлшеу үшін аналогтық мультиметрде қуаттың химиялық көзі бар, ал үлкен мәнді кедергілерді өлшеу үшін ондаған вольт кернеудің сыртқы көзін қосады.

Мультиметрлердің артықшылықтарына мыналарды жатқызуға болады:

- көпфункциональдылығы, яғни оларды көптеген параметрлерді (ток, кернеу, резисторлардың белсенді кедергісі, конденсаторлардың сыйымдылығы, шағын қуатты транзисторлардың параметрлері – h_{21} , $I_{к60}$ және т.б.) өлшеуге пайдалану мүмкіндігі;

- көпшектілігі, сәйкесінше параметрлерді өлшеу диапазонының кеңдігі;

- көлемдік өлшемі, салмағы мен құнының аздығы;
- әмбебаптығы, яғни ауыспалы және тұрақты токтар мен кернеуді өлшеу мүмкіндігі.

Мультиметрлердің кемшілігі:

- тар жиілік диапазоны;
- өлшеудің келтірілген және салыстырмалы қателіктерінің көптігі (цифрлық мультиметрлерде де солай);

- өлшеудің түрлі шектерінде кірмелі кедергінің тұрақсыздығы;
- зерттелетін тізбектен үлкен қуат жұмсау.

Цифрлық мультиметрлердің өлшейтін параметрлер диапазоны кең, оларды қолдану барысында бөлік құны мен шкала коэффициентін анықтаудың қажеттілігі жоқ. Осыған сәйкес оператор субъективті қате жіберуі мүмкін емес. Алайда олардың құны аналогтық мультиметрлерге қарағанда жоғары.

Аналогтық мультиметрлердің артқы жағында қолданылатын өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтауға мүмкіндік беретін мәліметтер келтіріледі.

Егер тестер вольтметр ретінде қолданылса, онда оның кірмелі кедергісі мына формула бойынша анықталады.

$$r_V = \frac{U_{\text{ном}}}{I}, \quad (4.1)$$

мұндағы $U_{\text{ном}}$ — таңдалған өлшеу шегі; I — аспаптың артқы жағында белгіленген тоқтың мәні.

Егер тестер амперметр ретінде қолданылса, онда оның кірмелі кедергісі мына формула бойынша есептеледі:

$$r_A = \frac{U}{I_{\text{ном}}}, \quad (4.2)$$

Мұндағы $I_{\text{ном}}$ — таңдалған өлшеу шегі; U — аспаптың артқы жағында белгіленген тоқтың мәні.

Кейбір тестерлердің төлқұжатында тұрақты және ауыспалы тоқтар бойынша $R_{\text{уд}}$ үлестік кедергілері келтіріледі. Мұндай жағдайда тестердің кірмелі кедергісі

$$r_V = R_{\text{уд}} U_{\text{ном}}. \quad (4.3)$$

Вольтметр ретінде қолданылатын тестердің ішкі кедергісінің төмен болуы, зерттеліп отырған тізбекке тұйықтаушы әсер береді. Сонымен қатар өлшеудің негізгі қателігінен бөлек тұйықтау қателігі пайда болады. Осыған орай, кернеуді өлшеуге қолданылатын тестердің ішкі кедергісі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым жақсы.

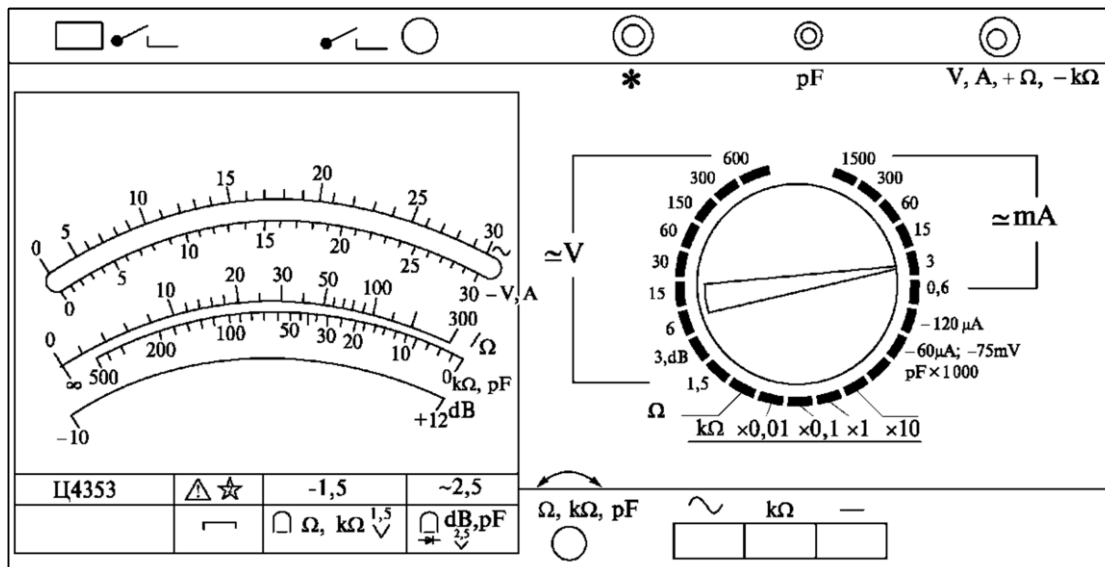
4.2. Есептерді шешу үлгілері

4.1.Мысал. 4.1 суретте Ц4353 мультиметрінің беткі жағы бейнеленген. Осы аспаппен өлшенетін параметрлер тізімін анықтау талап етіледі.

Шешімі. Беткі жағында бейнеленген белгілерді қарастырайық. Аспаптың клеммаларының (қысқыштар) астындағы жазулардан бастаймыз. «*» деп белгіленген қысқыш жалпы болып табылады. Яғни ол кез келген параметрді өлшеу үшін қолданылады.

«pF» әріптерімен белгіленген клемма конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеуге арналған, сәйкесінше, конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеуде «*» және «pF» клеммалары қолданылады.

«pF» клемасының оң жағында «V, A, +O, -k O» деп белгіленген клеммалар орналасқан, яғни мультиметрмен резисторлардың кернеуі, тоғы және кедергісін өлшеуге болады. Мұндағы «+O» белгісі кедергіні оммен өлшегенде тік шкаланы, ал килооммен өлшегенде кері шкаланы



V $\sim$ -0,075		-1,5; 3	$\sim$ 6	-15... 600
mA < 0,065	<0,055	<5,2	<0,65	<0,53
mA	-0,06	-0,12 ...1500	$\sim$ 0,6 .. 1500	
V	< 0,008	<0,5	< 1,5	

4.1 сурет. Ц4353 мультиметрінің беткі жағы және оның кірмелі кедергісін анықтауға қажетті аспаптың артқы жағында белгіленген мәліметтер.

қолдану керек дегенді білдіреді. Ауыспалы тоқты өлшеуге «~» белгісімен белгіленген мультиметрдің жоғарғы шкаласы арналған, ал тұрақты тоқты өлшеуге «-V, A» шкаласы қолданылады.

Осыған орай, мынандай нақты тұжырым жасауға болады: мультиметрмен тұрақты және ауыспалы тоқтардың кернеуін, тұрақты және ауыспалы тоқтарды, резисторлардың кедергісін және конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеуге болады.

4.2. Мысал. Ц4353 мультиметрінің келесідей төлқұжаттың сипаттамаларын анықтау талап етіледі. Тұрақты және ауыспалы тоқтардың кедергісін өлшеу диапазоны, тұрақты және ауыспалы тоқтарды өлшеу диапазоны, резисторлардың кедергісін өлшеу диапазоны және конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеу диапазоны.

Шешімі. 1. Тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын 4.2, а суретінде бейнеленген шкала бойынша табамыз:

Өлшеу шектерін ауыстырып қосатын тетік бойынша $U_{\text{ном min}} = 75 \text{ мВ}$ және $U_{\text{ном max}} = 600 \text{ В}$ номаиналды кернеулерді анықтаймыз.

Ең төменгі кернеуді есептеуде градуирлеу мен шкала коэффициенті ескеріледі.

$U_{\text{ном min}}$ градуирлеудің ең үлкен мәніне сәйкес келмейтіндіктен (тең емес), шкала коэффициенті $K_{\text{ш}} = \frac{75}{30} = 2,5$.

Шкалада қарастырылатын бірінші цифрланған бөлік — 5. Осы мәнді шкала коэффициентіне көбейтсек, $U_{\text{ном min}} = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ мВ}$ мәні шығады.

Осыған сәйкес, мультиметрде өлшенетін тұрақты тоқтың кернеу диапазонының шектік мәндері $U_{\text{min}} = 12,5 \text{ мВ}$, $U_{\text{max}} = 600 \text{ В}$.

2. Ауыспалы тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын 4.2, б суретінде бейнеленген шкала бойынша табамыз:

$$U_{\text{ном min}} = 1,5 \text{ В}; U_{\text{ном max}} = 600 \text{ В}$$

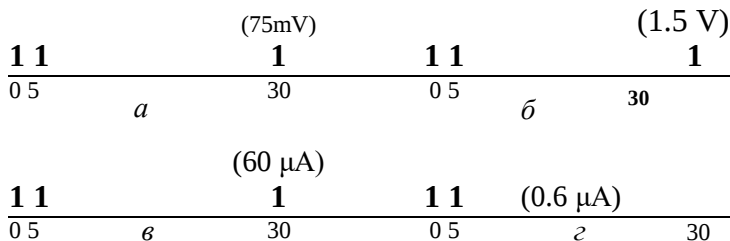
$$K_{\text{ш}} = 0,05; U_{\text{min}} = 5 \cdot 0,05 = 0,25 \text{ В}.$$

Сәйкесінше, мультиметрде өлшенетін ауыспалы тоқтың кернеу диапазонының шектік мәндері $U_{\text{min}} = 0,25 \text{ В}$, $U_{\text{max}} = 600 \text{ В}$.

3. Тұрақты тоқты өлшеудің диапазонын 4.2, в суретте бейнеленген шкала бойынша табамыз:

$$I_{\text{ном min}} = 60 \text{ мкА}; I_{\text{ном max}} = 1\,500 \text{ мА};$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{60}{30}; \quad I_{\text{min}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ мкА}.$$



4.2 сурет. 4.2 үлгіге қатысты мультиметр шкалаларының (а...г) кескіні

Сәйкесінше, $I_{\min} = 10 \text{ мкА}$, $I_{\max} = 1500 \text{ мА}$.

4. Ауыспалы тоқты өлшеудің диапазонын 4.2, г суретте бейнеленген шкала бойынша табамыз:

$$I_{\text{ном min}} = 0,6 \text{ мА}; I_{\text{ном max}} = 1500 \text{ мА};$$

$$K_{\text{ш}} = 0,2; \quad I_{\min} = 5 \cdot 0,02 = 0,1 \text{ мА}.$$

Сәйкесінше, $I_{\min} = 0,1 \text{ мА}$, $I_{\max} = 1500 \text{ мА}$.

5. Резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын табудың ерекшелігі – мұнда шкаланың коэффициентін анықтау талап етілмейді. «О» кедергіні өлшеудің ең төменгі шегінің шкаласынан $R_{\min}$ анықтау үшін (4.1 суретке қараңыз) бірінші цифрландырылған бөлікті табамыз — 10.«кО» шкаласынан 500 ең үлкен санды $R_{\max}$ табу үшін ең үлкен санды килоомдар бойынша көбейткішке көбейтеміз — 10, яғни $5000 \text{ кОм} = 5 \text{ МОм}$.

Осыған сәйкес, $R_{\min} = 10 \text{ Ом}$, $R_{\max} = 5 \text{ МОм}$.

6. Конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеу диапазоны өлшеу диапазоны сияқты анықталады:

$$C_{\min} = 10 \cdot 1000 \text{ пФ} = 10000 \text{ пФ} = 0,01 \text{ мкФ};$$

$$C_{\max} = 500 \cdot 1000 \text{ пФ} = 500000 \text{ пФ} = 0,5 \text{ мкФ}.$$

4.3. Мысал. 1,5 В шегінде тұрақты тоқтың кернеуі бойынша бөлік құны мен сезгіштікті анықтау талап етіледі (4.3 сурет).



4.3 сурет. 4.3 үлгіге қатысты мультиметр шкаласының үзіндісі

Шешімі. Шкала коэффициенті $K_{ш} = \frac{1,5}{30} 0,05$, сонда

$$C_{1,5В} = \frac{(30 - 25)В}{5 \text{ дел.}} 0,05 = 0,05 \text{ В/дел.};$$

$$S_{1,5В} = \frac{1 \text{ дел.}}{0,05 \text{ В}} = 20 \text{ дел./В.}$$

4.4. Мысал. 20 В тең тұрақты ток кернеуін Ц4353 мультиметрімен өлшеу қателігін анықтау талап етіледі.

Шешімі. Өлшеу қателігін (2.5) формула бойынша есептейміз.

Ц 4353 мультиметрінің беткі жағының суретінен (4.1 суретке қараңыз) оның дәлдік класын тауып аламыз: $\gamma_{пр} = 1,5\%$. Кернеуді өлшеудің шегін таңдаймыз $U_{ном} = 30 \text{ В}$. Сонда $\gamma_d = 1,5\% = 2,25\%$.

4.5. Мысал. 4.4 мысалда таңдалған өлшеу шегінде Ц4353 мультиметрінің шығыстық кедергісін анықтау талап етіледі.

Шешімі. 4.4 мысалдың шарты бойынша мультиметр вольтметр ретінде қолданылады. Сондықтан кірмелі кедергіні есептеу үшін (4.1) формуланы қолданамыз. ,

Мультиметр арқылы өтетін токтың мәнін 4.1 суретте аспаптың артқы жағындағы V -1,5...600 жол бөлгішінен табамыз,. Яғни (4.1)

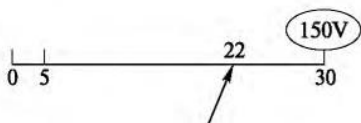
$$mA < 0,055$$

формуласына 0,055 мА тең токтың мәнін және $U_{ном} = 30 \text{ В}$ таңдалған

$$R_v = \frac{U_{ном}}{I} = \frac{30 \text{ В}}{0,055 \cdot 10^{-3} \text{ А}} \approx 545 \text{ кОм.}$$

4.6 мысал. Төмендегі белгілі мәліметтер бойынша аспап өлшейтін параметрлерді анықтау талап етіледі:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі150V
Басылған тетік..... «~»
Тілдің күйі 22



4.4 сурет. 4.6 мысалға қатысты Ц4353 мультиметр шкаласының үзіндісі

Шешімі. 4.4 суретте келтірілген мультиметр шкаласының үзіндісі бейнелеген суретті пайдалана отырып, шкала коэффициентін есептейміз:

$$K_{\Phi} = \frac{150}{30} = 5.$$

Аспап тілінің көрсеткішін шкала коэффициентіне көбейтіп, өлшеу нәтижесін аламыз: $U = 22 \text{ В} \cdot 5 = 110 \text{ В}$.

4.3. Өздігімен шешуге арналған есептер

4.1. 4.5 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) барлық өлшенетін параметрлерін;
- 2) тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 3) таңдалған шектегі 25 мА тұрақты тоқты өлшеудің қателігін;
- 4) есептің 3 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 5) Төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін

параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі..... 25 мА
Басылған тетік «←»
Тілдің күйі.....40

6) есептің 3 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.2. 4.5 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 25 мА ауыспалы тоқты өлшеудің қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) Төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін

параметрдің мәнін:

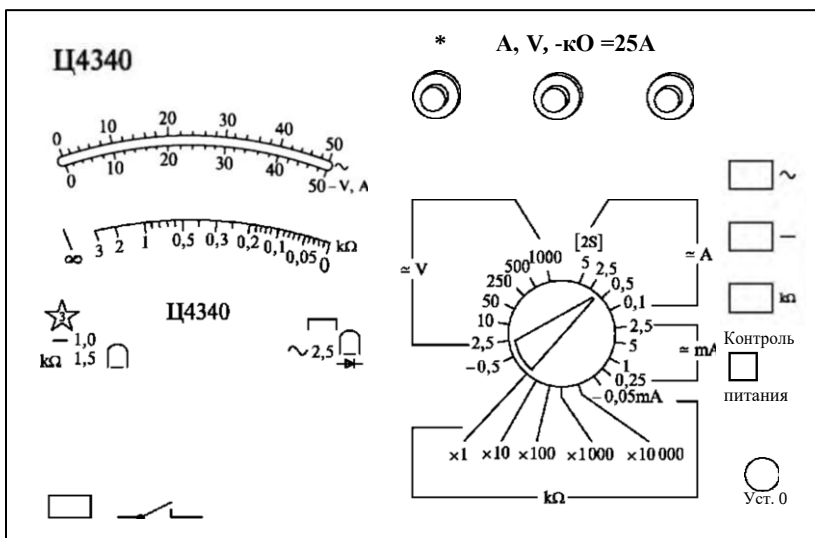
Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 5 мА
Басылған тетік..... «←»
Тілдің күйі30

5) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.3. 4.5 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 5 В тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) Төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін

параметрдің мәнін:



-0,5...1 000 V	≤ 50 μA	- 50 μA ...25 A	≤ 0,75 V
~ 2,5 V	≤ 5 125 μA	~ 250 μA ...25 A	≤ 1,1 V
~ 10 V	≤ 1 025 μA		
~ 50 ... 1000 V	≤ 512,5 μA		

1000 V	45-60 — 4 000 Hz
250 V, 500 V	45-60 — 1000 Hz
0,5 ...25 A	45-60 — 5 000 Hz
2,5 ...50 V	45-60 — 10 000 Hz
250 μA ...0,1 A	

4.5 сурет. Ц4340 мультиметрінің беткі жағының суреті және оның артқы жағында белгіленген мәліметтер

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі..... 10 V
Басылған тетік «-»
Тілдің күйі.....20

5) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.4. 4.5 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы ток кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 25 В ауыспалы ток кернеуін өлшеудің қателігін;

- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 50 В
 Басылған тетік «~»
 Тілдің күйі 40

5) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.5. 4.5 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 5 кОм резистордың кедергісін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі x10kQ
 Басылған тетік kQ
 Тілдің күйі 0,3

5) 1 000 В өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау қажет.

4.6. 4.6 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) барлық өлшенетін параметрлерін;
- 2) тұрақты тоқты өлшеу диапазонын;
- 3) таңдалған шектегі 60 мкА тұрақты тоқты өлшеудің қателігін;
- 4) есептің 3 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 0,06 mA
 Параметрлерді ауыстырып қою тетігінің күйі «->»
 Тілдің күйі 24

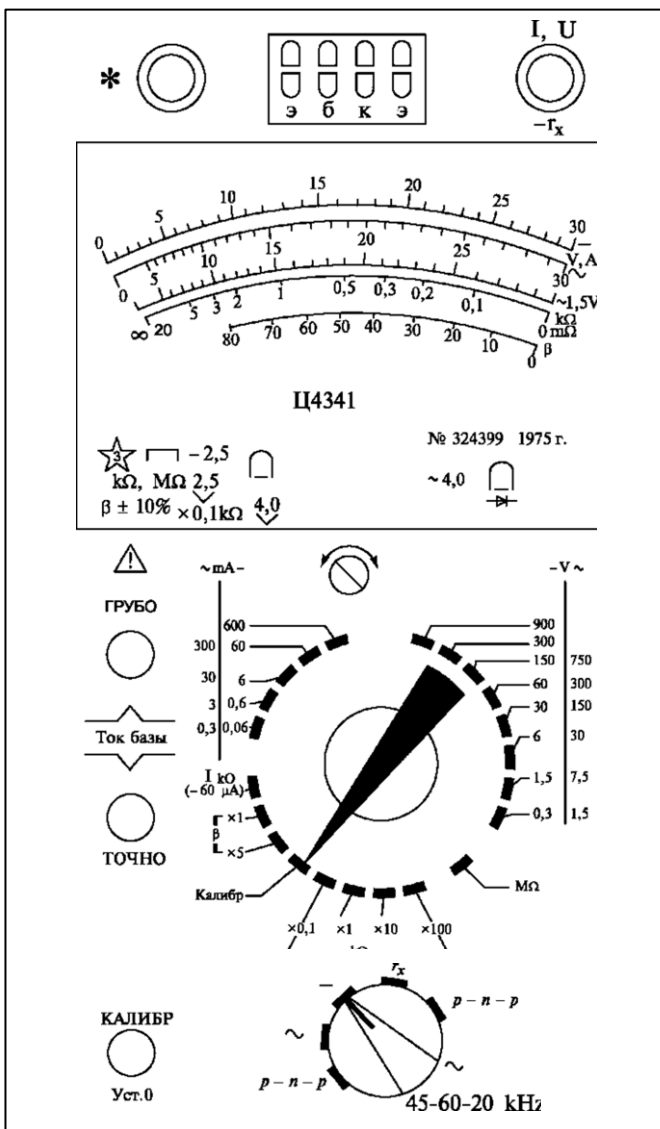
6) тұрақты тоқты өлшеу кезіндегі сезгіштікті анықтау керек.

4.7. 4.6 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 100 мкА ауыспалы тоқты өлшеудің қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 0,3 mA
 Басылған тетік «~»
 Тілдің күйі 20

5) ауыспалы тоқты өлшеу кезіндегі сезгіштікті анықтау керек.



4.6 сурет. Ц4341 мультиметрінің беткі жағының суреті

4.8. 4.6 суретте көрсетілген аспаптын:

- 1) тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 5 В тұрақты тоқ кернеуін өлшеудің қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі	6 V
Басылған тетік	«-»
Тілдің күйі.....	20

1) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек (төлқұжатта белгіленген меншікті кедергі $R_{уд-U} = 16,7 \text{ кОм/В}$).

4.9. 4.6 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 75 В ауыспалы тоқ кернеуін өлшеудің қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған шектегі шкаланың бөлік құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі	150 V
Басылған тетік	«~»
Тілдің күйі.....	25

5) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек (төлқұжатта белгіленген меншікті кедергі

$$R_{уд-U} = 33,3 \text{ кОм/В}).$$

4.10. 4.6 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 1 кОм резистордың кедергісін өлшеудің қателігін;
- 3) 1,5 В өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі.....	x 1kQ
Параметрлерді ауыстырып қою тетігінің күйі	r_x
Тілдің күйі.....	1

5) 20 В тең тұрақты тоқ кернеуін өлшеудегі кірмелі кедергіні анықтау керек (төлқұжаттағы сипаттамасы — тұрақты тоқ кернеуін өлшеудегі меншікті кедергі 16,7 кОм/В).

4.11. 4.6 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) β транзисторларының күшейту коэффициентін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі β өлшеу қателігін;
- 3) $\beta \times 1$ өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі.....	$\beta \times 5$
Параметрлерді ауыстырып қою тетігінің күйі.....	$p-n-p$
Тілдің күйі.....	40

5) β күшейту коэффициентін өлшеудегі сезгіштікті анықтау керек.

4.12. 4.1 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) барлық өлшенетін параметрлерін;
- 2) ауыспалы ток кернеуін өлшеу диапазонын;
- 3) таңдалған шекте 100 В ауыспалы ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 4) есептің 3 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала

бөлігінің құнын;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 150 В

Параметрлерді ауыстырып қою тетігінің күйі..... «~»

Тілдің күйі..... 25

6) есептің 3 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.13. 4.1 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты ток кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 10 В тұрақты ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала

бөлігінің құнын;

4) тұрақты ток кернеуі бойынша сезгіштікті;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 15 В

Басылған тетік «-»

Тілдің күйі..... 22

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі кірмелі кедергіні анықтау керек.

4.14. 4.1 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты токты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 0,1 мА тұрақты токтың өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала

бөлігінің құнын;

4) тұрақты ток бойынша сезгіштікті;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 100 pA

Басылған тетік «-»

Тілдің күйі..... 10

4.15. 4.1 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 7,5 мА ауыспалы токтың өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) ауыспалы ток бойынша сезгіштікті;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 15 мА

Басылған тетік «~»

Тілдің күйі 23

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтау керек.

4.16. 4.1 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 5 кОм резистордың кедергісін өлшеу қателігін;
- 3) 60 В өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) конденсаторлардың сыйымдылығын өлшеу диапазонын;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі x 0,01кQ

Басылған тетік кQ

Тілдің күйі 50

- 6) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі pF x 1 000

Тілдің күйі 30

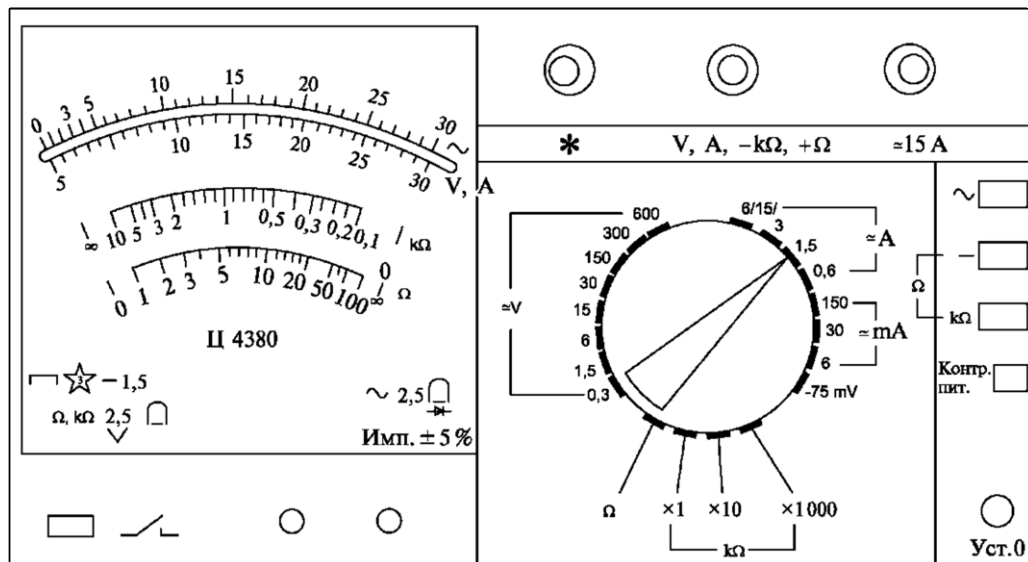
4.17. 4.7 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы токтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 1 В ауыспалы ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) ауыспалы ток кернеуі бойынша сезгіштікті;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 1,5 V

Басылған тетік «~»

Тілдің күйі 23



-75 mV ...1,5V	< 30,4 μ A
-6 ...600 V	< 1 522 μ A
0 0 0	< 5 000 μ A
~1,5	< 1 025 μ A
~6 ...600 V	< 1 540 μ A

- 6тпА ... 15 А	< 1.1 V
600 V	45-60 - 1 000 Hz
150; 300V	45-60 - 2 000 Hz
0,3 ... 30V	45-60 - 10 000 Hz
6mA ...15 А	45-60 - 19 999 Hz

4.7 сурет. Ц4380 мультиметрінің беткі жағының суреті және оның артқы жағында белгіленген мәліметтер

4.18. 4.7 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 10 В тұрақты ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) тұрақты ток кернеуі бойынша сезгіштікті;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі15 V
Басылған тетік«-»
Тілдің күйі..... 22

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтау керек.

4.19. 4.7 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 0,1 А ауыспалы тоқты өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) ауыспалы ток бойынша сезгіштікті;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 150 mA
Басылған тетік«~»
Тілдің күйі..... 24

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтау керек.

4.20. 4.7 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шектегі 150 мА тұрақты тоқты өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;
- 4) тұрақты ток бойынша сезгіштікті;
- 5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 1,5 A
Басылған тетік«-»
Тілдің күйі..... 29

4.21. 4.7 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) аспап өлшейтін барлық параметрлерді;
- 2) резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын;
- 3) таңдалған шектегі 25 кОм резистордың кедергісін өлшеу

қателігін;

- 4) жиілік диапазонын;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйіx 10kQ

Басылған тетікШ

Тілдің күйі2,5

6) ең төмен қателікке сәйкес келетін 100 Ом кедергіні өлшеу шегін анықтау керек.

4.22. 4.8 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты ток кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 50 В тұрақты ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала

бөлігінің құнын;

- 4) тұрақты ток кернеуі бойынша сезгіштікті;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі..... 100 V

Басылған тетік «-»

Тілдің күйі..... 34

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтау керек.

4.23. 4.8 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) ауыспалы токтың кернеуін өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 8 В ауыспалы ток кернеуін өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала

бөлігінің құнын;

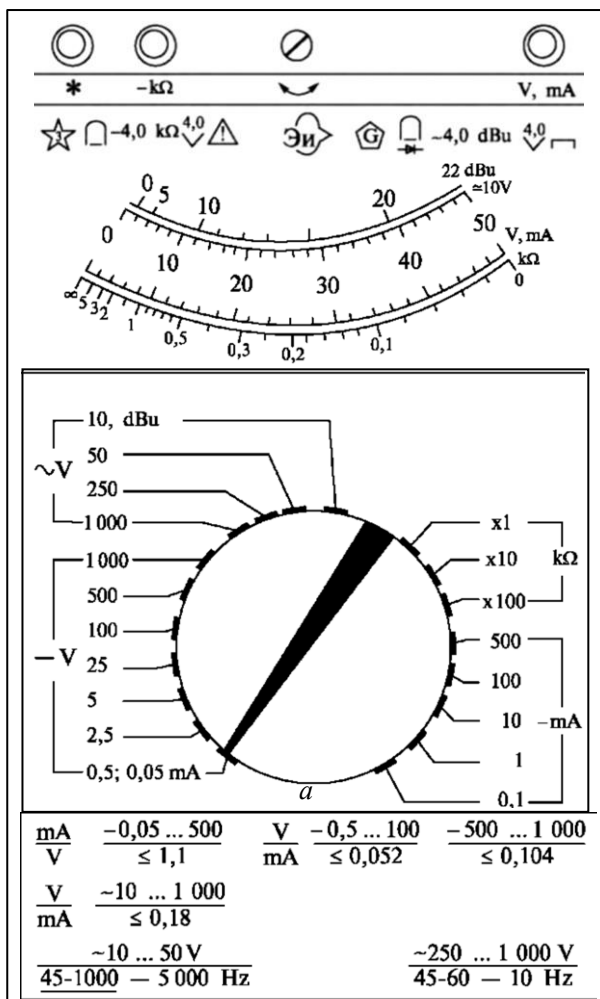
- 4) ауыспалы ток кернеуі бойынша сезгіштікті;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі10 V

Басылған тетік«~»

Тілдің күйі.....26



б

Рис. 4.8. Ц4309 мультиметрінің беткі жағының суреті және оның артқы жағында белгіленген мәліметтер

4.24. 4.8 суретте көрсетілген аспаптың:

- 1) тұрақты тоқты өлшеу диапазонын;
- 2) таңдалған шекте 400 мкА ауыспалы тоқты өлшеу қателігін;
- 3) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі шкала бөлігінің құнын;

4) тұрақты тоқ бойынша сезгіштікті;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйі 1 mA

Басылған тетік«-»

Тілдің күйі..... 40

6) есептің 2 тармағында таңдалған өлшеу шегіндегі аспаптың кірмелі кедергісін анықтау керек.

4.25. 4.8 суретте көрсетілген аспаптың жұмыс күйін белгілеп:

1) резисторлардың кедергісін өлшеу диапазонын;

2) таңдалған шектегі 5 кОм резистордың кедергісін өлшеу қателігін;

3) аспап өлшейтін барлық параметрлерді;

4) жиілік диапазонын;

5) төмендегідей белгілі мәліметтер бойынша өлшенетін параметрдің мәнін:

Шектерді ауыстырып қою тетігінің күйіx 1 Ш

Тілдің күйі0,15

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ВОЛЬТМЕТРЛЕР

5.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Электрондық вольтметрлердің негізгі сипаттамалары туралы ақпарат оның беткі жағында белгіленеді.

Вольтметрлер әртүрлі сипаттары бойынша классификацияланады.

Вольтметрлер *электромеханикалық* (2 т. қараңыз) және *электрондық* (В тобы) болып бөлінеді.

Электрондық вольтметрлер, өз кезегінде, индикация, міндеті және жиілік диапазоны бойынша бірнеше түрге бөлінеді.

Индикация түрі бойынша *аналогтық* және *цифрлық* электрондық вольтметрлер кездеседі, міндеті бойынша – *үлгілік* (В1), *тұрақты тоқты* (В2), *ауыспалы синусоидалық тоқты* (В3), *импульстік тоқты* (В4), *фаза сезгіш* (В5), *іріктемелі* (В6) және *әмбебап* (В7), ал жиілік диапазоны бойынша *төмен жиілікті* және *жоғары жиілікті* болып бөлінеді.

Өлшеу жүргізу кезінде аналогтық вольтметрдің типін дұрыс таңдау аса маңызды, оны келесідей негізгі метрологиялық сипаттамаларға қарай таңдау қажет:

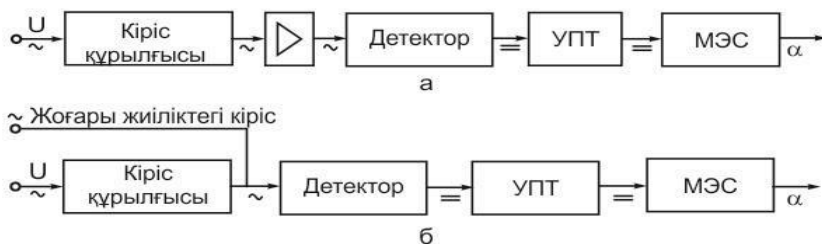
- өлшейтін параметрлері;
- кернеуді өлшеу диапазоны;
- жиілік диапазоны;
- келтірілген қателік;
- сезгіштігі;
- таңдалған шектегі шкала бөлігінің құны.

Ауыспалы синусоидалық токтың кернеуін өлшейтін барлық электрондық аналогтық вольтметрлер екі схема бойынша жиналады:

- күшейткіш—детектор (К—Д) (5.1 а сурет);
- детектор—күшейткіш (Д—К) (5.1 б сурет).

К—Д схемасы бойынша жиналған вольтметрлердің сезгіштігі жоғары, бұл ондағы ауыспалы токтың қосымша күшейткішінің болуымен түсіндіріледі. Сондықтан бұл схема бойынша барлық микро-және милливольтметрлер жиналады. Аталған аспаптар әмбебап емес (тек ауыспалы токтың кернеуін ғана өлшейді) және көпшілігінің жиілік диапазоны тар болып келеді. Міндеті бойынша олар үшінші топқа — В3 жатады.

Д—К типті вольтметрлердің жиілік диапазоны кең (1ГГц-ке дейін), олар әмбебап (тұрақты және ауыспалы ток тізбектерінде қолданылады) және сезгіштігі төмен болып келеді.



5.1 сурет. К—Д (а) және Д—К(б) типті вольтметрлердің құрылымдық схемалары

Орындау міндеті бойынша олар жетінші топшаға – В7 жатады.

Қарастырылған вольтметрлер кіру құрылғысы, детектор, тұрақты тоқты күшейткіш (ТТК) және магниттік-электрлік жүйе (МЭЖ) индикаторынан тұрады.

Аналогтық вольтметрлердің индикатор шкаласы 10 және отыз деген екі мәнге градуирленеді және аспаптың өлшеу шектеріне еселік. Одан бөлек, мұндай вольтметрлерде децибелдардағы қосымша шкаласы бар.

0,1; 1; 10; 100 мВ және 1; 10 100 В шектерінде өлшеу жүргізген кезде нәтиже ең үлкен мәнді 10 шкаласы бойынша есептеледі. Бұл ретте шкаланың сәйкес коэффициенті ескеріледі.

0,03; 0,3; 3; 30; 300 мВ және 3; 30; 300 В шектері қолданылған кезде ең үлкен мәнді 30 шкаласы қолданылады, мұнда да шкаланың коэффициенті ескеріледі.

Мысалға, егер вольтметрмен кернеу өлшенсе шектерді ауыстырып қою тетігін 300 мВ күйіне қою кезінде, ең үлкен мәнді 30 шкаладағы индикатордың көрсеткішін коэффициентке көбейту керек.

$$K_{ш} = \frac{300}{30} = 10.$$

Шектерді ауыстырып қою тетігінен бөлек өлшеу қателігін азайту үшін вольтметрдің беткі жағына оның типі мен моделіне байланысты келесідей реттеу органдары шығарылуы мүмкін:

- механикалық корректор (оймакілтекті бұрауышқа сәйкес реттеуші бұрандасымен), ол индикатордың тілінің нөлге қойылуын қамтамасыз етеді («Желі» тубмлері қосылғанға дейін орындалады);
- индикатор тілін нөлге қоятын электрондық құрылғы (Аспап іске қосылған кзде және қысқатұйықтауыш кіру орнында орындалады). Аспапта $\wedge 0$ (0-ге қойылған) деп белгіленеді.

• вольтметрдің калибровкасы (вольтметрдің жұмысқа жарамдылығын тексеру мақсатында аспап іске қосылған кезде орындалады). Аспапта ▼ (Калибр.) деп белгіленеді.

Бірқатар жағдайда берілетін және қабылданатын кернеуді (тоқты, қуатты) сандық тұрғыдан бағалау кезінде өлшеудің абсолюттік бірлігін (В, мВ) емес, салыстырмалы логарифмдік бірлік – децибелді қолданады. Сондықтан қазіргі тілді вольтметрлердің басым көпшілігінде (автономдылары да, өзге аспаптарға қосымша орналастырылғандары да – сигнал генераторлары, сызықтық емес қателіктерді өлшеу құралдары және т.б.) қарапайым шкалалардан бөлек, децибелмен өлшейтін шкала болады, ол бірқалыпты еместігімен ерекшеленеді. Және оның көмегімен вольтпен есептемей ақ бірден нәтижені алуға болады.

Осы аспаптардағы децибелмен өлшейтін шкаланың нөлі көп жағдайда 0,775 В кірмелі кернеуге сәйкес келеді. Ал егер кернеу шартты нөлдік деңгейден жоғары болса, демек ол оң, бұл деңгейден төмен болса теріс болып есептеледі.

Децибелдердің шкаласы өзге шкалалардан қарағанда қысқа және ол кернеу шкаласының нөлдік белгісінен біраз қашықтықта басталады, себебі ноль вольтқа 0дБ сәйкес келеді.

Шектерді ауыстырып қою тетігінде белгіленген өлшеудің әр ішкі диапазоны көршілес тұрғаннан 10 дБ-ге ерекшеленеді. Бұл кернеудің 3,16 есеге өзгеркіне сәйкес келеді.

Өлшеу нәтижесін алу үшін децибелдер шкаласынан алынған көрсеткіштерді өлшеу шектерін ауыстырып қою тетігінде белгіленген мәнмен алгебралық түрде қосылады (кернеуді есептегендегідей көбейтілмейді). Мысалға, егер шектерді ауыстырып қою құралының қолы -20 дБ-де тұрса, ал аспаптың тілі -1,5 дБ белгісінде болса, өлшеу нәтижесі төмендегідей болады: $-20 + (-1,5) = -21,5$ дБ.

Электрондық вольтметрлердегі децибелдер шкаласы фильтрлердің, күшейткіштердің, аттенюаторлардың кіру және шығу орындарындағы кернеудің қатынасын өлшеуге және босатуды анықтауға арналған:

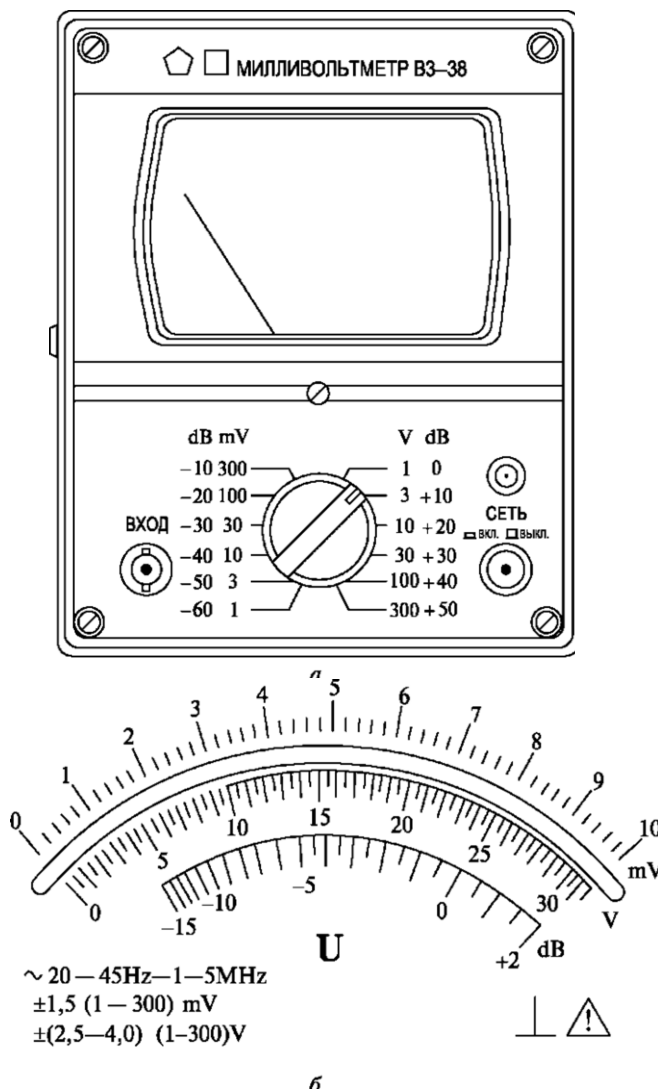
$$U_{(дБ)} = 20 \lg \frac{U_{(В)}}{U_{0(В)}},$$

мұндағы $U_{0(В)} = 0,775$ В.

Бел — тым үлкен бірлік, сондықтан тәжірибеде белдің ондық бөлшегі – децибел қолданылады.

5.2. Есептерді шешу мысалдары

5.1. Мысал. 5.2, а суретте көрсетілген аспаптың толық атауын анықтау талап етіледі.



5.2 сурет. ВЗ-38 аспабының беткі жағы (а) және индикатор шкаласы (б)

Шешімі. Жоғарыда келтірілген вольтметрлердің классификациясына сәйкес ВЗ-38 жазуы бұл ауыспалы тоқтың электрондық вольтметрі екенін білдіреді (38 – модельдің нөмірі).

Беткі жағының сипаты бойынша аспап аналогтық екенін анықтаймыз.

5.2. Мысал. 5.2, б суретінде көрсетілген шкала бойынша ВЗ-38 вольтметрімен өлшенетін кернеудің диапазонын анықтау керек.

Шешімі. Аспап өлшейтін ең төменгі кернеу шектерді ауыстырып қою тетігін 1 мВ күйіне қойған кезде есептеледі.

Есепті 1 мВ еселік (10 саны бар) жоғарғы шкала бойынша орындаймыз. Шкаланың коэффициенті $K_{ш} = 1/10 = 0,1$. Осыған сәйкес, осы шкаланың бірінші цифрландырылған бөлігін — 1-ді $K_{ш} = 0,1$ -ге көбейту керек, яғни вольтметр жол берілетін қателікпен (төлқұжатта берілген) өлшейтін ең төменгі кернеу 0,1 мВ-ке тең болады.

Өлшенетін кернеудің ең жоғарғы мәні $U_{ном\max}$ мәнімен сәйкес келеді, яғни 300 В-қа тең болады.

Осыған сәйкес, В3-38 вольтметрi өлшейтін кернеу диапазоны 0,1 мВ-тан 300 В-қа дейінгі аралықты құрайды.

5.3 Мысал. В3-38 аспабымен өлшенетін параметрлерді анықтау талап етіледі.

Шешімі. В3-38 жазуына сәкес бұл вольтметр ауыспалы тоқтың кернеуін өлшеуге арналған.

5.4 мысал. В3-38 вольтметрiнiң сезгiштiнiн анықтау керек.

Шешімі. Сезгiштiк аспаптың ең кiшi өлшеу шегiнде – 1 мВ анықталады және оның мәні осы шектегi бөлiк құнына терiс пропорциялы болып келедi, яғни шкала коэффициентi ескерiлген вольтметрдiң бөлiк құны

$$C_{1\text{ мВ}} = \frac{(10 - 9)\text{ мВ}}{5\text{ дел.}} 0,1 = 0,02\text{ мВ/дел.}$$

Сонда оның сезгiштiгi

$$S_{1\text{ мВ}} = \frac{1}{C_{1\text{ мВ}}} = \frac{1}{0,02} = 50\text{ дел./мВ.}$$

5.5. Мысал. В3-38 вольтметрiнiң жиiлiк диапазонын анықтау керек.

Шешімі. 5.2 сурет бойынша аспаптың шектiк жиiлiгiн табамыз: ең төменгiсi – 20 Гц және ең жоғарғысы – 5 МГц.

5.6. Мысал. В3-38 аспабымен жиiлiгi 100 кГц болатын 1,5 В кернеудi өлшеудiң қателiгiн анықтау керек.

Шешімі. Өлшенетін кернеудің жиілігі аспаптық жиілік диапазонына кіретіндіктен, оның салыстырмалы нақты қателігі (2.4) формула бойынша есептеледі.

Аспаптың шкаласында көрсетілген салыстырмалы келтірілген қателігі (5.2, 6 суретке қараңыз) $\pm 2,5\%$ -ға тең.

$U_{ном}$ өлшеу шегін 3 В тең деп таңдаймыз (себебі үлкен шектерде қателік ұлғаяды, ал төменгі шектерде индикатордың тілі «шкалаланады»).

Сонда

$$\gamma_d = \pm 2,5\% \frac{3 \text{ В}}{1,5 \text{ В}} = \pm 5\%.$$

5.7. Мысал. 5 В кернеудің мәні қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек (5.2 суретке қараңыз).

Шешімі. 5 В кернеуді өлшеу үшін $U_{\text{ном}} = 10 \text{ В}$ шегін таңдаймыз. Бұл шектерді ауыстырып қосу тетігіндегі +20 дБ күйіне сәйкес келеді. Сызғышты алып, оның бір бұрышын механикалық корректорға (5.2, а суретке қараңыз), ал екіншісі вольтметрдің жоғарғы шкаласындағы 5 санына (5.2, б суретке қараңыз) қоямыз, сызғыш децибел шкаласы бойынша -4 мәні арқылы өтетінін көреміз.

Сәйкесінше, $5 \text{ В} = +20 \text{ дБ} - 4 \text{ дБ} = +16 \text{ дБ}$.

5.8 мысал. -12 дБ неше вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек (5.2 суретке қараңыз).

Шешімі. Бұл есепті шешу үшін шектерді ауыстырып қою тетігі мен децибелдер индикаторының тілін қосқан кезде -12 дБ шығатын күйді табу керек.

Шектерді ауыстырып қою тетігінің -10 дБ күйін таңдаймыз (бұл 300 мВ өлшеу шегіне сәйкес келеді), осы бойынша кернеуді санаймыз, ал индикатордың тілін децибелдер шкаласы бойынша -2 белгісіне қоямыз.

30 саны бар шкала бойынша индикатор тілі (сызғыш) 19 мВ көрсетеді. Сонда 10-ға тең (себебі 300 мВ 30 мВ-тан 10 есеге көп) шкала коэффициентін ескерсек, 190 мВ кернеуін аламыз.

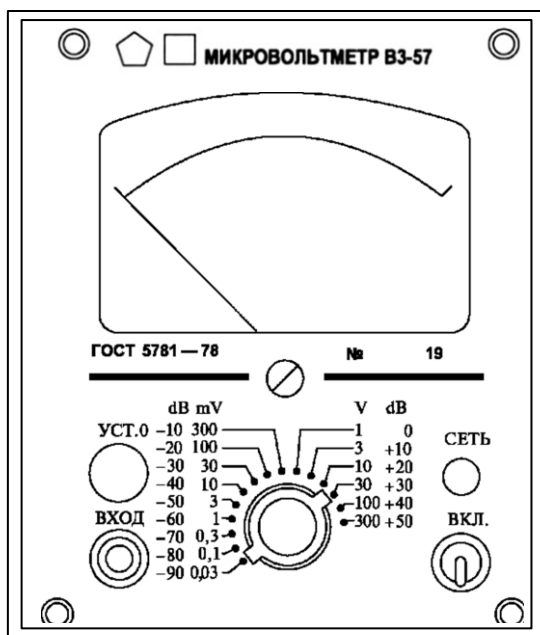
5.3. Өздігімен шешуге арналған есептер

5.1 — 5.5. 5.3 суретте көрсетілген микровольметрдің төменде көрсетілген шектеріндегі шкала бөлігінің құнын анықтаңыз:

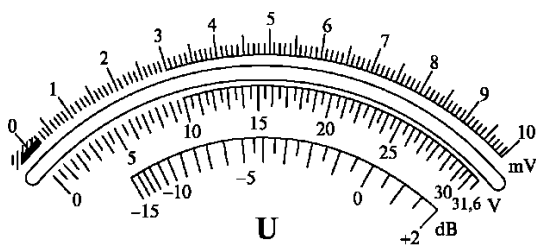
Есептің нөмірі	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Өлшеу шегі	0,03 мВ	1 мВ	300 мВ	1 В	100 В

5.6 — 5.10. 5.3 суретте көрсетілген аспапты басқару органдарын төмендегі кестеге сәйкес қойғандағы өлшенетін параметрдің мәнін анықтау керек:

Есептік нөмірі	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
Шектерді ауыстырып қосу тетігінің күйі	0,03 мВ	1 мВ	300 мВ	1 В	100 В
Индикатор тілінің күйі	22	7	22	7	7



a



5 Hz — 5 MHz

1 % (30 ... 300 mV)

1.5 % (1 ... 10 mV)

2.5 % (0,1; 0,3 mV и 1 ... 300 V)

4 % (0,03 mV)



б

5.3 сурет. ВЗ-57 аспабының беткі жағы (*a*) және индикатор шкаласы (*б*)
(5.1—5.49 есептеріне арналған)

5.11. 5.6 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.12. 5.7 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.13. 5.8 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.14. 5.9 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.15. 5.10 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.16. 5.6 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек.

5.17. 5.7 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек.

5.18. 5.8 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек.

5.19. 5.9 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек.

5.20. 5.10 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау керек.

5.21. Механикалық корректор орындайтын реттеудің міндеті не және ол ВЗ-57 аспабының қандай күйінде жүргізіледі?

5.22. «Уст.0» реттелімінің міндеті не және ол аспаптың қандай күйінде жүргізіледі?

5.23. 5.3 суретте көрсетілген аспаптың толық атауын анықтау керек.

5.24. ВЗ-57 вольтметрінің сезгіштігін анықтау керек.

5.25. ВЗ-57 аспабы өлшейтін параметрді анықтау керек.

5.26 — 5.30. ВЗ-57 аспабының келесідей шектердегі шкала бөлігінің құнын анықтау керек:

Есептің нөмірі	5.26	5.27	5.28	5.29	5.30
Өлшеу шегі	0,1 mV	3 mV	100 mV	3 V	300 V

5.31 — 5.35. 5ВЗ-57 аспаптың басқару органдарын төмендегі кестеге сәйкес қойғандағы өлшенетін параметрдің мәнін анықтау керек:

Есептің нөмірі	5.31	5.32	5.33	5.34	5.35
Шектерді ауыстырып қосу тетігінің күйі	0,1 mV	3 mV	100 mV	3 V	300 V
Индикатор тілінің күйі	5	15	5	15	15

5.36. 5.31 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.37. 5.32 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.38. 5.33 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.39. 5.34 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.40. 5.35 есепте табылған кернеудің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.41. 5.3 сурет бойынша -84 дБ кернеуі қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.42. 5.3 сурет бойынша -54 дБ кернеуі қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.43. 5.3 сурет бойынша -24 дБ кернеуі қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.44. 5.3 сурет бойынша +26 дБ кернеуі қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.45. 5.3 сурет бойынша +45,5 дБ кернеуі қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.46. В3-57 вольтметрiнiң жетiншi классификациялық топшаның вольтметрлерiмен салыстырғанда артықшылықтары мен кемшiлiктерiн атау керек.

5.47. В3-57 аспабының құрлымдық схемасын келтіру керек.

5.48. В3-57 аспабының жиілік диапазонын анықтау қажет.

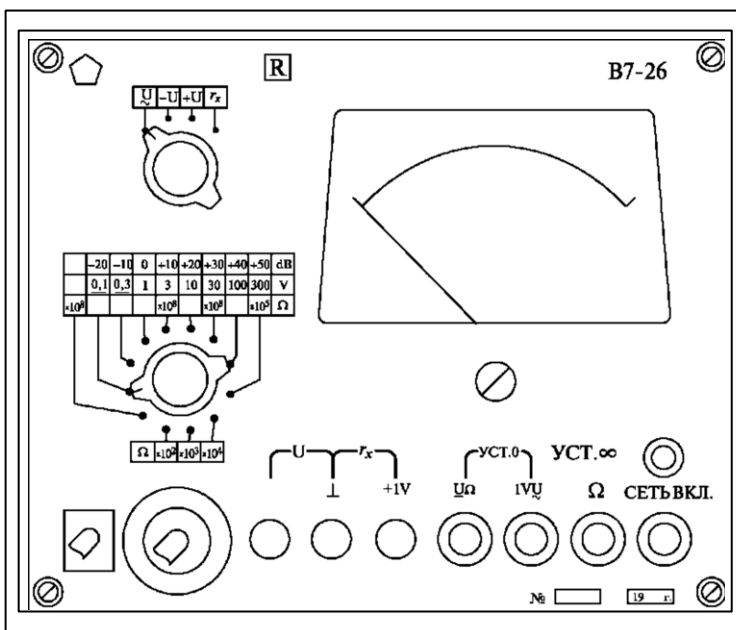
5.49. В3-57 аспабымен параметрді өлшеу диапазонын анықтау керек.

5.50 — 5.54. 5.4 суретте бейнеленген аспаптың келесідей шектердегі шкала бөлігінің құнын анықтау керек:

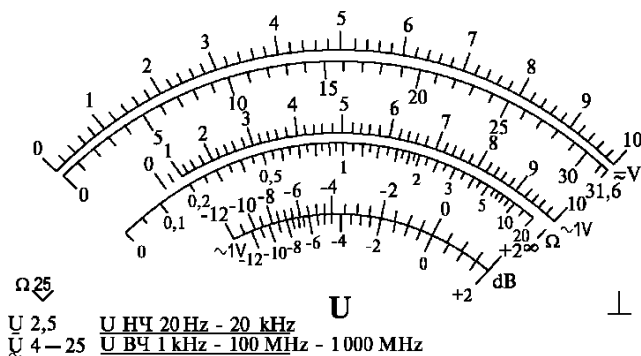
Есептің нөмірі	5.50	5.51	5.52	5.53	5.54
Тұрақты тоқтағы өлшеу шегі	0,1 V	0,3 V	1 V	3 V	100 V

5.55 — 5.59. 5.4 суретте көрсетілген аспапты басқару органдарын төмендегі кестеге сәйкес қойғандағы тұрақты ток бойынша өлшенетін параметрдің мәнін анықтау керек:

Есептің нөмірі	5.55	5.56	5.57	5.58	5.59
Тұрақты токта өлшеудің шектерін ауыстырып қосу тетігінің күйі	0,1 V	0,3 V	1 V	3 V	100 V
Индикатор тілінің күйі	2,5	25	4	15	6



а



б

5.4 сурет. В7-26 аспаптың бетжі жағы (а) және индикатор шкаласы (б)
(5.50—5.99 есептерге арналған)

5.60. 5.55 есепте табылған тұрақты ток кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.61. 5.56 есепте табылған тұрақты ток кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.62. 5.57 есепте табылған тұрақты ток кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.63. 5.58 есепте табылған тұрақты тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.64. 5.59 есепте табылған тұрақты тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.65. 5.55 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау қажет.

5.66. 5.56 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау қажет.

5.67. 5.57 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау қажет

5.68. 5.58 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау қажет

5.69. 5.59 есепте табылған кернеу қанша децибелге сәйкес келетінін анықтау қажет

5.70. В7-26 аспабы өлшейтін параметрлерді анықтау керек.

5.71. В7-26 аспабымен тұрақты тоқ кернеуін өлшеу диапазонын анықтау керек.

5.72. В7-26 аспабының жиілік диапазонын анықтау керек.

5.73. В7-26 аспабының В3-57 аспабымен салыстырғанда артықшылықтарын анықтау керек.

5.74. Механикалық корректор орындайтын реттеудің міндеті не және ол В7-26 аспабының қандай күйінде жүргізіледі?

5.75 — 5.79. Келесідей шектердегі В7-26 аспабының шкала бөлігінің құнын анықтау қажет:

Есептің нөмірі	5.75	5.76	5.77	5.78	5.79
Ауыспалы тоқтағы өлшеу шегі	0,3 V	3 V	10 V	30 V	300 V

5.80—5.84. В7-26 аспабының басқару органдарын төмендегі кестеге сәйкес қойғанда тұрақты тоқ бойынша өлшенетін параметрдің мәнін анықтау керек:

Есептің нөмірі	5.80	5.81	5.82	5.83	5.84
Ауыспалы тоқта өлшеудің шектерін ауыстырып қосу тетігінің күйі	0,3 V	3 V	10 V	30 V	300 V
Индикатор тілінің күйі	11	5	5,2	18	27

5.85. 5.80 есепте табылған ауыспалы тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.86. 5.81 есепте табылған ауыспалы тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.87. 5.82 есепте табылған ауыспалы тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.88. 5.83 есепте табылған ауыспалы тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.89. 5.84 есепте табылған ауыспалы тоқ кернеуінің өлшеу қателігін анықтау керек.

5.90. 5.4 сурет бойынша -15 дБ кернеу қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.91. 5.4 сурет бойынша -9 дБ кернеу қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.92. 5.4 сурет бойынша 0 дБ кернеу қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.93. 5.4 сурет бойынша +13 дБ кернеу қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.94. 5.4 сурет бойынша +28 дБ кернеу қанша вольтқа сәйкес келетінін анықтау керек.

5.95. В7-26 аспабымен ауспалы тоқтың кернеуін өлшеу диапазонын анықтау қажет.

5.96. В7-26 аспабымен резисторлар кедергісінің өлшеу диапазонын анықтау қажет.

5.97. В7-26 аспабының тұрақты тоқ кернеуі бойынша сезгіштігін анықтау керек.

5.98. В7-26 аспабының ауыспалы тоқ кернеуі бойынша сезгіштігін анықтау керек.

5.99. В7-26 аспабының толық атауын анықтау қажет.

ӨЛШЕУІШ ГЕНЕРАТОРЛАР

6.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Радиоөлшеуіш аспаптардың топтамалық классификациясы бойынша барлық генераторлар Γ тобына жатады (5 қосымша). Өлшеуіш генераторлар сигнал пішіні, жиілік диапазоны және индексация типі бойынша классификацияланады.

Сигнал пішініне байланысты *үйлесімді, импульстік және шуыл* генераторлары болып бөлінеді.

Жиілік диапазоны бойынша төмен жиіліктегі (ТЖГ), жоғары жиіліктегі (ЖЖГ) және аса жоғары жиіліктегі генераторлар (АЖЖГ) болып бөлінеді.

Индикаторының түрі бойынша *аналогтық және цифрлық* генераторлар болып ажыратылады.

Индиксация түрі, жиілік диапазоны мен шығу сигналының пішінінен тәуелсіз өлшеуіш генератор жетекші генератордан – оң кері байланысты күшейткіштен және тұрақты тоқпен қуаттау көзінен құралады. Бұл ретте жетекші генератор өз параметрлеріне байланысты шығу сигналының пішіні мен жиілігін анықтайды.

Үйлесімді сигналды төмен жиіліктегі аналогтық генераторлар (ГЗ)

Инфрадыбыстық жиіліктер (20 Гц-тен төмен), дыбыстық жиіліктер (20 Гц-тен 20 кГц-ке дейін) және ультрадыбыстық жиіліктер (20-дан 200 кГц-ке дейін) төмен жиілікке жатады.

Жиілік диапазоны үлкен мәндерге қарай кеңеюі мүмкін. Сондықтан генераторлардың әріптік-сандық шифрына ғана назар аудармау керек – ГЗ.

Төмен жиіліктегі генераторлар синусоидалық сигналдардың көзі болып табылады. Алайда генераторлардың кейбір модельдері синусоидалық сигналмен қатар меандр пішінді сигналдар шығара алады. Егер аспаптың беткі жағында сигналдың пішіні белгіленбесе, бұл генератор тек синусоидалық пішінді сигналдардың көзі ғана болып табылады дегенді білдіреді.

Жетекші генераторлар келесідей типтерге бөлінеді:

- қағысты, әдетте үлгілік генераторларда қолданылады;
- RC типті, төмен жиіліктегі генераторларда қолданылады;



6.1 сурет. RC-генератордағы жиілікті реттеудің түсіндірмесі

• LC типті, жоғары жиіліктегі және аса жоғары жиіліктегі генераторларда қолданылады.

RC типті жетекші генератор $F = \frac{1}{2\pi RC}$ белмелі жүйесі резистор мен конденсатордан тұрады және F_{min} мен F_{max} арасында тербеліс жиілігі мына формуламен анықталады.

(6.1)

Төмен жиіліктегі генераторлардың жиілік диапазондары ішкі диапазондарға бөлінеді. Олардың саны төртке жетуі мүмкін (кейде беске). Осындай ішкі диапазонның әрқайсысына резистордың нақты кедергісі сәйкес келеді. Ал жиілікті баяу реттеу үшін барлық ішкі диапазондарға қызмет ететін ауыспалы сыйымдылықтың бір конденсаторы қолданылады (6.1 сурет). Бұл конденсатор герцтермен жиілікті баяу реттейтін градуирленген шкаламен жабдықталған.

«Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышы резисторлар тобының көмегімен жиілікті дискреттік (он күндік) өзгертілуін қамтамасыз етеді.

Кернеу мәнін генераторға орналасуын бақылау үшін келісілген жүктемеге орташа квадраттық мәндермен градуирленген көпшекті вольтметр қолданылады.

Үйлесімді сигналды жоғары жиіліктегі және аса жоғары жиіліктегі генераторлар (Г4)

Бұл генераторлар жоғары (200 кГц-тен 300 МГц-ке дейін) және аса жоғары (300 МГц-тен жоғары) жиіліктегі сигналдар шығара алады.

Аталған жиілік диапазонында кішірек мәндерге қарай тарылуы мүмкін.

Жоғары жиіліктегі генераторлар синусоидалық сигналдармен қатар ішкі (жиілігі 400 немесе 1 000 Гц) және сыртқы кернеу көзін қолдану арқылы амплитудалық-модульденген (АМ) және жиілікті-модульденген (ЖМ) сигналдар шығарады (АМ мысалын 7.1 кестеден қараңыз)

Жиілікті
көбейткіш, МГц



6.2 сурет. LC-генератордағы жиілікті реттеудің түсіндірмесі

Егер генератордың беткі жағында модульдейтін жиілік белгіленбесе, демек ол 1 000 Гц-ке тең. Модульдейтін жиіліктің ішкі көзі RC типті жетекші генератор болып табылады, ал салмақ түсетін жиіліктің көзі LC-генератордың негізінде іске асырылады. LC-генераторлардың тербелмелі жүйесі индуктивтік катушкасы (L) мен конденсатордан (C) тұрады және тербелістің салмақ түсетін жиілігі бұл жағдайда мына формуламен анықталады:

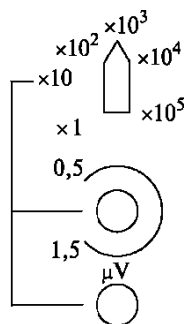
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (6.2)$$

Аса жоғары жиіліктегі тоқ генераторының салмақ түсетін жиілігінің диапазоны ішкі диапазондарға бөлінеді. Олардың саны сегізге жетуі мүмкін. Осындай ішкі диапазонның әрқайсысына катушка индуктивтілігінің нақты мәні сәйкес келеді. Ал жиілікті баяу реттеу үшін барлық ішкі диапазондарға қызмет ететін ауыспалы сыйымдылықтың бір конденсаторы қолданылады (6.2 сурет). Бұл конденсатор мегагерцтермен жиілікті баяу реттейтін градуирленген шкаламен жабдықталған. Жиілікті дискреттік белгілеу индуктивтілік катушкасының көмегімен іске асырылады.

Синусоидалық сигналдың шығыс кернеуін орналастыру жиілікті көбейткіштің көмегімен баяу реттеу арқылы іске асырылады (6.3 сурет). Бұл ретте синусоидалық сигналдың шығыс кернеуі (төмен жиіліктегі генераторлардағыдай) орташа квадраттық мәнге сәйкес келеді.

Генератор шығарылымдарының саны өзі шығаратын сигнал түрлерінің санымен анықталады. Егер ЖЖГ-дан екі сигнал алуға болса (мысалы, синусоидалық және АМ), онда оның шығарылымы екеу.

Жоғары жиіліктегі тербелістердің пайдаланушыға сәуленуін болдырмау үшін генераторда шығарылымды сөндіру немесе металл бітеуші бар.



6.3 сурет. Жоғары жиіліктегі генераторда шығыс кернеуді реттеу және бақылаудың түсіндірмесі

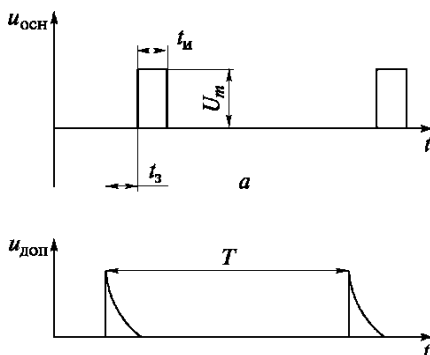
Импульстік (релаксациялық) генераторлар (Г5)

Тік бұрышты импульстардың периодты тізбекті генераторлары кеңінен қолданылады. Олардың параметрлері (кернеудің амплитудалық мәні U_m , шығыс сигналының жиілігі F , импульс уақыты t_a , кідіріс уақыты t_3 және қуыстылығы $q = T/t_H$, мұндағы T — сигналдың жүру периоды) кең шектерде реттеледі.

Импульстық генераторлар екі түрлі сигнал түрін шығарушы болып табылады: негізгі —оң және теріс полярлықты тікбұрышты пішіндегі импульстар және қосымша – синхрондау импульстері (6.4 сурет).

Импульстік генератордың өзарапайым құрылымдық схемасы 6.5 суретте көрсетілген.

Генератордың шығыс кернеуін бақылайтын вольтметр оның амплитудалық мәнін U_m көрсетеді.



6.4 сурет. Импульстық генератор сигналдарының уақытша диаграммалары:

a — негізгі импульстар; b — синхрондалатын импульстар

1:1 Шығарылым



6.2. Есептерді шешу мысалдары

6.1. Мысал. 6.6 суретте көрсетілген ГЗ-109 генераторының беткі жағының суреті бойынша оның шығаратын сигналының пішінін анықтау қажет.

Шешімі. ГЗ-109 генераторының беткі жағында сигнал пішіні белгіленбеген, осыған сәйкес ол синусоидалық тербелістердің көзі болып табылады.

6.2. Мысал. ГЗ-109 генераторының жиілік диапазонын анықтау қажет.

Шешімі. Жиілікті баяу орнатудың градуирленген шкаласы бойынша (6.6 суретке қараңыз) ең төменгі – 20 Гц және ең жоғарғы – 200 Гц мәндерді анықтаймыз.

«Жиілікті көбейткіш» қосқышы ең төменгі – 1 және ең жоғарғы — 10^3 мәнге ие.

Осылайша, ең төменгі жиілік $F_{\min} = 20 \text{ Гц} \times 1 = 20 \text{ Гц}$, ал ең жоғарғы жиілік $F_{\max} = 200 \text{ Гц} \times 10^3 = 200 \text{ кГц}$.

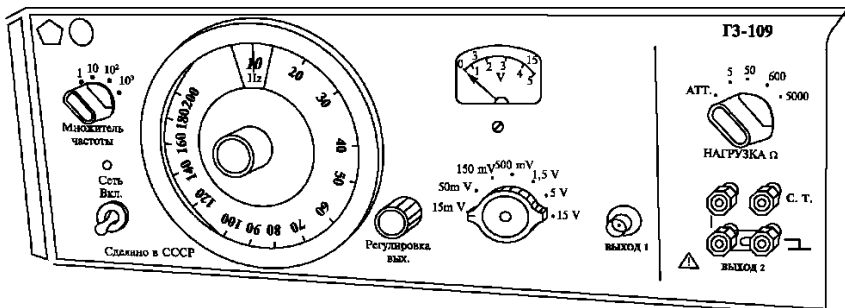
6.3. Мысал. Аспаптың беткі жағының суреті бойынша ГЗ-109 генераторының толық атауын анықтау керек.

Шешімі. Дыбыстық және ультрадыбыстық жиіліктегі электрондық аналогтық генератор.

6.4. Мысал. ГЗ-109 генераторының шығыс кернеуін орналастыру диапазонын анықтау керек.

Шешімі. Шығыс кернеудің өлшеу шектерін анықтау 3 және 5 тарауларда жан-жақты қарастырылды, осыдан $U_{\text{вых}} = 3 \text{ мВ} \dots 15 \text{ В}$.

6.5. Мысал. ГЗ-109 генераторынан $i(t) = 10 \sin(6,28 \cdot 10^3 \text{ Гц})t$ сигналын шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қоюды анықтау керек.



Шешімі. Берілген теңдеу синусоидалық пішіні бар сигналды сипаттайды. Теңдеудің жалпы түрі $u(t) = U_m \sin \omega t$.

Сәйкесінше, синусоидалық сигналдың амплитудасы $U_m = 10 \text{ В}$, ал бұрыштық жиілігі $\omega = 6,28 \cdot 10^3 \text{ Гц}$.

Генератордың вольтметрі синусоидалық кернеудің орташа квадраттық мәнін көрсететіні белгілі, оны табу үшін $U \sim 0,7 U_m$ тәуелділігі қолданылады, яғни $0,7 \cdot 10 \text{ В} = 7 \text{ В}$.

Генераторға 7 В кернеуді қою үшін шектерді ауыстырып қою тетігімен 15 В шегін таңдап, «Шығ. реттеу» баяу реттеу қолымен индикатордың тілін вольтметрдің 7 В мәніне сәйкес келетін жоғарғы шкаласына орналастыру керек.

Генераторлардың барлық типтерінде бұрыштық жиілік емес, F сызықтық жиілік орналастырылады. $\omega = 2\pi F$ белгілі тәуелділіктің негізінде табамыз

$$F = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6,28 \cdot 10^3 \text{ Гц}}{2 \cdot 3,14} = 1000 \text{ Гц}.$$

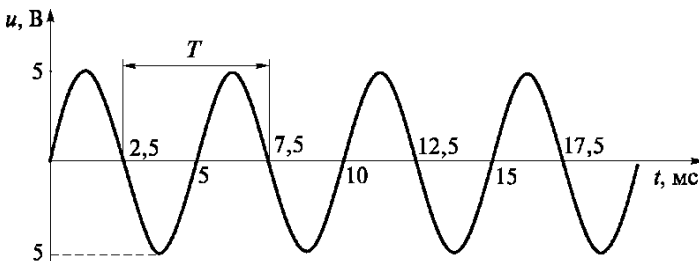
Баяу реттеу қолымен генераторда 100 саны бар жиілікті сәйкестендіріп және «Жиілікті көбейткіш» басқышын 10 деген күйге келтірсек, ГЗ-109 генераторынан кернеуі 7 В және жиілігі 1 000 Гц синусоидалық пішінді сигналды аламыз.

Радиотехникалық өлшеу практикасында сигнал теңдеумен мен графикалық түрде берілуі мүмкін. Осыған сәйкес мысалды қарастырайық.

6.6 Мысал. ГЗ-109 генераторынан 6.7 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

Шешімі. 6.7 суреттен синусоидалық сигналдық берілген параметрлерін іріктеп аламыз: $U_m = 5 \text{ В}$. Сонда $U = 0,7 \cdot 5 \text{ В} = 3,5 \text{ В}$.

Генератор вольтметрінің шектерді ауыстырып қою тетігін (6.6 суретке қараңыз) 5 В белгісіне қоямыз, ал вольтметрдің тілін «Шығ. реттеу» қолымен 3,5 В сәйкес келетін төменгі шкалаға



6.7 сурет. 6.6 мысалға қатысты параметрлері берілген синусоидалық сигнал

орналастырамыз.

6.7 сурет бойынша синусоидалық сигналдық қаталану периодын анықтаймыз $T = (7,5 - 2,5) \text{ мс} = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Сигналдың қайталану жиілігін есептейміз

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 200 \text{ Гц}.$$

Сәйкесінше, талап етілген сигналды алу үшін жиілікті баяу орнату нысанасын (6.6 суретке қараңыз) 200 санымен сәйкестендіру қажет, ал «Жиілікті көбейткіш» басқысын 1 күйге қою керек.

6.7. Мысал. Егер ГЗ-109 генераторының төқұжатында вольтметрдің дәлдік класы $\pm 4,0 \%$ және абсолюттік қателікті есептеу формуласы $\Delta_F = \pm(0,02F + 1) \text{ Гц}$ берілген болса, 6.6 мысалда табылған жиілік пен кернеу мәнін қоюдың қателігін есептеу керек.

Шешімі. 3,5 В кернеуді қоюдың салыстырмалы нақты қателігін табу үшін (2.4) формуланы қолданамыз:

$$\gamma_{dU} = \gamma_{\text{пр}} \frac{U_{\text{ном}}}{U} = \pm 4\% \frac{5B}{3,5B} = 5,7\%$$

200 Гц жиілігін қоюдың салыстырмалы нақты қателігін анықтау үшін бұл жиілікті қоюдың абсолюттік қателігін алдын-ала анықтап алып (2.2) формуланы қолданамыз:

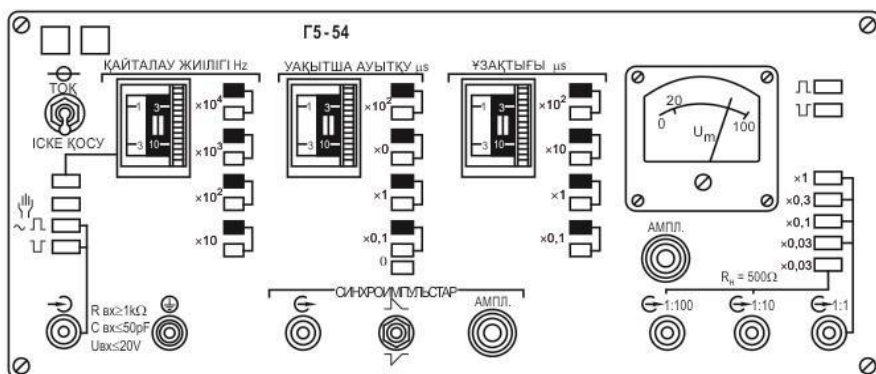
$$\Delta_F = \pm(0,02 \cdot 200 \text{ Гц} + 1) = \pm 5 \text{ Гц};$$

$$\gamma_{\Delta F} = \frac{\Delta_F}{F} 100 = \frac{\pm 5 \text{ Гц} \cdot 100\%}{200 \text{ Гц}} = \pm 2,5\%$$

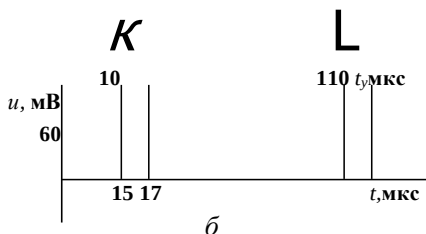
6.8. Мысал. Вольтметрдің 500 mV өлшеу шегі қосылып тұрған кездегі ГЗ-109 генераторының кернеуді қою шектерін анықтау қажет.

Шешімі. Генератор вольтметрінің төменгі шкаласын пайдаланамыз. Бұл жағдайда шкала коэффициенті 100 тең болады. Аталған шкаладағы алғашқы сан – 1, оны $K_{\text{ш}}$ -ға көбейтеміз. $U_{\text{min}} = 100 \text{ мВ}$ шығады, ал бұл шкаланың соңғы саны 5-ті $K_{\text{ш}}$ -ға көбейтсек, $U_{\text{max}} = 500 \text{ мВ}$ шығады.

6.9. Мысал. 6.8, а суретте беткі жағы көрсетілген Г5-54 генераторынан 6.8, б суретте берілген параметрлері бойынша сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.



а



б

6.8 сурет. Г5-54 (а) генераторының беткі жағы және оған берілген параметрлер (б)

Шешімі. 6.8, б сурет бойынша барлық берілген параметрлердің мәнін табамыз:

$$U_m = 60 \text{ мВ}; 4 = (17 - 15) \text{ мкс} = 2 \text{ мкс};$$

$$T = (110 - 10) \text{ мкс} = 100 \text{ мкс}; t_3 = (15 - 10) \text{ мкс} = 5 \text{ мкс}.$$

Генераторда 60 мВ амплитудалық кернеудің шығуын қамтамасыз ету үшін «Ампл.» U_m баяу реттеу қолымен индикатордың тілін 20 мәніне қою керек, шығыс кернеудің сатылы ауыстырып қосқышында х 0,03 тетігін басу керек және шығыс жалғағыштан 1:10 сигналын алу керек.

Кернеудің дұрыс қойылуын тексереміз:

$$U_m = \frac{20 \text{ В} \cdot 0,03}{10} = 0,06 \text{ В} = 60 \text{ мВ}.$$

2 мкс импульсінің ұзақтығын қою үшін баяу реттеу қолымен «μs ұзақтық» шкаласының ақшыл бөлігінің нысанасын 2 санымен сәйкестендіріп, х1 ақ тетігін басу керек.

100 мкс импульстерінің қайталау периодын анықтау үшін оның жиілігін есептеу қажет:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 10 \text{ кГц.}$$

Осыдан соң баяу реттеу қолымен нысананы «Қайталау жиілігі Hz» шкаласының қара жағындағы 10 санымен сәйкестендіріп, х 10³ қара түсті тетігін басу керек.

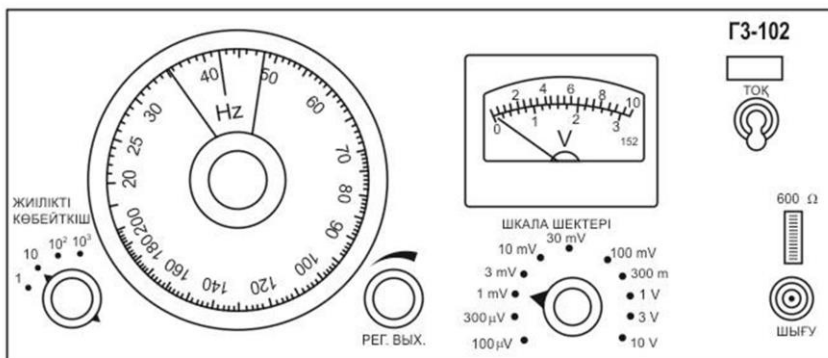
Берілген 5 мкс уақытша қозғалысты анықтау үшін баяу реттеу қолымен нысананы «Уақытша қозғалыс ps» шкаласының қара түсті жағындағы 5 санымен сәйкестендіріп, х 1 қара түсті тетігін басу керек.

Енді тетікті тумблермен берілген негізгі импульстер мен синхроимпульстердің оң полярлығын анықтау керек.

6.10. Мысал. 6.8, а суретте бейнеленген аспаптың беткі жағы бойынша аспаптың толық атауын анықтау керек.

Шешімі. Импульстық генератор электрондық аналогтық.

6.3. Өздігімен шешуге арналған есептер



6.5. ГЗ-102 аспабының «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышының күйі 1 белгісінде тұрғандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек.

6.6. ГЗ-102 аспабының «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышының күйі 10 белгісінде тұрғандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек.

6.7. ГЗ-102 аспабының «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышының күйі 10^2 белгісінде тұрғандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек.

6.8. ГЗ-102 аспабының «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышының күйі 10^3 белгісінде тұрғандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек.

6.9. — 6.19. «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышы келесідей күйлерде тұрғандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек.

Есептің нөмірі	6.9	6.10	6.11	6.12	6.13	6.14	6.15	6.16	6.17	6.18	6.19
Шкала шегі	100 0V	300 0V	1 mV	3 mV	10 mV	30 mV	100 mV	300 mV	1 V	3 V	10 V

6.20. ГЗ-102 аспабынан келесідей сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 40 \sin(3,14 \cdot 10^2 \Gamma t) \text{ [mB]}.$$

6.21. ГЗ-102 аспабынан келесідей сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 100 \sin(1,57 \cdot 10^2 \Gamma t) \text{ [mB]}.$$

6.22. ГЗ-102 аспабынан келесідей сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 7 \sin(6,28 \cdot 10^2 \Gamma t) \text{ [B]}.$$

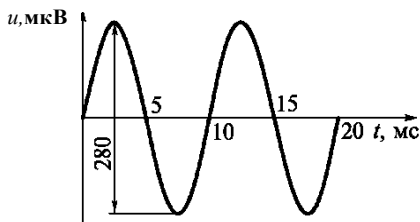
6.23. ГЗ-102 аспабынан келесідей сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 30 \sin(9,42 \cdot 10^3 \Gamma t) \text{ [mB]}.$$

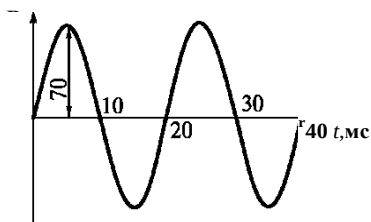
6.24. ГЗ-102 аспабынан келесідей сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 9 \sin(12,56 \cdot 10^3 \Gamma t) \text{ [mB]}.$$

6.25. ГЗ-102 аспабынан 6.10 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:



6.10 сурет. 6.25 есепке берілген параметрлері бар синусоидалық сигнал



6.11 сурет. 6.26 есепке берілген параметрлері бар синусоидалық сигнал

6.26. ГЗ-102 аспабынан 6.11 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарыныңқайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

6.27. ГЗ-102 аспабынан 6.12 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарыныңқайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

6.28. ГЗ-102 аспабынан 6.13 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарыныңқайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

6.29. ГЗ-102 аспабынан 6.14 суретте көрсетілген сигнал түрін шығару үшін басқару органдарыныңқайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

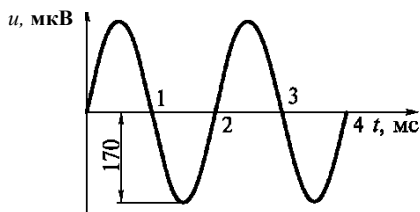
6.30. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$,

$\gamma_{\text{дF}} = \pm \%$ деп белгіленсе және егер $U = 28 \text{ мВ}$, $F = 50 \text{ Гц}$

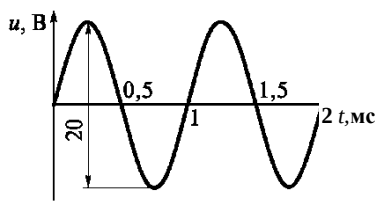
болса, онда 6.20 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.31. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$,

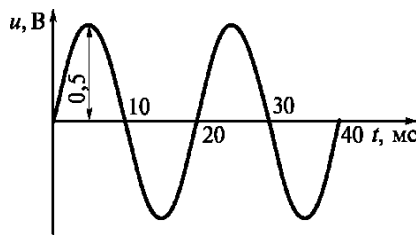
$\gamma_{\text{дF}} = \pm \%$ деп белгіленсе және егер $U = 70 \text{ мВ}$, $F = 25 \text{ Гц}$



6.12 сурет. 6.27 есепке берілген параметрлері бар синусоидалық сигнал



6.11 сурет. 6.28 есепке берілген параметрлері бар синусоидалық сигнал



6.14 сурет. 6.29 есепке берілген параметрлері бар синусоидалық сигнал болса, онда 6.21 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.32. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 4,9 \text{ В}$, $F = 100 \text{ Гц}$ болса, онда 6.22 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.33. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 21 \text{ мВ}$, $F = 1,5 \text{ кГц}$ болса, онда 6.23 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.34. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 6,3 \text{ мВ}$, $F = 2 \text{ кГц}$ болса, онда 6.24 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.35. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 98 \text{ мкВ}$, $F = 100 \text{ Гц}$ болса, онда 6.25 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.36. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 49 \text{ мВ}$, $F = 50 \text{ Гц}$ болса, онда 6.26 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.37. Егер ГЗ-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$, $\gamma_{\text{д}F} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ деп белгіленсе және егер $U = 119 \text{ мкВ}$, $F = 500$

Гц

болса, онда 6.27 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.38. Егер Г3-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$,
 $\gamma_{\text{дF}} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ белгіленсе және егер $U = 7 \text{ В}$, $F = 1 \text{ кГц}$
болса, онда 6.28 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін
қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.39. Егер Г3-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{\text{пр}U} = \pm 1,5 \%$,
 $\gamma_{\text{дF}} = \pm \% \left(1 + \frac{50}{F} \right)$ белгіленсе және егер $U = 0,35 \text{ В}$, $F = 50 \text{ кГц}$
болса, онда 6.29 есепте табылған кернеу мен жиіліктің мәндерін
қоюдың салыстырмалы қателіктерін анықтаңыз.

6.40. Беткі жағы 6.15 суретте бейнеленген аспаптың жиілік
диапазонын анықтаңыз.

6.41. Г6-26 аспабынан шығатын сигналдың пішінін анықтаңыз.

6.42. Беткі жағы 6.15 суретте бейнеленген аспаптың толық атауын
анықтау керек.

6.43 — 6.49. «Жиілікті көбейткіш» ауыстырып қосқышының
келесідей күлерінде жиілікті реттеу шектерін анықтау керек:

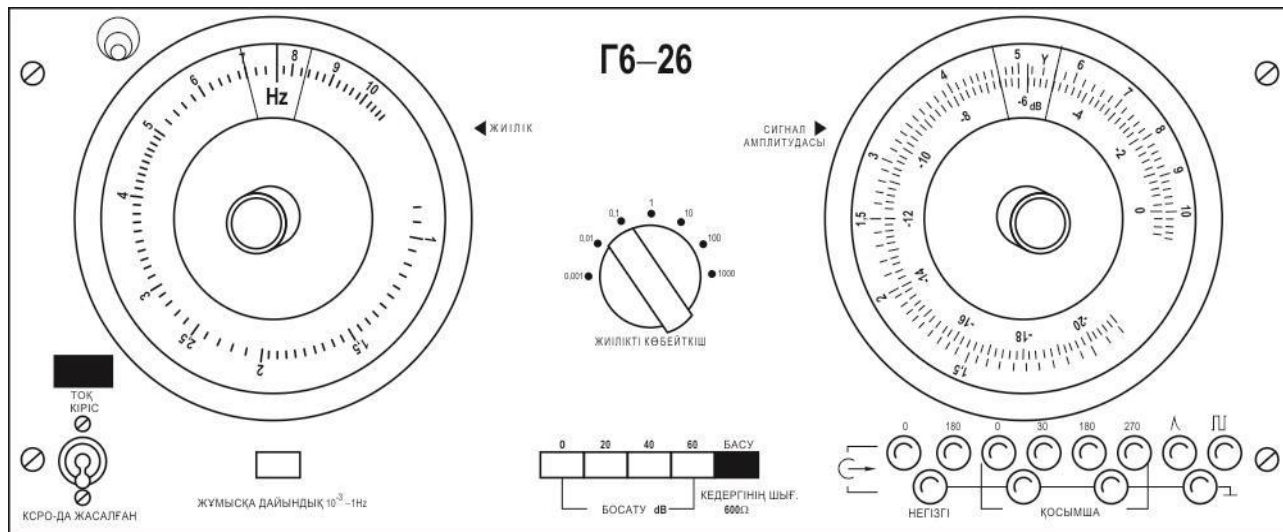
Есептің нөмірі	6.43	6.44	6.45	6.46	6.47	6.48	6.49
Ауыстырып қосқыштың күйі	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1 000

6.50. Шығыс кернеуді реттеу диапазонын анықтау керек.

6.51. Егер Г6-26 аспабының төлқұжатында 0,5... 1 000 Гц жиілік
диапазонында $\gamma_{\text{дF}} = \pm 2 \%$, $\gamma_{\text{дU}} = \pm 2,5 \%$ және қалған диапазонда $\pm 3\%$
деп белгіленсе және $U = 10 \text{ мВ}$, $F = 4 \text{ кГц}$ болса, онда кернеу мен
жиілік мәндерін қоюдың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.52. Егер Г6-26 аспабының төлқұжатында 6.51 есепте келтірілген
қателіктер белгіленсе және $U = 150 \text{ мВ}$, $F = 5 \text{ Гц}$ болса, онда онда
кернеу мен жиілік мәндерін қоюдың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.53. Егер Г6-26 аспабының төлқұжатында 6.51 есепте келтірілген
қателіктер белгіленсе және $U = 4 \text{ В}$, $F = 8 \text{ кГц}$ болса, онда онда кернеу
мен жиілік мәндерін қоюдың абсолюттік қателігін анықтаңыз.



6.15 сурет. Г6-26 генераторының беткі жағы

6.54. Егер Г6-26 аспабының төлқұжатында 6.51 есепте келтірілген қателіктер белгіленсе және $U = 0,1$ В, $F = 200$ Гц болса, онда онда кернеу мен жиілік мәндерін қоюдың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.55. 6.8, a суретте көрсетілген аспаптың шығарған «1: 1» сигналының пішінін анықтаңыз.

6.56. 6.8, a суретте көрсетілген аспаптың шығарған «1: 10» сигналының пішінін анықтаңыз.

6.57. 6.8, a суретте көрсетілген аспаптың шығарған «1: 100» сигналының пішінін анықтаңыз.

6.58. 6.8, a суретте көрсетілген аспаптың шығарған «Синхроимпульстар» сигналының пішінін анықтаңыз.

6.59. Г5-54 аспабының жиілік диапазонын анықтау керек.

6.60. Г5-54 аспабының уақытша қозғалысын реттеу диапазонын анықтау керек.

6.61. Г5-54 аспабының импульстер ұзақтығын реттеу диапазонын анықтау керек.

6.62. Г5-54 аспабының импульстар амплитудасын реттеу диапазонын анықтау керек.

6.63 — 6.70. Г5-54 аспабының «Қайталау жиілігі Hz» тетіктік ауыстырып қосқышының келесідей тетіктерін басқандағы жиілікті реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.63	6.64	6.65	6.66	6.67	6.68	6.69	6.70
Басылған тетік	Ақ $\times 10$	Қара $\times 10$	Ақ $\times 10^2$	Қара $\times 10^2$	Ақ $\times 10^3$	Қара $\times 10^3$	Ақ $\times 10^4$	Қара $\times 10^4$

6.71 — 6.79. Г5-54 аспабының «Уақытша қозғалыс μs » тетіктік ауыстырып қосқышының келесідей тетіктерін басқандағы уақытша қозғалысты реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.71	6.72	6.73	6.74	6.75	6.76	6.77	6.78	6.79
Басылған тетік	0	Ақ $\times 0,1$	Қара $\times 0,1$	Ақ $\times 1$	Қара $\times 1$	Ақ $\times 10$	Қара $\times 10$	Ақ $\times 10^2$	Қара $\times 10^2$

6.80 — 6.87. Г5-54 аспабының «Ұзақтық» тетіктік ауыстырып қосқышының келесідей тетіктерін басқандағы импульстар ұзақтығын реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.80	6.81	6.82	6.83	6.84	6.85	6.86	6.87
Басылған тетік	Ақ $\times 0,1$	Қара 0,1	Ақ $\times 1$	Қара $\times 1$	Ақ $\times 10$	Қара $\times 10$	Ақ $\times 10^2$	Қара $\times 10^2$

6.88 — 6.93. Г5-54 аспабының тетіктік ауыстырып қосқышының келесідей тетіктерін басқандағы амплитуда импульстарын реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.88	6.89	6.90	6.91	6.92	6.93
Шыққан сигнал	1:1	1:1	1:1	1: 1	1: 10	1: 100
Басылған тетік	x 1	x 0,3	x0,1	x0,03	x0,03	x 0,03

6.94. Г5-54 аспабының шығарылымынан алынатын «Синхроимпульстар» және 1:1 сигналдар параметрлерінің қайсысы сәйкес келетінін анықтаңыз.

6.95. Г5-54 аспабының шығарылымынан алынатын «Синхроимпульстар» және 1:1 сигналдар параметрлерінің қайсысы сәйкес келмейтінін анықтаңыз.

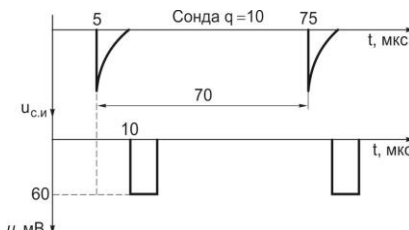
6.96. Г5-54 аспабының шығарылымынан алынатын 1:10 және 1:100 сигналдар параметрлерінің қайсысы сәйкес келетінін анықтаңыз.

6.97. Г5-54 аспабының шығарылымынан алынатын 1:10 және 1:100 сигналдар параметрлерінің қайсысы сәйкес келмейтінін анықтаңыз.

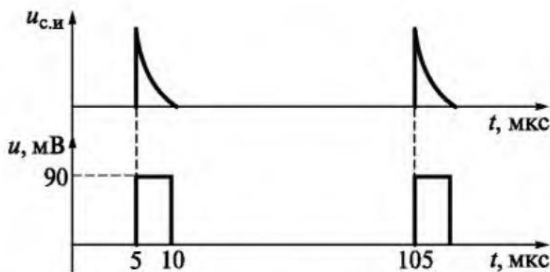
6.98. 6.16 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.99. 6.17 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.100. 6.18 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.



6.16 сурет. 6.98 есепке берілген сигнал

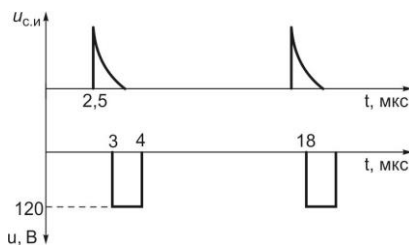


6.17 сурет. 6.99 есепке берілген сигнал

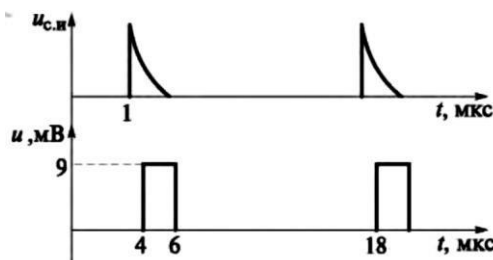
6.101. 6.19 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.102. 6.20 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

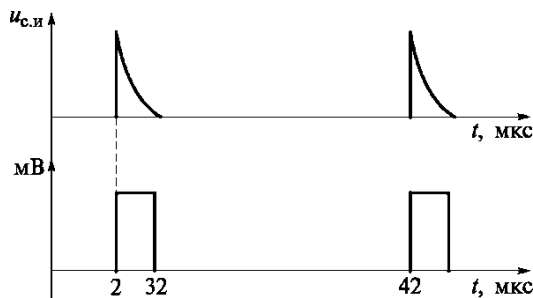
6.103. 6.21 суретте көрсетілген Г5-54 аспабынан 1:1 сигнал түрін шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.



6.18 сурет. 6.100 есепке берілген сигнал



6.19 сурет. 6.101 есепке берілген сигнал



6.20 сурет. 6.102 есепке берілген сигнал

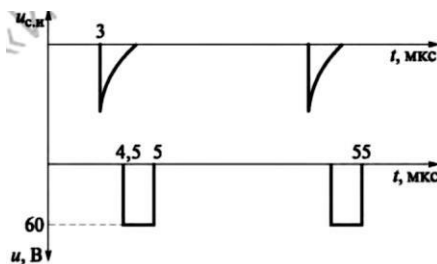
6.104—6.110. Келесі кестеде көрсетілген параметрлерді қоюдың салыстырмалы қателігін анықтаңыз:

Есептің нөмірі	6.104	6.105	6.106	6.107	6.108	6.109	6.110
Параметр	$t_u = 7 \text{ мкс}$ $U_m = 90 \text{ мВ}$	$U_m = 6 \text{ В}$ $F = 14 \text{ кГц}$	$t_3 = 5 \text{ мкс}$ $F = 10 \text{ кГц}$	$t_H = 30 \text{ мкс}$ $F = 100 \text{ кГц}$	$U_m = 1 \text{ В}$ $t_3 = 5 \text{ мкс}$	$U_m = 12 \text{ В}$ $t_3 = 0,5 \text{ мкс}$	$t_u = 2 \text{ мкс}$ $t_u = 3 \text{ мкс}$

Г5-54 аспабының төлқұжаты бойынша мына мәліметтер белгілі: $\Delta U_m = (0,1 U_m + K)$, мұндағы K — кернеудің сатылау өзгеру коэффициенті; $\Delta F = \pm 0,1F$, где F в Гц; $\Delta t_H = \pm(0,14 + 0,03) \text{ мкс}$; $\Delta t_3 = \pm(0,1t_3 + 0,03) \text{ мкс}$.

6.111 — 6.119. Г5-54 аспабынан келесі кестеде көрсетілген амплитудалары бар тікбұрышты пішіндегі импульстар шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (кернеу 1:1 шығарылымынан алынады):

Есептің нөмірі	6.111	6.112	6.113	6.114	6.115	6.116	6.117	6.118	6.119
$U_m, \text{В}$	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3



6.120 — 6.128. Г5-54 аспабынан келесі кестеде көрсетілген амплитудалары бар тікбұрышты пішіндегі импульстар шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (кернеу 1:10 шығарылымынан алынады):

Есептің нөмірі	6.120	6.121	6.122	6.123	6.124	6.125	6.126	6.127	6.128
U_m	60 мВ	90 мВ	120 мВ	150 мВ	180 мВ	210 мВ	240 мВ	270 мВ	0,3 В

6.129 — 6.137. Г5-54 аспабынан келесі кестеде көрсетілген амплитудалары бар тікбұрышты пішіндегі импульстар шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (кернеу 1:100 шығарылымынан алынады):

Есептің нөмірі	6.129	6.130	6.131	6.132	6.133	6.134	6.135	6.136	6.137
$U_m, \text{мВ}$	6	9	12	15	18	21	24	27	30

6.138 — 6.164. Г5-54 аспабынан келесі кестеде көрсетілген амплитудалары бар тікбұрышты пішіндегі импульстар шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (кернеу 1:1 шығарылымынан алынады):

Есептің нөмірі	6.138	6.139	6.140	6.141	6.142	6.143	6.144	6.145	6.146
$U_m, \text{В}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Есептің нөмірі	6.147	6.148	6.149	6.150	6.151	6.152	6.153	6.154	6.155
$U_m, \text{В}$	6	9	12	15	18	21	24	27	30

Есептің нөмірі	6.156	6.157	6.158	6.159	6.160	6.161	6.162	6.163	6.164
$U_m, \text{В}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100

6.165. Г4-102 генераторының жиілік диапазонын анықтаңыз (6.22 сурет).

6.166. Г4-102 генераторы шығаратын сигналдар пішінін анықтаңыз.

6.167. 6.22 суретте көрсетілген аспаптың беткі жағының суреті арқылы аспаптың толық атауын анықтаңыз.

6.168. Г4-102 аспабының шығарылымында «У» кернеуін қою диапазонын анықтаңыз.

6.169—6.176. Г4-102 аспабының «Жиілікті қою МНз» тетіктік ауыстырып қосқышының келесідей тетіктерін басқандағы салмақ жиілікті реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.169	6.170	6.171	6.172	6.173	6.174	6.175	6.176
Ауыстырып қосқыштың тетігі	1	2	3	4	5	6	7	8

6.177 — 6.188. Дискреттік ауыстырып қосқыштың келесідей күйлері мен өлшеу шегін білдіретін санның түстерінде Г4-102 аспабының «рУ» шығарылымында кернеуді реттеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	6.177	6.178	6.179	6.180	6.181	6.182
Ауыстырып қосқыштың күйі	Қара x 1	Қызыл x 1	Қара x 10	Қызыл x 10	Қара x 10 ²	Қызыл x 10 ²

Есептің нөмірі	6.183	6.184	6.185	6.186	6.187	6.188
Ауыстырып қосқыштың күйі	Қара x 10 ³	Қызыл x 10 ³	Қара x 10 ⁴	Қызыл x 10 ⁴	Қара x 10 ⁵	Қызыл x 10 ⁵

Ондық ауыстырып қосқыштың қызыл түсті сандары 6.22 суретте доға сияқты белгіленген. Доға сияқты бөлінген көбейткіштер соңғы сандары 1,5 және 5 мкВ U бірқалыпты құрылғының ішкі шкаласына сәйкес келеді.

6.189. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 0,5 \sin(15,7 \cdot 10^6 \Gamma_{\Gamma}) t \text{ [мВ]}.$$

6.190. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

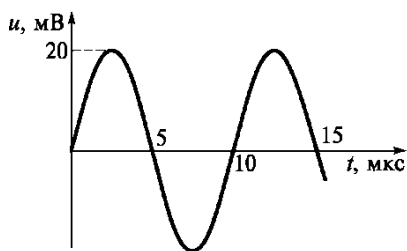
$$u(t) = 4 \sin(3,14 \cdot 10^6 \Gamma_{\Gamma}) t \text{ [мВ]}.$$

6.191. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

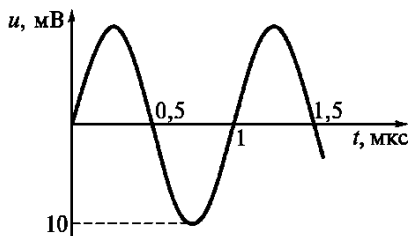
$$u(t) = 1,5 \sin(6,28 \cdot 10^5 \Gamma_{\Gamma}) t \text{ [мВ]}.$$

6.192. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 2,1 \sin(9,42 \cdot 10^6 \Gamma_{\Gamma}) t \text{ [мВ]}.$$



6.23 сурет. 6.195 есепке берілген сигнал



6.24 сурет. 6.196 есепке берілген сигнал

6.193. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 30 \sin(12,56 \cdot 10^7 \text{Гц})t [\text{мВ}].$$

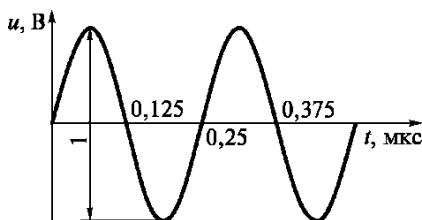
6.194. Г4-102 аспабынан келесідей сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз:

$$u(t) = 0,02 \sin(15,7 \cdot 10^8 \text{Гц})t [\text{мВ}].$$

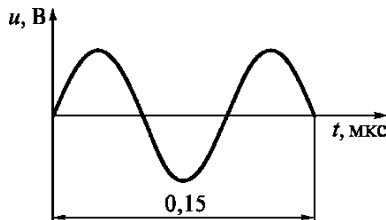
6.195. Г4-102 аспабынан 6.23 суретте көрсетілген сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.196. Г4-102 аспабынан 6.24 суретте көрсетілген сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

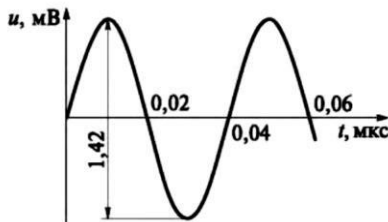
6.197. Г4-102 аспабынан 6.25 суретте көрсетілген сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.



6.25 сурет 6.197 есепке берілген сигнал



6.26 сурет. 6.198 есепке берілген сигнал



6.27 сурет. 6.199 есепке берілген сигнал

6.198. Г4-102 аспабынан 6.26 суретте көрсетілген сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.199. Г4-102 аспабынан 6.27 суретте көрсетілген сигнал шығару үшін басқару органдарының қайсысын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз.

6.200. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 350$ мВ, $f = 2,5$ МГц болғанда, 6.189 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.201. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 2,8$ мВ, $f = 0,5$ МГц болғанда 6.190 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.202. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 1,05$ мВ, $f = 0,1$ МГц болғанда 6.191 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.203. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 1,5$ мВ, $f = 1,5$ МГц болғанда 6.192 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.204. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 21$ мВ, $f = 20$ МГц болғанда 6.193 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.205. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 14$ мкВ, $f = 10$ МГц болғанда 6.194 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.206. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{дU} = \pm 12\%$, $\gamma_{дf} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 14$ мВ, $f = 0,1$ МГц болғанда 6.195 есепте

табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.207. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{dU} = \pm 12\%$, $\gamma_{dI} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 7$ мВ, $f = 1$ МГц болғанда 6.196 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.208. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{dU} = \pm 12\%$, $\gamma_{dI} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 0,35$ В, $f = 4$ МГц болғанда 6.197 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.209. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{dU} = \pm 12\%$, $\gamma_{dI} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 0,5$ В, $f = 10$ МГц болғанда 6.198 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.210. Егер Г4-102 аспабының төлқұжатында $\gamma_{dU} = \pm 12\%$, $\gamma_{dI} = \pm 1\%$ деп белгіленсе, $U = 0,5$ мВ, $f = 25$ МГц болғанда 6.199 есепте табылған кернеу мен жиілік мәнін орналастырудың абсолюттік қателігін анықтаңыз.

6.211. Г4-102 генераторының модульдейтін жиілік мәнін анықтау керек.

6.212. Г4-102 аспабының модульдейтін жиілігінің жетекші генераторының типін анықтау және осы жиіліктің формуласын келтіру керек.

6.213. Г4-102 аспабының модульденген (жүк түсетін) жиілігінің жетекші генераторының типін анықтау және осы жиіліктің формуласын келтіру керек.

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОСЦИЛЛОГРАФТАР

7.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Осциллографтың негізгі мәліметтері оның беткі жағында берілген.

Осциллографтар келесідей типтерде болуы мүмкін: *жарық сәулелі* (Н тобы) және *электрондық* (С тобы).

Өз кезегінде электрондық осциллографтар (ЭО) индикация түрі бойынша *аналогтық* және *цифрлық*, міндеті бойынша *эмбебап* (С1), *стробоскоптық* (С7), *жадтайтын* (С8) және *арнайы* (С9), ал бір уақытта зерттейтін процестер саны бойынша *бір арналы* және *көп арналы* болып бөлінеді.

Экранда бір ғана процесті бақылауға мүмкіндік беретін бір арналы (бір сәулелі) осциллографтарда бір Y кірер аузы, бір «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқыш және жарықты, астигматизмді, фокусты реттейтін бір-бір қолдан болады.

Бір уақытта екі процесті зерттеуге мүмкіндік беретін көп арналы екісәулелі осциллографтарда екі кірер ауыз Y (Y_x және Y_2), екі «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышы және жарықты (Жарық 1 және Жарық 2), фокусты (Фокус1 және Фокус2), астигматизмді (Астигматизм1 және Астигматизм 2) реттейтін екі-екі қолдан болады.

Екі арналы ЭО-да екі кірер ауыз Y (Y_x және Y_2), екі «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышы және жарықты, астигматизмді, фокусты реттейтін бір-бір қолдан болады.

Осциллографтардың барлығында үш электрлік кірер ауыз Y , X , Z болады:

Y — әсерінен электрондық сәуле тік бағытта қозғалатын зерттелетін сигналды жеткізуге арналған. Бұл кірер ауызда кіріс импедансы — активті $R_{вх}$ және реактивті $C_{вх}$ кедергілердің мәні белгіленеді. $R_{вх}$ кедергісі әдетте 1 МОм-ға тең, ол осциллографтың зерттелетін тізбектен аз ғана қолданған қуатын анықтайды. Ал $C_{вх}$ кедергісі аспаптың міндетіне байланысты ондаған пикофарадтар шегінде ауытқып отырады. Кірер ауызы ЭО өткізу жолағына әсер етеді ($C_{вх}$ неғұрлым төмен болса, жиілік диапазоны соғұрлым жоғары болады);

X — электрондық сәуленің көлденең жылжып отыруын және жылжымайтын осциллограмманы алуды қамтамасыз ететін көмекші кернеуді жеткізуге арналған;

Z — (X пен Y -ға қарағанда) сәуленің ашықтығын басқаруға арналған және аспаптың артқы жағында орналасқан.

Осциллографпен жұмыс істеудің негізгі мәні пайдаланушылық дағдылардың қалыптасуы және барынша аз қателікпен түрлі сигналдардың параметрлерін өлшей білу, бұл кез келген аналогтық ЭО үшін қолданылатын өлшеудің әмбебап әдістемесін меңгермейінше мүмкін емес.

7.2. Сигналдың параметрлерін өлшеу әдістемесі

Осциллографтың көмегімен өлшеу жүргізудің әмбебап әдістемесі өз ішінде келесідей процестерден құралған.

1. Зерттелетін сигналдың пішінін анықтау (7.1 кесте).

Сигнал бірполярлы болуы мүмкін, яғни бір полярлықтың амплитудасы (7.1 кестеге қараңыз, 2 және 4 а-в нөмірлі сигналдар) және оң және теріс амплитудалы екіполярлы (1,3 және 4г нөмірлі сигналдар) болуы мүмкін.

2. ЭО-ның ұңғы сызығын реттеу қолымен орналастыру:

- Оң бірполярлы сигнал үшін – экранның астында, ал теріс бірполярлы сигнал үшін – үстінде (шетінен бір бөліктен кем емес қашықтықта);

- Екі полярлы сигнал үшін – экранның ортасынан.

3. ЭО басқарудың масштабын белгілейтін органдардың күйін таңдау:

- Осциллограмманың көлденеңнен өлшемі сигналдың қайталану периодына сәйкес «Уақыт/дел» ауыстырып қосқышы мен «Ұңғы» тумблерімен (егер ол болса) анықталады. Ауыстырып қосқыш және тумблермен анықталған мәннің туындысы оның масштабы болып табылады;

- Осциллограмманың тік өлшемі сигналдың амплитудасына сәйкес «Вольт/дел.» ауыстырып қосқышымен (кейбір осциллографтарда «Күшейткіш» тумблерімен) анықталады. «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышының көрсетілімі (немесе «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышы мен «Күшейткіш» турлерімен анықталған мәндердің туындысы) осциллограмманың масштабы болып табылады.

Сигнал параметрлерін өлшеу қателігі осциллограмманың таңдалған масштабына байланысты.

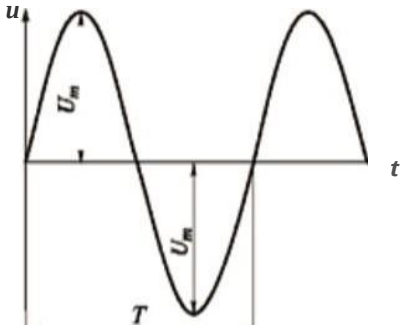
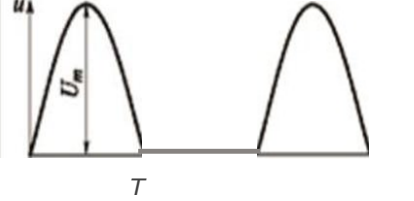
4. Осциллограмма және 7.1 кестеге келтірілген есептеу формулалары бойынша қосымша параметрлер туындысы бойынша сигнал параметрлерінің нақты түзулерінің мәнін анықтау.

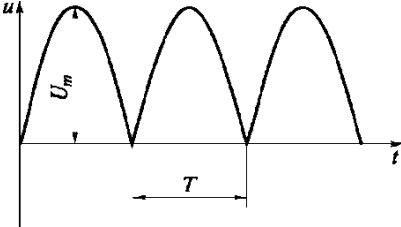
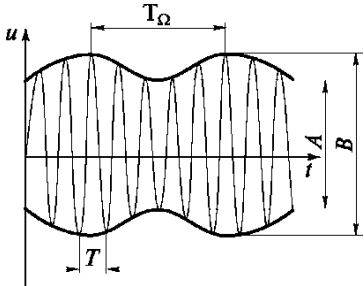
5. Сигнал параметрлерінің барлық түзулерін есептеу осциллограмма уақытының кез келген мезетінде (көлденең A_v және тік A_r) мына формула бойынша жүргізіледі:

$$A_{v(r)} = C_{Y(X)}^n Y(X), \quad (7.1)$$

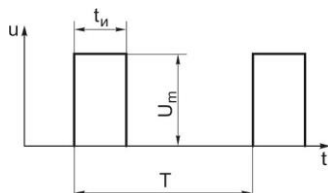
мұндағы $C_Y(X)$ — тігінен (көлденең) тұрған осциллограф масштабтық торының бір бөлігінің құны (горизонталді); $n_{Y(X)}$ — масштабтық тор бөліктеріндегі тігінен (көлденең) тұрған сигнал параметрлерінің сызықтық өлшемі.

Электроникада кеңінен қолданылатын сигналдар

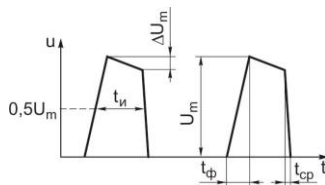
Сигналдың атауы	Сигналдың пішіні	С1-1rHafl napaMerpнеpi	Параметр туындыларын есептеуге арналған формулалар
1. Синусоидалы	 The graph shows a sinusoidal wave on a coordinate system where the vertical axis is labeled u and the horizontal axis is labeled t. The wave starts at the origin, reaches a peak labeled U_m, crosses the zero line, reaches a trough labeled U_m, and returns to the zero line. The time interval between two consecutive zero-crossings is labeled T.	$U_m = 8Mn \cdot 1U_{rny} < \rangle anbl \{ M8H$ $U - opmawa KaaOpammbIK MSH$ $T - \{aumanay nepu00b1$ $F \rightarrow KUiniK$	$U - -0.707U_m \text{ (7.2)}$
2. Импульсный a) $6ip > 1 < aprb1nep1 > 10ATbl$	 The graph shows a pulse signal on a coordinate system where the vertical axis is labeled u and the horizontal axis is labeled t. The signal consists of a series of rectangular pulses. Each pulse has a height labeled U_m. The time interval between the start of two consecutive pulses is labeled T.		$F = \frac{1}{T} \text{ (7.3)}$

Сигналдың атауы	Сигналдың пішіні	Сигнал параметрлері	Параметр туындыларын есептеуге арналған формулалар
б) екіжарты периодты			
3. Амплитудалық-модульденген (АМтербеліс)		T_a — модульдейтін жиіліктің қайталау периоды; F — модульдейтін жиілік; T — салмақ түсетін жиіліктің қайталау периоды; f — салмақ түсетін жиілік; M — амплитудалық модуляцияның коэффициенті; A, B — сызықтық өлшемдер	$F = \frac{1}{T_\Omega}$ $f = \frac{1}{T}$ $M = \frac{A - B}{A + B} 100 \quad (7.4)$

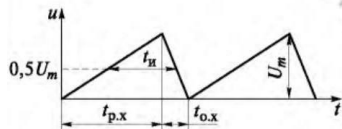
4. Импульстік: а)
тікбұрышты



б) трапецеиалды

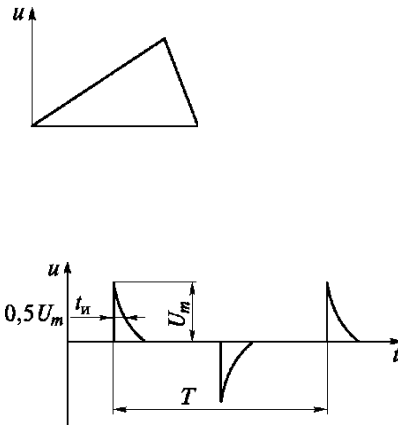


в) арартекес:
• үздіксіз



U_m —импульс амплитудасы; t_u —импульс ұзақтығы;
 T —импульстің қайталау периоды;
 F —импульстің қайталау жиілігі;
 q —қуыстылық;
 ΔU_m —импульс ұшының қисаюы;
 t_ϕ —импульстің алдыңғы аймағы;
 t_{cp} —импульстің артқы кесіндісі;
 $t_{p.x}$ —араның жұмыс істеу уақыты;
 $t_{o.x}$ —араның кері қайту уақыты

$$q = \frac{T}{t_u} = \frac{1}{F t_u} \quad (7.5)$$

Сигналдың атауы	Сигналдың пішіні	Сигнал параметрлері	Параметр туындыларын есептеу формулалары
тосушы Ү) дифференциалданған			

7.3. Есептерді шешу мысалдары

7.1. Мысал. 7.1 суретте көрсетілген аспаптың толық атауын анықтау керек.

Шешімі. Радиоөлшеу аспаптарының топтамалық классификациясына сәйкес (5 қосымшаны қараңыз), С1 – электрондық эмбебап осциллографтың белгісі, ал 67 – модельдің нөмірі.

Аспаптың беткі жағының суретінде цифрлық индикатор болмағандықтан, аспап аналогтық болып есептеледі.

Аспаптың беткі жағында бір Y кірер аузы (аспаптың панелінде кіру импедансы болып белгіленген), бір «Вольт/бөл» ауыстырып қосқыш және «Жарықтық» және «Фокус» деген реттейтін бір-бір қолдан бар. Яғни бұл осциллограф бірсәулелі дегенді білдіреді.

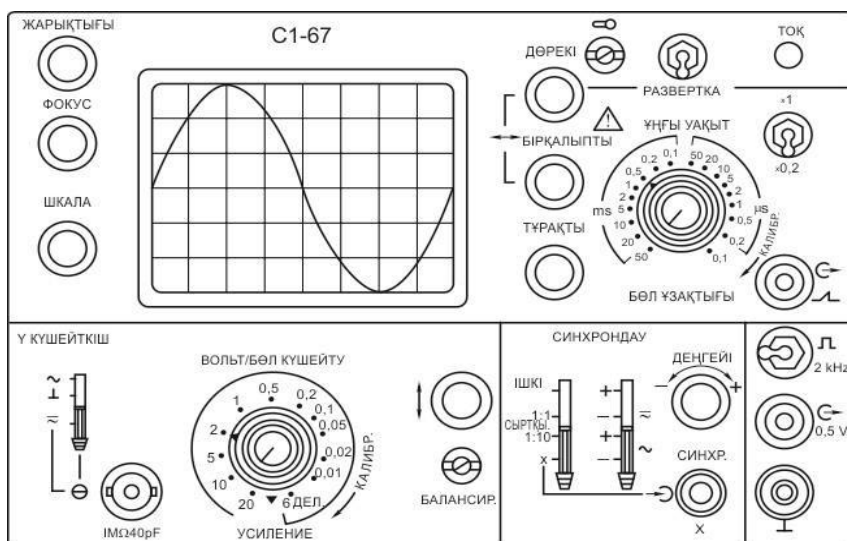
Осыған сәйкес, аспаптың толық атауы –электрондық аналогтық эмбебап бірсәулелі осциллограф.

7.2. Мысал. С1-67 осциллографының беткі жағының суреті бойынша (7.1 суретке қараңыз) кернеуді өлшеу диапазонын анықтау керек.

Шешімі. Осциллограф өлшейтін кернеу (7.1) формула бойынша есептеледі: $U = C_y n_y$.

Ең төменгі (ең жоғарғы) кернеуді $U_{\min}(U_{\max})$ C_y мен n_y -нің ең төменгі (ең жоғарғы) мәндерінен табамыз.

«Вольт/бөл» ауыстырып қосқыштың шкаласында C_y -дің ең төменгі мәні 0,01 В/бөл.-ге тең (ең жоғарғы — 20 В/бөл.).



7.1 сурет. Синусоидалы сигналды С1-67 аспабының беткі панелінің суреті

n_{γ} -нің тігінен келген ең төменгі сызықтық өлшемін бір бөлігіне тең қылып аламыз. Себебі төмен мәндерде өлшеу қателігі ұлғаяды, ал n_{γ} -нің ең жоғарғы мәнін масштабтық тор бойынша – 6 бөлік.

Осыған сәйкес, С1-67 осциллографымен кернеуді өлшеудің диапазоны:

$$U_{\min} = (0,01 \text{ В/бөл.}) (1 \text{ бөл.}) = 0,01 \text{ В}; U_{\max} = (20 \text{ В/бөл.}) (6 \text{ бөл.}) = 120 \text{ В.}$$

7.3. Мысал. 7.1 суретте көрсетілген аспаптың ауыстырып қосқышы мен тумблерінің келесідей күйлерінде: «Вольт/бөл.» — 2; «Уақыт/бөл.» — 50 мс/дел.; «Ұңғы» тумблері — х0,2, синусоидалық сигналдың (7.1 кестеге қараңыз) параметрлерін анықтау қажет.

Шешімі. Осциллографтың экранында көрсетілген синусоидадан шығатын қорытынды, сигнал амплитудасы — 3 бөлікті, ал оның периоды 8 бөлікті құрайды.

Берілген сигналдың параметрлері U_m , U , T , F , синусоидалы болып табылады.

Кернеудің амплитудалық мәнін (7.5) формула бойынша анықтаймыз:

$$U_m = C_{\gamma} n_{\gamma} = (2 \text{ В/бөл.}) (3 \text{ бөл.}) = 6 \text{ В.}$$

Кернеудің орташа квадраттың мәнін (7.2) формула бойынша анықтаймыз:

$$U = 0,707 \cdot 6 \text{ В} = 4,2 \text{ В.}$$

Сигналдың қайталануы периодын (7.1) формула арқылы анықтаймыз:

$$T = C_X n_X = (50 \text{ мс/бөл.}) (0,2 \cdot 8 \text{ бөл.}) = 80 \text{ мс.}$$

Қайталау жиілігін (7.3) формуласы бойынша табамыз:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{80 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 125 \text{ Гц.}$$

Сәйкесінше, өлшенген синусоидалық сигналдың параметрлері мынаны құрайды:

$$U_m = 6 \text{ В}; U = 4,2 \text{ В}; T = 80 \text{ мс}; F = 12,5 \text{ Гц.}$$

7.4. Мысал. Егер «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышын 2 күйден (сигнал амплитудасы үш бөлікке сәйкес болғанда) 10 күйге ауыстырсақ, осциллограмманың тігінен және көлденеңнен тұрған сызықтық өлшемдері қалайша өзгередінін анықтау керек.

Шешімі. Тігінен тұрған осциллограмманың сызықтық өлшемдері «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышымен және «Ұңғы» тумблерімен реттеледі. Олардың күйлері есептің шарты бойынша өзгермейді. Осыған орай, тігінен тұрған осциллограмманың өлшемдері өзгермейді.

Көлденеңнен тұрған сигналдың амплитудасы «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышының бастапқы күйінде.

$$U_m = C_Y n_Y = (2 \text{ В/дел.})(3 \text{ дел.}) = 6 \text{ В.}$$

«Вольт/бөл.» ауыстырып қояқышының күйін 10 белгісіне қойғандағы көлденеңнен тұрған сигналдың амплитудасын келесі формула бойынша табамыз:

$$U_m = (10 \text{ В/дел.})(x \text{ дел.}) = 6 \text{ В,}$$

осыдан

$$x = \frac{6 \text{ В}}{10 \text{ В/дел.}} = 0,6 \text{ дел.}$$

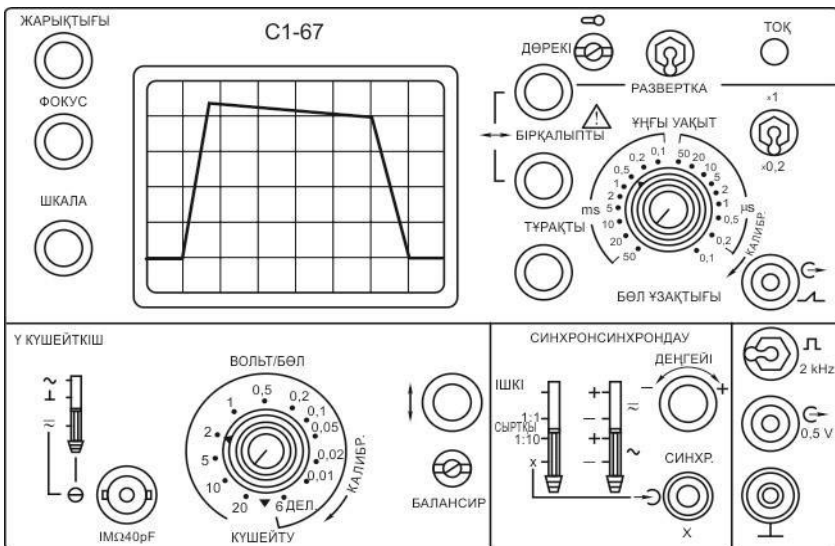
Сонымен, $C_Y = 2 \text{ В/бөл.}$ болғанда, параметрдің сызықтық өлшемі $n_Y = 3 \text{ дел.}$; ал $C_Y = 10 \text{ В/бөл.}$ болғанда, мынадай өлшем шығады $n_Y = 0,6 \text{ бөл.}$, яғни ауыстырып қосқыштың берілген күйінде осциллограмманың тігінен тұрған өлшемдері 5 есеге қысқарады, ал көлденең өлшемдері өзгеріссіз қалады.

7.5. Мысал. 7.1 суретте көрсетілген С1-67 осциллографының кірмелі толық кедергісін анықтау талап етіледі.

Шешімі. Кірмелі толық кедергі туралы мәлімет аспаптың беткі жағында берілген, яғни $R_{вх} = 1 \text{ МОм}$, ал $C_{вх} = 40 \text{ пФ}$.

7.4. Өздігімен шешуге арналған есептер

7.1. 7.2 суретте бейнеленген С1-67 аспабының Y кіру аузы бойынша кірмелі толық кедергісін анықтау керек.



7.2 сурет. Импульстық сигнал беретін С1-67 осциллографның беткі жағының суреті

7.2. С1-67 аспабының Ү кіру аузы бойынша сезгіштігін анықтаңыз

7.3. С1-67 аспабының Х кіру аузы бойынша сезгіштігін анықтаңыз

7.4. 7.2 суретте көрсетілген аспаптың толық атауын көрсетіңіз.

7.5. С1-67 аспабының қандай басқару органдары тігінен тұрған осциллограмманың өлшеміне әсер ететінін анықтау керек.

7.6. С1-67 аспабының қандай басқару органдары көлденеңнен тұрған осциллограмманың өлшеміне әсер ететінін анықтау керек.

7.7. С1-67 аспабының төлқұжаттың сипаттамасын – сигнал кернеуін өлшеу диапазонын анықтау керек.

7.8. С1-67 аспабының төлқұжаттың сипаттамасын – импульстар жүрісінің периодын өлшеу диапазонын анықтаңыз.

7.1. С1-67 аспабының төлқұжаттың сипаттамасын – импульстік ұзақтығын өлшеу диапазонын анықтаңыз.

7.2. С1-67 аспабының төлқұжаттың сипаттамасын – импульстар жүрісінің жиілігін өлшеу диапазонын анықтаңыз.

7.11—7.21. С1-67 аспабының «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышын төмендегідей күйлерге қойғанда кернеудің өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.11	7.12	7.13	7.14	7.15	7.16	7.17	7.18	7.19	7.20	7.21
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.22—7.39. С1-67 аспабының «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын және «Ұңғы» тумлерін төмендегідей күйлерге қойғанда сигналдың жүру периодын өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.22	7.23	7.24	7.25	7.26	7.27	7.28	7.29	7.30
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1

Есептің нөмірі	7.31	7.32	7.33	7.34	7.35	7.36	7.37	7.38	7.39
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 rs	20 rs	10 rs	5 rs	2 rs	1 TS	0,5 rs	0,2 rs	0,1 rs
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1	x0,2 x1

7.40 — 7.50. «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышын төмендегідей күйлерге қойғанда 7.2 суреттің экранында көрсетілген сигнал кернеуінің амплитудасын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.40	7.41	7.42	7.43	7.44	7.45	7.46	7.47	7.48	7.49	7.50
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.51 — 7.61. «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышын төмендегідей күйлерге қойғанда 7.2 суреттің экранында көрсетілген импульс ұшының қисаюын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.51	7.52	7.53	7.54	7.55	7.56	7.57	7.58	7.59	7.60	7.61
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.62 — 7.79. C1-67 аспабының масштабы белгілетін басқару органдарын келесідей күйлерге қойғанда 7.2 суреттің экранында көрсетілген сигналдың импульс ұзақтығын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.62	7.63	7.64	7.65	7.66	7.67	7.68	7.69	7.70
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2
	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1
Есептің нөмірі	7.71	7.72	7.73	7.74	7.75	7.76	7.77	7.78	7.79
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 μs	20 μs	10 μs	5 μs	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2
	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1

7.80 — 7.97. C1-67 аспабының масштабы белгілетін басқару органдарын келесідей күйлерге қойғанда 7.2 суреттің экранында көрсетілген импульстің алдыңғы аймағын орналастыру уақытын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.80	7.81	7.82	7.83	7.84	7.85	7.86	7.87	7.88
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1

Есептің нөмірі	7.89	7.90	7.91	7.92	7.93	7.94	7.95	7.96	7.97
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 μs	20 μs	10 μs	5 μs	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1

7.98 — 7.115. С1-67 аспабының масштабы белгілетін басқару органдарын келесідей күйлерге қойғанда 7.2 суреттің экранында көрсетілген сигнал импульсінің кесіндісін орналастыру орнын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.98	7.99	7.100	7.101	7.102	7.103	7.104	7.105	7.106
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2

Есептің нөмірі	7.107	7.108	7.109	7.110	7.111	7.112	7.113	7.114	7.115
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 μs	20 μs	10 μs	5 μs	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs
«Ұңғы» тумблерінің күйі	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2	x0,2

7.116 — 7.125. Осциллограммалардың тіке тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін С1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 20, «Уақыт/бөл.» — 0,5 μs; «Ұңғы» тумблері — x0,2):

Есептің нөмірі	7.116	7.117	7.118	7.119	7.120	7.121	7.122	7.123	7.124	7.125
Осциллограмм аны тігінен үлкейту, есе	2	4	10	20	40	100	200	400	1 000	2 000

7.126 — 7.135. Осциллограммалардың тіке тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін С1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 20, «Уақыт/бөл.» — 0,5 μs; «Ұңғы» тумблері — x1):

Есептің нөмірі	7.126	7.127	7.128	7.129	7.130	7.131	7.132	7.133	7.134	7.135
Осциллограмманы тігінен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	100	200	500	1 000	2 000

7.136 — 7.152. Осциллограммалардың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін C1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 20, «Уақыт/бөл.» — 0,1 μ s; «Ұңғы» тумблері — x1):

Есептің нөмірі	7.136	7.137	7.138	7.139	7.140	7.141	7.142	7.143	7.144
Осциллограмманы көлденеңненкішірейту, есе	2	5	10	20	50	100	200	500	1000

Есептің нөмірі	7.145	7.146	7.147	7.148	7.149	7.150	7.151	7.152
Осциллограмманы көлденеңненкішірейту, есе	2 000	5 000	10000	20000	50000	100000	200000	500000

7.153 — 7.169. Осциллограммалардың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін C1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 0,01, «Уақыт/бөл.» — 50 ms; «Ұңғы» тумблері — x1):

Есептің нөмірі	7.153	7.154	7.155	7.156	7.157	7.158	7.159	7.160	7.161
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2,5	5	10	25	50	0 0	250	500	1000

Есептің нөмірі	7.162	7.163	7.164	7.165	7.166	7.167	7.168	7.169
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2 500	5 000	10000	25 000	50 000	100000	250000	500000

7.170 — 7.186. Осциллограммалардың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін C1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 20, «Уақыт/бөл.» — 0,1 μ s; «Ұңғы» тумблері — x0.2):

Есептің нөмірі	7.170	7.171	7.172	7.173	7.174	7.175	7.176	7.177	7.178
Осциллограмманы көлденеңненкішірейту, есе	2	5	10	20	50	0 0	200	500	1000

Есептің нөмірі	7.179	7.180	7.181	7.182	7.183	7.184	7.185	7.186
Осциллограмманы көлденеңнен кішірейту, есе	2 000	5 000	10000	20 000	50000	100000	200000	500000

7.187 — 7.203. Осциллограммалардың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін С1-67 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «Вольт/бөл.» — 1, «Уақыт/бөл.» — 50ms; «Ұңғы» тумблері — х0,02):

Есептің нөмірі	7.187	7.188	7.189	7.190	7.191	7.192	7.193	7.194	7.195
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2,5	5	10	25	50	100	250	500	1000

Есептің нөмірі	7.196	7.197	7.198	7.199	7.200	7.201	7.202	7.203
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2 500	5 000	10000	25 000	50 000	100000	250 000	500000

7.204 — 7.213. С1-67 аспабының «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышын бастапқы 2 күйінен келесідей күйлерге ауыстырғанда осциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгеретінін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.204	7.205	7.206	7.207	7.208	7.209	7.210	7.211	7.212	7.213
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышкүйінің өзгеруі	5	10	20	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.214 — 7.230. С1-67 аспабының «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын бастапқы 0,5ms күйінен келесідей күйлерге ауыстырғанда осциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгеретінін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.214	7.215	7.216	7.217	7.218	7.219	7.220	7.221	7.222
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 ms	2 ms	5 ms	10 ms	20 ms	50 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s

Есептің нөмірі	7.223	7.224	7.225	7.226	7.227	7.228	7.229	7.230
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.231 — 7.241. С1-67 аспабының «Вольт/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде синусоидалы кернеудің келесідей амплитудаларын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.231	7.232	7.233	7.234	7.235	7.236	7.237	7.238	7.239	7.240	7.241
Кернеу амплитудасы, В	90	45	22,5	9	4,5	2,25	0,9	0,45	0,225	0,09	0,045

7.242 — 7.259. С1-67 аспабының «Уақыт/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде 7.2 суреттің экранында көрсетілген импульстің келесідей ұзақтықтарын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек («Ұңғы» тумблері х1 күйіне қойылған):

Есептің нөмірі	7.242	7.243	7.244	7.245	7.246	7.247	7.248	7.249	7.250
Импульс ұзақтығы	250 мс	100 мс	50 мс	25 мс	10 мс	5 мс	2,5 мс	1 мс	0,5 мс

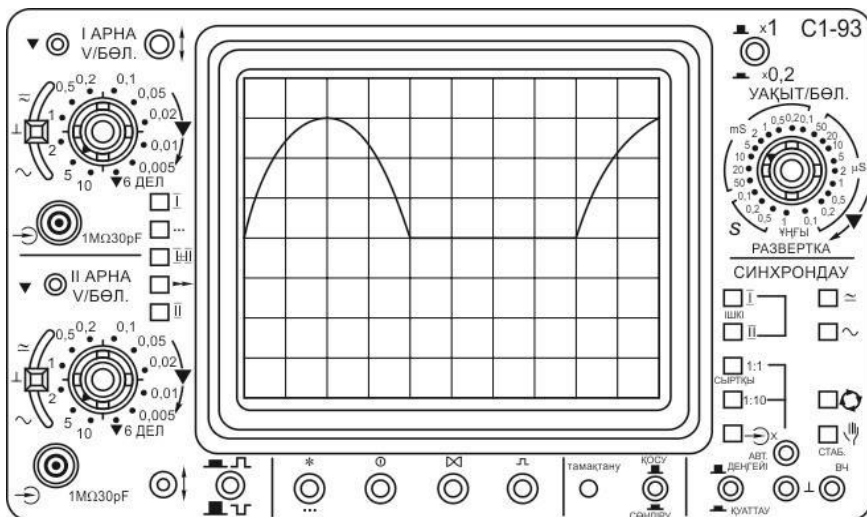
Есептің нөмірі	7.251	7.252	7.253	7.254	7.255	7.256	7.257	7.258	7.259
Импульс ұзақтығы	250 мкс	100 мкс	50 мкс	25 мкс	10 мкс	5 мкс	2,5 мкс	1 мкс	0,5 мкс

7.260 — 7.277. С1-67 аспабының «Уақыт/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде 7.2 суреттің экранында көрсетілген импульстің келесідей ұзақтықтарын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек («Ұңғы» тумблері х 0,2 күйіне қойылған):

Есептің нөмірі	7.260	7.261	7.262	7.263	7.264	7.265	7.266	7.267	7.268
Импульс ұзақтығы	50 мс	20 мс	10 мс	5 мс	2 мс	1 мс	0,5 мс	0,2 мс	0,1 мс

Есептің нөмірі	7.269	7.270	7.271	7.272	7.273	7.274	7.275	7.276	7.277
Импульс ұзақтығы	50 мкс	20 мкс	10 мкс	5 мкс	2 мкс	1 мкс	0,5 мкс	0,2 мкс	0,1 мкс

7.278. С1-67 (7.2 суретке қараңыз) және С1-93 (7.3 суретке қараңыз) осциллографтарының кірмелі толық кедергілерін салыстырып, қай аспаптың жиілік диапазоны жоғары екенін анықтаңыз.



7.3 сурет. C1-93 осциллографының беткі жағының суреті

7.279. C1-67 (7.2 суретке қараңыз) осциллографымен салыстырғанда C1-93 (7.3 суретке қараңыз) осциллографының артықшылықтарын анықтаңыз.

7.280. Аспаптардың беткі жағының суреті бойынша C1-93(7.3 суретке қараңыз) және C1-67 (7.2 суретке қараңыз) осциллографтарының бірдей сипаттамаларын анықтаңыз.

7.281. C1-67 (7.2 суретке қараңыз) осциллографымен салыстырғанда C1-93 (7.3 суретке қараңыз) осциллографының кемшіліктерін анықтаңыз.

7.282. C1-93 аспабының Y кіру аузы бойынша сезгіштігін анықтаңыз

7.283. C1-93 аспабының X кіру аузы бойынша сезгіштігін анықтаңыз

7.284. C1-93 аспабының Y кіру аузы бойынша кірмелі толық кедергісін анықтаңыз.

7.285. C1-93 аспабының толық атауын көрсетіңіз.

7.286. C1-93 аспабының қандай басқару органдары осциллограмманың тігінен өлшеміне әсер ететінін анықтаңыз.

7.287. C1-93 аспабының қандай басқару органдары осциллограмманың көлденең өлшеміне әсер ететінін анықтаңыз.

7.288. C1-93 аспабының төлқұжаттық сипаттамасын — сигнал кернеуін өлшеу диапазонын анықтау керек.

7.289. C1-93 аспабының төлқұжаттық сипаттамасын — сигналдың жүру периодын өлшеу диапазонын анықтау керек..

7.290. Определить паспортную характеристику прибора C1-93 — диапазон измерения частоты следования сигнала.

7.291 — 7.301. «V/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойған кезде С1-93 аспабымен кернеуді өлшеу шектерін анықтаңыз:

Есептің нөмірі	7.291	7.292	7.293	7.294	7.295	7.296	7.297	7.298	7.299	7.300	7.301
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.302 — 7.323. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х1 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда сигналдың жүру периодын өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.302	7.303	7.304	7.305	7.306	7.307	7.308	7.309
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.310	7.311	7.312	7.313	7.314	7.315	7.316	7.317
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μs	20 μs	10 μs

Есептің нөмірі	7.318	7.319	7.320	7.321	7.322	7.323
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μs	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs

7.324 — 7.345. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х0,2 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда сигналдың жүру периодын өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.324	7.325	7.326	7.327	7.328	7.329	7.330	7.331
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.332	7.333	7.334	7.335	7.336	7.337	7.338	7.339
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μs	20 μs	10 μs

Есептің нөмірі	7.340	7.341	7.342	7.343	7.344	7.345
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μs	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs

7.346—7.367. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерінх1 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда сигналжиілігін өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.346	7.347	7.348	7.349	7.350	7.351	7.352	7.353
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.354	7.355	7.356	7.357	7.358	7.359	7.360	7.361
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.362	7.363	7.364	7.365	7.366	7.367
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.368 — 7.389. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х 0,2 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда сигнал жиілігін өлшеу шектерін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.368	7.369	7.370	7.371	7.372	7.373	7.374	7.375
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.376	7.377	7.378	7.379	7.380	7.381	7.382	7.383
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.384	7.385	7.386	7.387	7.388	7.389
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.390 — 7.400. С1-93 аспабының «V/бөл.» ауыстырып қосқышының келесідей күйлерінде 7.3 суреттің экранында көрсетілген сигнал кернеуінің амплитудасын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.390	7.391	7.392	7.393	7.394	7.395	7.396	7.397	7.398	7.399	7.400
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.401 — 7.411. С1-93 аспабының«V/бөл.» ауыстырып қосқышының келесідей күйлерінде 7.3 суреттің экранында көрсетілген сигнал кернеуінің орташа квадраттық мәнін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.401	7.402	7.403	7.404	7.405	7.406	7.407	7.408	7.409	7.410	7.411
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.412 — 7.433. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х1 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда 7.3 суреттің экранында көрсетілген сигналдың жүру периодын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.412	7.413	7.414	7.415	7.416	7.417	7.418	7.419
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.420	7.421	7.422	7.423	7.424	7.425	7.426	7.427
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.428	7.429	7.430	7.431	7.432	7.433
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.434 — 7.455. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х0,2 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда 7.3 суреттің экранында көрсетілген сигналдың жүру периодын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.434	7.435	7.436	7.437	7.438	7.439	7.440	7.441	7.442	7.443
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms

Есептің нөмірі	7.444	7.445	7.446	7.447	7.448	7.449	7.450	7.451	7.452
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s

Есептің нөмірі	7.453	7.454	7.455
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.456 — 7.477. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х1 күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда 7.3

суреттің экранында көрсетілген сигналдың жүру жиілігін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.456	7.457	7.458	7.459	7.460	7.461	7.462	7.463
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.464	7.465	7.466	7.467	7.468	7.469	7.470	7.471
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.472	7.473	7.474	7.475	7.476	7.477
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.478 — 7.499. C1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін $\times 0,2$ күйіне, ал «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын келесідей күйлерге қойғанда 7.3 суреттің экранында көрсетілген сигналдың жүру жиілігін анықтау керек

Есептің нөмірі	7.478	7.479	7.480	7.481	7.482	7.483	7.484	7.485
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.486	7.487	7.488	7.489	7.490	7.491	7.492	7.493
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.494	7.495	7.496	7.497	7.498	7.499
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.500 — 7.509. Осциллограммалардың тіке тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін C1-93 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V/бөл.» — 10, «Уақыт/бөл.» — 1 s; «Ұңғы» тумблері — $\times 1$):

Есептің нөмірі	7.500	7.501	7.502	7.503	7.504	7.505	7.506	7.507	7.508	7.509
Осциллограмманы тігінен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	100	200	500	1 000	2 000

7.510 — 7.519. Осциллограммалардың тіке тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін C1-93 аспабының қай басқару

органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V/бөл.»—0,005, «Уақыт/бөл.» — 0,1 μ s; «Ұңғы» тумблері — x0,2):

Есептің нөмірі	7.510	7.511	7.512	7.513	7.514	7.515	7.516	7.517	7.518	7.519
Осциллограмманы тігінен кішірейту, есе	2	4	10	20	40	10^0	200	400	1 000	2 000

7.520 — 7.540. Осциллограмманың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін C1-93 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V /бөл.» — 10, «Уақыт/бөл.» — 1 с; «Ұңғы» тумблері — x1):

Есептің нөмірі	7.520	7.521	7.522	7.523	7.524	7.525	7.526	7.527
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	100	200	500

Есептің нөмірі	7.528	7.529	7.530	7.531	7.532	7.533	7.534	7.535
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	1 000	2 000	5 000	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	$2 \cdot 10^5$

Есептің нөмірі	7.536	7.537	7.538	7.539	7.540
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	$5 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	10^7

7.541 — 7.561. Осциллограмманың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін C1-93 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V /бөл.» — 0,005, «Уақыт/бөл.» — 50ms; «Ұңғы» тумблері — x1):

Есептің нөмірі	7.541	7.542	7.543	7.544	7.545	7.546	7.547	7.548
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	10^0	200	500

Есептің нөмірі	7.549	7.550	7.551	7.552	7.553	7.554	7.555	7.556
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	1 000	2 000	5 000	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	$2 \cdot 10^5$

Есептің нөмірі	7.557	7.558	7.559	7.560	7.561
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	$5 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	10^7

7.562 — 7.582. Осциллограмманың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге үлкейту үшін С1-93 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V /бөл.» — 10, «Уақыт/бөл.» — 1 s; «Ұңғы» тумблері — x0,2):

Есептің нөмірі	7.562	7.563	7.564	7.565	7.566	7.567	7.568	7.569
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	0 0	200	500

Есептің нөмірі	7.570	7.571	7.572	7.573	7.574	7.575	7.576	7.577
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	1 000	2 000	5 000	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	$2 \cdot 10^5$

Есептің нөмірі	7.578	7.579	7.580	7.581	7.582
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	$5 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	10^7

7.583—7.603. Осциллограмманың көлденең тұрған өлшемін осыншама есеге кішірейту үшін С1-93 аспабының қай басқару органдарын қандай күйге қою керектігін анықтаңыз (Ауыстырып қосқыштардың бастапқы күйлері «V /бөл.» — 20, «Уақыт/бөл.» — 0,1 μ s; «Ұңғы» тумблері — x0,2):

Есептің нөмірі	7.583	7.584	7.585	7.586	7.587	7.588	7.589	7.590
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	2	5	10	20	50	0 0	200	500

Есептің нөмірі	7.591	7.592	7.593	7.594	7.595	7.596	7.597	7.598
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	1 000	2 000	5 000	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	$2 \cdot 10^5$

Есептің нөмірі	7.599	7.600	7.601	7.602	7.603
Осциллограмманы көлденеңнен үлкейту, есе	$5 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	10^7

7.604 — 7.613. С1-93 аспабының «V /бөл.» ауыстырып қосқышын бастапқы 5 күйінен келесідей күйлерге ауыстырғанда осциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгеретінін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.604	7.605	7.606	7.607	7.608	7.609	7.610	7.611	7.612	7.613
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.614 — 7.634. С1-93 аспабының «Уақыт /бөл.» ауыстырып қосқышын бастапқы 5 ms күйінен келесідей күйлерге ауыстырғанда осциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгеретінін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.614	7.615	7.616	7.617	7.618	7.619	7.620	7.621
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10 ms	20 ms	50 ms	0,1 s	0,2 s	0,5 s	1 s	2 ms

Есептің нөмірі	7.622	7.623	7.624	7.625	7.626	7.627	7.628	7.629
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μs	20 μs	10 μs	5 μs

Есептің нөмірі	7.630	7.631	7.632	7.633	7.634
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 μs	1 μs	0,5 μs	0,2 μs	0,1 μs

7.635 — 7.655. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін x0,2 күйге қойып, «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышын бастапқы 5 ms күйінен келесідей күйлерге ауыстырғанда осциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгеретінін анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.635	7.636	7.637	7.638	7.639	7.640	7.641	7.642
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10 ms	20 ms	50 ms	0,1 s	0,2 s	0,5 s	1 s	2 ms

Есептің нөмірі	7.643	7.644	7.645	7.646	7.647	7.648	7.649	7.650
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μs	20 μs	10 μs	5 μs

Есептің нөмірі	7.651	7.652	7.653	7.654	7.655
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 is	1 3S	0,5 is	0,2 is	0,1 is

7.656. С1-93 аспабының «Ұңғы» тумблерін х1 күйден х0,2 күйіне ауыстырғна кезде сциллограмманың тігінен және көлденең өлшемдері қалай өзгертетінін анықтау керек.

7.657 — 7.667. С1-93 аспабының «V/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде кернеудің келесідей амплитудаларын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек:

Есептің нөмірі	7.657	7.658	7.659	7.660	7.661	7.662	7.663	7.664	7.665	7.666	7.667
Кернеу амплитудасы, В	75	39	15	8	3,8	1,6	0,7	0,37	0,15	0,065	0,036

7.668 — 7.689. С1-93 аспабының «Уақыт/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде модульдейтін сигналдың келесідей жүру периодын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек («Ұңғы» тумблері х1 күйіне қойылған):

Есептің нөмірі	7.668	7.669	7.670	7.671	7.672	7.673	7.674	7.675
Сигналдың жүру периоды	10 с	4,9 с	1,9 с	0,95 с	495 мс	200 мс	90 мс	48 мс

Есептің нөмірі	7.676	7.677	7.678	7.679	7.680	7.681	7.682
Сигналдың жүру периоды	18 мс	8,8 мс	4,85 мс	1,85 мс	0,89 мс	498 мкс	195 мкс

Есептің нөмірі	7.683	7.684	7.685	7.686	7.687	7.688	7.689
Сигналдың жүру периоды	100 мкс	47 мкс	18 мкс	9,4 мкс	4,8 мкс	1,9 мкс	0,97 мкс

7.690 — 7.711. С1-93 аспабының «Уақыт/бөл» ауыстырып қосқышының қандай күйлерінде модульдейтін сигналдың келесідей жүру периодын өлшеудің ең төменгі қателігіне ие болатынын анықтау керек («Ұңғы» тумблері х0,2 күйіне қойылған):

Есептің нөмірі	7.690	7.691	7.692	7.693	7.694	7.695	7.696	7.697
Сигналдың жүру периоды	2 с	980 мс	0,4 с	0,19 с	99 мс	39 мс	1 8 мс	9,7 мс

Есептің нөмірі	7.698	7.699	7.700	7.701	7.702	7.703	7.704
Сигналдың жүру периоды	3,8 мс	1,7 мс	990 мкс	0,39 мс	0,18 мс	95 мкс	39,5 мкс

Есептің нөмірі	7.705	7.706	7.707	7.708	7.709	7.710	7.711
Сигналдың жүру периоды	19 мкс	9,6 мкс	3,8 мкс	1,8 мкс	0,99 мкс	0,37 мкс	0,19 мкс

Электровакуумдық және жартылай өткізгіш аспаптардың параметрлерін өлшеуіштер

8.1. Қысқаша теориялық мәліметтер

Негізгі сипаттамалар өлшеуіштің беткі жағында белгіленеді.

Индикация түрі бойынша өлшеуіштер *аналогтық* және *цифрлық* болып бөлінеді.

Міндеті бойынша келесідей ажыратылады:

- диодтар мен транзисторлардың p — n -ауысуларының бүтіндігін тексеретін мультиметрлер (Ц);
- электровакуумдық аспаптардың параметрлерін өлшеуіштер (Л1);
- Жартылай өткізгіш аспаптар — диодтар, транзисторлар мен интегралдық микросхемалардың (ИМС) параметрлерін өлшеуіштер (Л2);

• Логикалық анализаторлар (ЛА).

Өлшеуіштердің негізгі метрологиялық сипаттамалары:

- аспаптың міндеті;
- өлшенетін параметрлері;
- параметрлерді өлшеу диапазоны;
- өлшеу қателігі.

Электровакуумдық, жартылай өткізгіш аспаптардың және аналогтық ИМС-тің (АИМС) жарамдылығы өлшеу жүргізу арқылы және сапалық сипаттамаларын анықтамалық сипаттамаларымен салыстыру арқылы тексеріледі.

Егер өлшенген параметрлер анықтамалық сипаттамаларымен сәйкес келсе, тексерілген аспап жарамды деп саналады.

Мультиметрлер (аналогтық және цифрлық) диодтар мен транзисторлардың p — n -ауысуларының бүтіндігін тексеру үшін қолданылады. Мұндай операция «тарату» деп аталады.

Диодтардың жарамдылығын тексеру p — n - ауысудың тікелей және кері кедергісін өлшеуден тұрады. Алдымен омметрдің теріс (жалпы) қуыс бұрығысын диодтың анодына жалғайды, ал плюстық қуыс бұрғы катодқа жалғанады. Бұл ретте диодтың p — n - ауысуы кері бағытқа жылжытылады да омметр өте жоғары кедергіні (мегаом) көрсетеді. Осыдан соң қосылудың полярлығын керісінше ауыстырады және омметр p — n -ауысудың төмен тікелей кедергісін тіркейді. Егер омметр қосылудың екі бағытында да төмен кедергіні тіркесе, демек, диодтың p — n -ауысуы тесілген.

Биполярлық транзисторларды тексеруде олардың екі р—п-ауысуы болатынын есте сақтау керек. Сондықтан олар диодтар сияқты «таратылады» яғни омметрдің бірқуыс бұрғысы базаның сыртқа шығарылған өткізгішіне жалғанады. Ал екіншісімен коллектор мен эмиттердің өткізгіштеріне кезек-кезек тигізіп отырады.

Транзисторлардың «таратуында» цифрлық мультиметрдің келесідей ерекшелігін қолдану керек. Кедергіні өлшеуде оның қуыс бұрғысындағы ең жоғарғы кернеу 0,2 В-тан аспайды, ал кремний жартылай өткізгіштерінің р—п-ауысулары 0,6 В-тан жоғары кернеуде ғана ашылады. Осыған орай, цифрлық мультиметрмен кедергіні өлшеу кезінде платаға дәнекерленген аспаптардың р—п- ауысулары ашылмайды және осы тәртіпте цифрлық мультиметр кернеуді өлшейді. Аналогтық мультиметрлердің қуыс бұрғысындағы кернеу мәні р—п-ауысуларды ашу үшін жеткілікті.

Р— п - ауысулардың «прозвонкасы» үшін цифрлық мультиметрге параметрлері ауыстырып қосқыш шкаласында диодтық шартты графикалық суреті белгіленген арнайы ішкі диапазон енгізілген. Бұл тәртіптегі мультиметрдің қуыс бұрғысындағы жұмыс кернеуі 0-2 В-қа тең, ал қуыс бұрғы арқылы өтетін ток 1мкА-дан аспайды. Мұндай токпен ең әлсіз жартылай өткізгішті де тесіп өтуге болмайды.

Мультиметрлердің кейбір типтері диодтар мен биполярлық транзисторлардың келесідей сапалық параметрлерін өлшеуді іске асырады:

- h_{216} (h_{213}) — жалпы базалы (жалпы эмиттері бар) сұлбада тоқты өткізу коэффициенті;
- $I_{к60}$ (I_{CBO}) — коллектордың кері тоғы (негізгі емес тасымалдаушылар тоғы).

Диодтар мен транзисторлардың сапалық параметрлерін тексеруде Л2 классификациялық топшаның мамандандырылған аспаптарын қолданған жөн. Бұл топшаның жекелеген аспаптары АИМС-тің сапалық параметрлерін тексеруге мүмкіндік береді.

Л2 өлшеу топшасының көмегімен тексерілетін негізгі параметрлер мыналар:

- түзеткіш диодтар – тура кернеу (U_F) және кері ток (I_R);
- стабилитрондар – тұрақты кернеу (U);
- биполярлық транзисторлар – тоқты беру коэффициенті (h_{21}), коллектордың кері тоғы (I_{CBO}), шығыс өткізгіштік (h_{22}), шектік жиілік ($f_{гр}$);
- аналогтық ИМС — кернеуді күшейту коэффициенті $K_v(AU)$, шығыс кернеу $U_{вых}$ (U_{01} , U_{02}), қолданылатын ток.

Логикалық цифрлық интегралдық микросұлбаларды (ЦИМС) тестілік бақылау көмегімен Л2 топшасының өлшеуіштерімен өлшейді, яғни логикалық деңгейдің түрді комбинацияларында олардың кірісінде шығыс кернеуі өлшенеді.

Микросұлбаларды (сондай-ақ диодтар мен транзисторларды) тексеру анықтамалықпен жұмыстан басталады, одан келесідей мәліметтер алынады:

- сағақ сұлбасы (диод, транзистор, ИМС), осының негізінде сыналатын нысан аспаптың қысқыштарына қосылады немесе адаптерге орнатылады;
- сыналатын нысанның жұмыс істеп тұруын қамтамасыз ету үшін берілетін қуаттау кернеуі;
- АИМС кіріс кернеулерінің мәні және ЦИМС-тің логикалық бірлігі мен нөлінің деңгейлеріне сәйкес келетін кернеу мәні;
- Құрылымдық сұлба, орналастыру тұжырымдарының нөмірі, қуаттау кернеуі, ЦИМС кірістер мен шығыстарының нөмірі.

8.2. Есептерді шешу мысалдары

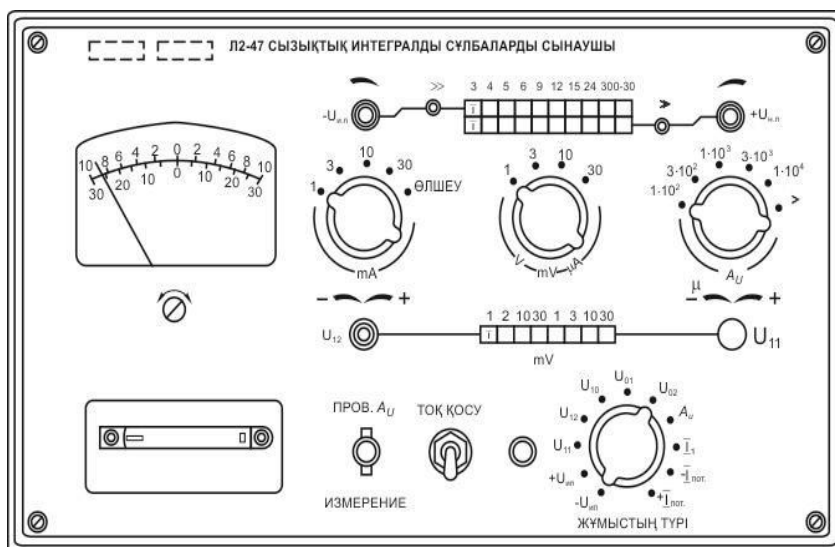
8.1 мысал. 8.1 суретте көрсетілген аспаптың толық атауын анықтау керек.

Шешімі. Л2-47 — аналогтық интегралдық микросұлбалар параметрлерінің электрондық аналогтық өлшеуіші.

8.2 мысал. 8.1 суретті пайдалана отырып Л2-47 аспабымен өлшенетін АИМС параметрлерін анықтау керек.

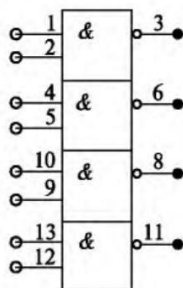
Шешімі. Шығыс кернеу U_{02} , күшейту коэффициенті A_U , кіріс ток I_1 , қолданылатын токтар $\pm I_{ном}$, ығысу кернеуі U_{10} .

8.3 мысал. 8.1 суретте көрсетілген аспаппен күшейту коэффициентін өлшеу диапазонын анықтау қажет.



Шешімі. $A_{U_{\min}}$ коэффициентін аспаптыңшектерін ауыстырып қосқыштың « A_U » ең төменгі күйіне қойып анықтаймыз, яғни $1 \cdot 10^2 = 100$. Есептеу үшін 100-ге еселік индикатордың жоғарғы шкаласын «10» қолданамыз. Бұл кезде шкаланың ауыспалы коэффициенті

$$K_{ш} = \frac{1 \cdot 10^2}{10} = 10.$$



8.2-сурет. KP531LA3 микросұлбасы

Аспаптың таңдалған шкаласындағы нөлден кейінгі бірінші цифрланған бөлігі – 2, осыған сәйкес $A_{U_{\min}} = 2 \cdot 10 = 20$.

$A_{U_{\max}}$ коэффициентін аспаптың шектерін ауыстырып қосқыштың « A_U » ең жоғарғы күйіне қойып анықтаймыз, яғни $1 \cdot 10^4$, сонда $A_{U_{\max}} = 1 \cdot 10^4 = 1000$.

Сәйкесінше, АИМС күшейткіш коэффициентін өлшеу диапазоны 20-дан 10 000-ға дейін.

8.4 мысал. Тәжірибелер бағдарламасын құрып, 8.2 суретте көрсетілген KP531LA3 ЦИМС-ті тексеру керек.

Шешімі. Анықтағыш бойынша [16] ЦИМС-тің келесідей мәліметтерін анықтаймыз:

- қуаттау көзінің кернеуі $U_{и.п} = +5V \pm 5\%$;
- логикалық нөл мен бірліктің деңгейлеріне сәйкес келетін кернеулер мәндері, $U^0 < 0,5\text{ В}$ и $U^1 > 2,7\text{ В}$;
- Логикалық элементтердің шығарылым нөмерлері белгіленген ЦИМС-тің шартты графикалық белгісі.

KP531LA3 микросұлбасының төрт бірдей 2И —НЕ элементі бар, оны тексеру бағдарламасы 4 реттен қайталанатын логикалық күйлердің топтамасынан құралатын болады. Яғни әр элемент үшін жеке, бірақ кіріс және шығыс нөмірлері әртүрлі болады.

$2^n = 2^2 = 4$ (мұндағы n — кірулер саны) формуласы бойынша бір элементтің кіруінде қайталанбайтын қажетті және жеткілікті санды табамыз да ақиқаттылық кестесін құрамыз, оған «Кіру» және «Шығу» бағандарымен қоса тағы бірбағанды —«Өлшенген кернеу $U_{\text{вых}}$, В» қосамыз:

Кіру			Өлшенген кернеу $U_{\text{вых}}$, В
1-ші	2-ші	3-ші	
0	0	1	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	0	

8.3. Өздігімен шешуге арналған есептер

8.1. 8.3 суретте бейнеленген аспаптың толық атауын анықтау керек.

8.2. Аспаптың беткі жағының суреті бойынша Л2-54 аспабымен өлшенетін параметрлерді анықтау керек.

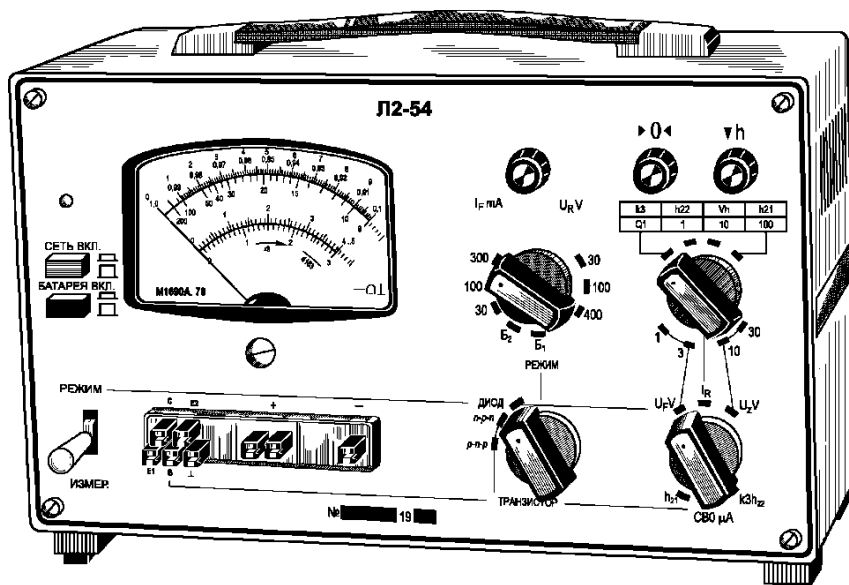
8.3. Аспаптың беткі жағының суреті бойынша Л2-54 аспабымен өлшенетін мына диапазондарды анықтау керек:

- 1) ортақ базалы сұлбадағы тоқты жіберу коэффициенті;
- 2) ортақ эмиттері бар сұлбадағы тоқты жіберу коэффициенті;
- 3) коллектордың кері тоғы;
- 4) шығыс өткізгіштік;
- 5) диодтардың тура кернеуі;
- 6) диодтардың кері кернеуі;
- 7) тұрақтандыру кернеуі.

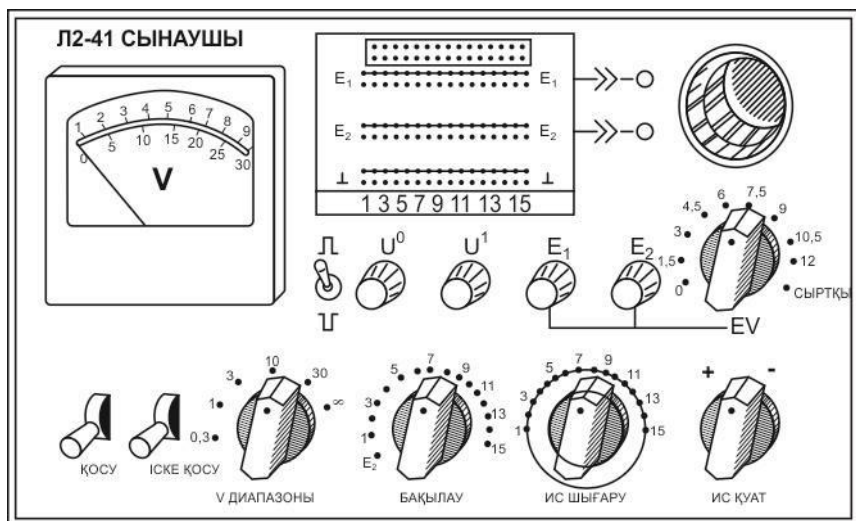
8.4. Л2-47 аспабының беткі жағының суреті бойынша (8.1 суретке қараңыз) өлшеу диапазондарын анықтау керек: U_{10} , U_{01} , I_1 , $I_{\text{пот}}$.

8.5. $U_{\text{и.п.}}$ орналастыру диапазонын анықтау керек.

8.6. Л2-41 аспабының беткі жағының суреті бойынша (8.4 суретке қараңыз) қуат кернеуін қою диапазонын E_1 анықтаңыз.



8.3 сурет. Л2-54 аспабының беткі жағы



8.4 сурет. Л2-41 аспабының беткі жағы

8.7. Келесідей ЦИМС-терге тәжірибелер бағдарламасын (ақиқаттылық кестесі) құру керек:

- 1) К533ЛЛ1 (4 элемент 2 ИЛИ);
- 2) К533ЛЕ4 (3 элемент 3 ИЛИ-НЕ);
- 3) К530ЛА1 (2 элемент 4 И-НЕ);
- 4) К533ЛА4 (3 элемент 3 И-НЕ).

8.8. Егер КД103А диодын тексеру нәтижесінде оның параметрлерінің келесідей мәндері алынса, диодтың жарамдылығын анықтаңыз: $I_{сбр} = 2$ мкА, $U_{пр} = 0,8$ В.

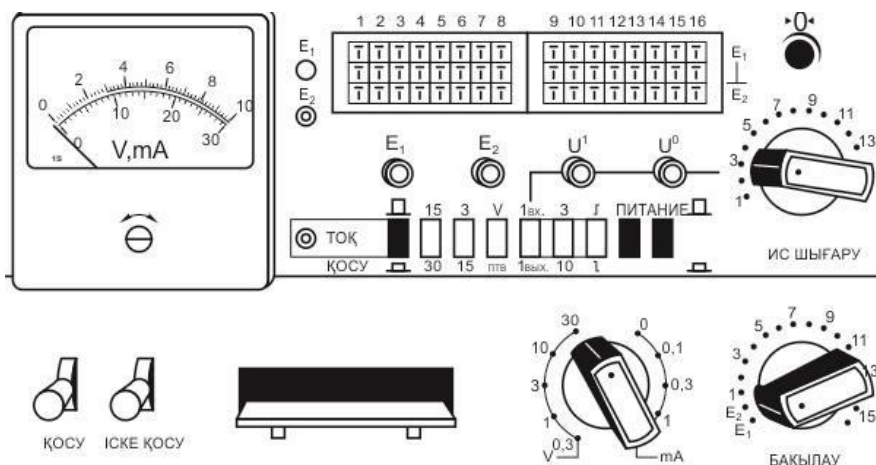
8.9. Егер КТ381Б транзисторын тексеру нәтижесінде оның параметрлерінің келесідей мәндері алынса, транзистордың жарамдылығын анықтаңыз: $h_{21} = 45$, $I_{к,э0} = 5$ мА.

Егер К140УД1Б АИМС-ін тексеру нәтижесінде оның параметрлерінің келесідей мәндері алынса, АИМС-тің жарамдылығын анықтаңыз: $A_U = 2050$, $U_{01} = 2,9$ В, $U_{10} = 6$ мВ, $I_I = 3$ мкА, $I_{пот} = 5$ мА.

8.11. Беткі жағы 8.5 суретте бейнеленген Л2-60 аспабының толық атауын анықтаңыз.

8.12. Л2-60 аспабының беткі жағы бойынша (8.5 суретке қараңыз) келесідей диапазондарды анықтаңыз:

- 1) екі полярлықтың тұрақты кернеуін өлшеу;
- 2) Тұрақты токтарды өлшеу;
- 3) Қуат кернеуін E_1 орналастыру;



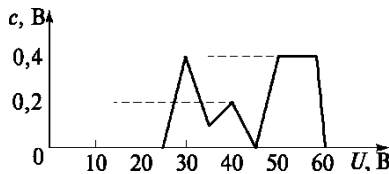
8.5 сурет. Л2-60 аспабының беткі жағы

- 4) қуаттау кернеуінің құрылғылары E_2 ;
- 5) логикалық нөл кернеуінің құрылғылары U^0 ;
- 6) логикалық бірлік кернеуінің құрылғылары U

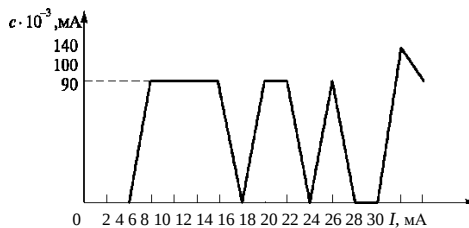
ӨЗДІГІМЕН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН ЕСЕПТЕРДІҢ ЖАУАПТАРЫ

2 тарау

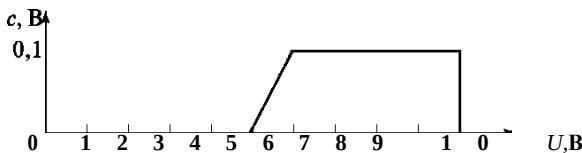
2.1. $I_{\text{НОМ}} = 15 \text{ мА}$; $\gamma_{\text{д}} = 0,93 \%$. **2.2.** $\Delta_{\text{max}} = 0,6 \text{ В}$; түзетулер графигі 1 суретте. **2.3.** $U_{\text{НОМ}} = 10 \text{ В}$; $\Delta = 0,03 \text{ В}$; $\gamma_{\text{пр}} = 0,27 \%$; $\gamma_{\text{д}} = 0,48 \%$. **2.4.** $\gamma_{\text{д}} = \pm 5 \%$; $\Delta = 7,5 \text{ мВ}$. **2.5.** $\pm \Delta_{\text{max}} = 0,006 \text{ МА}$; түзетулер графигі 2 суретте. **2.6.** $I = 1,7 \text{ А}$; $\Delta = 0,02 \text{ А}$; $\gamma_{\text{д}} = 1,2 \%$. **2.7.** $\Delta = 2,5 \text{ В}$; $\gamma_{\text{д}} = 2,5 \%$; $\gamma_{\text{пр}} = 1 \%$. **2.8.** $\gamma_{\text{д1}} = 16 \%$; $\gamma_{\text{д2}} = 1,25 \%$. **2.9.** $\gamma_{\text{д}} = 1,2 \%$. **2.10.** $\gamma_{\text{пр}} = 5 \%$; түзетулер графигі 3 суретте. **2.11.** $\Delta = 1 \text{ МА}$; $\gamma_{\text{д}} = 4 \%$; $\gamma_{\text{пр}} = 2 \%$. **2.12.** $R = 100 \text{ Ом}$; $\gamma_{\text{д}} = 6,5 \%$; $\Delta = 6,5 \text{ Ом}$. **2.13.** $\gamma_{\text{д1}} = 2,5 \%$; $\gamma_{\text{д2}} = 4,1 \%$; $\Delta_1 = 0,3 \text{ МА}$; $\Delta_2 = 0,8 \text{ МА}$. **2.14.** $U_{\text{НОМ}} = 10 \text{ В}$; $\gamma_{\text{д}} = 2,5 \%$. **2.15.** $\gamma_{\text{пр}} = 0,4 \%$; дәлдік класы 0,5 % (бесінші). **2.16.** Шарт бойынша $\Delta = \text{const}$,



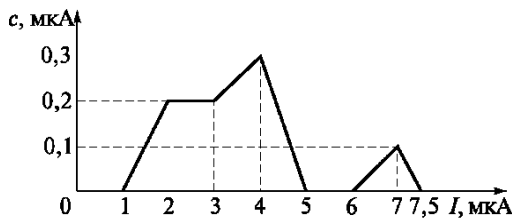
1 сурет. 2.2 есептің түзетулер графигі



2 сурет. 2.5 есептің түзетулер графигі

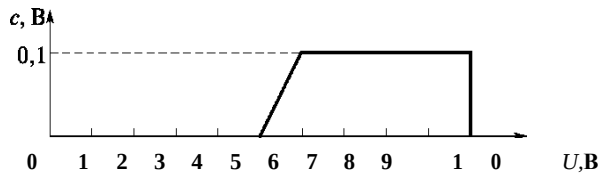


3 сурет. 2.10 есептің түзетулер графигі

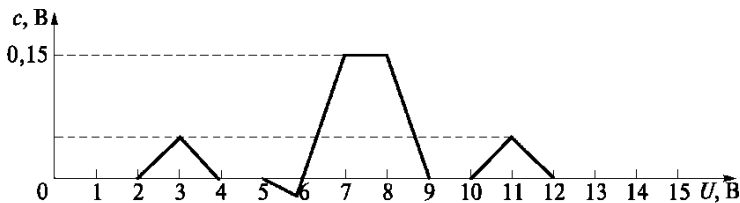


4 сурет. 2.22 есептің түзетулер графигі

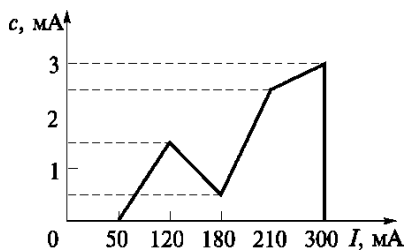
Сәйкесінше, $c = -\Delta$; $U = 10,5; 15,5; 20,5; 25,5; 30,5$ В. **2.17.** $\gamma_{д1} = 4\%$; $\gamma_{д2} = 20\%$; $\Delta_1 = 0,8$ Гц; $\Delta_2 = 20$ Гц. **2.18.** $\gamma_d = \pm 10\%$. **2.19.** $\Delta = 36$ Гц. **2.20.** $\gamma_{д1} = 2,5\%$; $\gamma_{д2} = 0,5\%$. **2.21.** $P = 640$ мВт; $\gamma_d = 2,25\%$; $\Delta = 14,4$ мВт. **2.22.** түзетулер графигі 4 суретте. **2.23.** $\gamma_d = \pm 25\%$. **2.24.** $\Delta = 30$ кГц. **2.25.** $\Delta = 0,1$ мА; $\gamma_d = 0,2\%$. **2.26.** $\gamma_{пр} = 0,8\%$; дәлдік класы 1,0 %. **2.27.** Түзетулер графигі 5 суретте. **2.28.** $\gamma_d = \pm 8\%$. **2.29.** $\Delta = 0,9$ кГц. **2.30.** $W_C = 0,81$ мВт; $y_d = 1,3\%$; $A = 0,09$ мВт. **2.31.** Берілген кедергі жол берілген шекке кіреді, себебі берілген $\Delta = \pm 25,5$ кОм, ал өлшенген $A = 510$ кОм - 490 кОм = 20 кОм. **2.32.** $P_{и} = 444,5$ Вт; $\Delta = 11,5$ Вт; $\gamma_d = 2,6\%$. **2.33.** $U_{ном} = 30$ мВ; $\gamma_d = \pm 12,7\%$; $\Delta = 1,8$ мВ. **2.34.** $U_{ном} = 100$ мВ; $\gamma_d = \pm 6,25\%$; $\Delta = 2,5$ мВ. **2.35.** $I_{и} = 0,02$ А; $\gamma_d = 1\%$; $\Delta = 0,02$ А. **2.36.** $\Delta_1 = \Delta_2 = 1$ В; $\gamma_{д1} = 20\%$; $\gamma_{д2} = 1,4\%$. **2.37.** $\Delta = 1$ В; $\gamma_d = \pm 2,5\%$; $\gamma_{пр} = 2\%$, дәлдік класы 2,5 %. **2.38.** $\gamma_d = 0,2\%$. **2.39.** $\Delta = \pm 30$ кГц; $\gamma_{пр} = 1,3\%$. **2.40.** $\Delta_1 = 0,25$ В; $\Delta_2 = 0,5$ В; $\gamma_{д1} = 4,16\%$; $\gamma_{д2} = 8,3\%$. **2.41.** $c = -\Delta = 0,1$ мА; $I = 5,1; 6,1; 8,1; 10,1; 11,1$ мА. **2.42.** $R = 20$ кОм; $\gamma_d = \pm 2,75\%$; $\Delta = 0,55$ кОм. **2.43.** $\gamma_d = 1,4\%$; $\Delta = 0,043$ В. **2.44.** $\gamma_d = \pm 10\%$; $\Delta = 0,1$ В. **2.45.** $R = 35,5$ кОм; $\gamma_d = 11,6\%$; $\Delta = 4,1$ кОм. **2.46.** $\gamma_{пр} = 2,5\%$, дәлдік класы 2,5 % (сегізінші). **2.47.** Сәйкес келмейді; түзетулер графигі 6 суретте.



5 сурет. 2.27 есептің түзетулер графигі



6 сурет. 2.47 есептің түзетулер графигі



7 сурет. 2.52 есептің түзетулер графигі

2.48. $\Delta = 161$ Гц; $\gamma_d = 2,025$ %. **2.49.** $\gamma_d = \pm 5 \cdot 10^{-3}\%$. **2.50.** $C = -\Delta = 0,3$ В; $U_u = 9,7; 19,7; 29,7; 39,7; 49,7; 59,7$ В. **2.51.** $P = 160$ мкВт; $\gamma_d = 0,75$ %; $A = 1,2$ мкВт. **2.52.** Сәйкес келмейді; түзетулер графигі 7 суретте. **2.53.** $\gamma_d = 1$ %; $\Delta = 1$ Гц. **2.54.** $\gamma_d = \pm 8$ %. **2.55.** $\Delta = 0,8$ мА; $\gamma_d = 8$ %; $\gamma_{пр} = 3,2$ %; дәлдік класы 4,0 %. **2.56.** $F = 5,3$ кГц; $A = 0,1$ кГц; $y_d = 2,83$ %. **2.57.** $\gamma_{d1} = 2,0$ %; $\gamma_{d2} = 3,3$ %. **2.58.** $U_{ном} = 30$ В; $\gamma_d = 9,37$ %. **2.59.** $\gamma_d = \pm 1$ %; $\Delta = 1$ кГц. **2.60.** $I_{ном} = 1,5$ мкА; $\gamma_d = 0,25$ %; $\Delta = 0,003$ мкА. **2.61.** $A = 23,5$ кОм болғандықтан, аталған кедергінің өлшеу шектері 446,5... 493,5 кОм. **2.62.** $W_C = 160$ мВт; $\gamma_d = \pm 13,8$ %; $\Delta = 22,3$ мВт. **2.63.** $\gamma_d = \pm 2,5$ %; $\Delta = 0,25$ В. **2.64.** $\Delta = \pm 0,1$ В. **2.65.** $R = 100$ Ом; $\gamma_d = 6,5$ %; $\Delta = 6,5$ Ом. **2.66.** $W_L = 160$ мкВт; $\gamma_d = \pm 2,24$ %; $\Delta = 0,9$ мкВт. **2.67.** $\gamma_d = 7$ %; $\Delta = 1,12$ В. **2.68.** $\Delta = 0,9$ МГц; $\gamma_{пр} = 5,5$ %. **2.69.** $\gamma_{d1} = 20$ %; $\gamma_{d2} = 4$ %; $\Delta_1 = 4$ мА; $\Delta_2 = 4$ мА. **2.70.** $\gamma_{пр} = 4,16$ %. **2.71.** $\gamma_d = \pm 5$ %; $\Delta = \pm 0,75$ В. **2.72.** $\Delta = \pm 1,8$ В.

3 Тарау

3.1. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$U_{ном},$ В	$\gamma_{пр},$ %	$r_v,$ кОм	$C_v,$ В/бөл.	$S_v,$ бөл./В	$p_v,$ мВт	I_v А	$D_F,$ Гц	D_U В
1 О	Э421	150	2,5	1,0	10	0,1	22 500	0,15	0... 500	30... 150
	В315	150	1,5	1,5	5	0,2	15 000	0,10	0... 50	40... 150

2) Э421 аспабы В 315-тен келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: жұмыс күйі кез келген, шығарылған жылы кешірек, кернеуді өлшеу диапазоны кеңірек, жиілік диапазоны тар емес. Э421 аспабы В315-тен келесідей параметрлер бойынша жаманырақ: сезгіштігі төмен, төменірек r_v , жоғарырақ $u_{пр}$, P_v мен I_v үлкен.

3) $\gamma_{д1} = 4,7 \%$; $\gamma_{д2} = 2,7 \%$;

4) $U_1 = 80\text{В}$; $U_2 = 132,5\text{ В}$.

3.2. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$I_{ном}, \text{В}$	$\gamma_{пр}, \%$	$R_A, \text{Ом}$	$C_A, \text{мА/бөл.}$	$S_A, \text{бөл./мА}$	$P_A, \text{мВт}$	$U_A, \text{А}$	$D_I, \text{мА}$	$D_F, \text{Гц}$
0 -и- Q	Ц25	500	0,5	800	20	0,05	20000	40	100... 500	0... 10 000
	M42	500	2,5	500	10	40	0,08	25	100... 500	0

2) Ц 25 аспабы M42-ден келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: дәлдік класы жоғарырақ, әмбебап, шығарылған жылы кешірек, жиілік диапазоны кеңірек. Ц25 аспабы M42-ден келесідей параметрлер бойынша нашарлау: бірқалыпты емес шкала, сезгіштігі төменірек, үлкен r_A, P_A, U_A ;

3) $\gamma_{д1} = 1,0\%$, $\gamma_{д2} = 5,0\%$;

4) $I_1 = 260\text{ мА}$, $I_2 = 230\text{ мА}$.

3.3. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$U_{ном}, \text{В}$	$\gamma_{пр}, \%$	$r_v, \text{кОм}$	$C_v, \text{В/дел.}$	$S_v, \text{дел./В}$	$P_v, \text{мВт}$	$I_v, \text{А}$	$D_U, \text{В}$	$D_F, \text{Гц}$
1	Э418	250	4,0	150	10	0,1	6 250	25	50.250	0
	M4000	250	4,0	10	5	0,2	416	1,8	50.250	0...50

2) Э418 аспабы M4000-ден келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: әмбебап, жиілік диапазоны кеңірек, кез келген жұмыс күйі Э418 аспабы M4000-ден келесідей параметрлер бойынша нашарлау: шығарылған жылы ертерек, бірқалыпты емес шкала, сезгіштігі төменірек, кіші r_v, P_v, I_v .

3) $\gamma_{д1} = 4,5\%$, $\gamma_{д2} = 4,5\%$;

4) $U_1 = 220\text{ В}$, $U_2 = 220\text{ В}$.

3.4. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$I_{ном}, \text{мА}$	$\gamma_{пр}, \%$	$r_A, \text{Ом}$	$C_A, \text{мА/бөл.}$	$S_A, \text{дел./мА}$	$P_A, \text{мВт}$	$U_A, \text{В}$	$D_I, \text{мА}$	$D_F, \text{Гц}$
0	M4203	60	1,5	1,15	5	0,2	4	0,06	10...30	0
X	Э413	30	4,0	100	1	1	90	3	7...30	100

M4203 аспабы Э413-тен келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: сыртқы магниттік өрістерден қорғаныстың болуы, бірқалыпты шкала

дәлдік класы жоғары, r_A , P_A және U_A төмен, шығарылған жылы кешірек. M4203 аспабы Э413-тен өлшеу диапазоны бойынша нашарлау;

3) $\gamma_{д1} = 6,0\%$, $\gamma_{д2} = 8,0\%$;

4) $I_1 = 15 \text{ мА}$, $I_2 = 13 \text{ мА}$.

3.5. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$U_{ном}$, В	$\gamma_{пр}$, %	$r_{V, кОм}$	C_V , В/бөл.	S_V , дел./В	P_{VM} Вт	I_V А	$DU, В$	D_F' Гц
Φ 4	Э411	100	1,5	0,87	4	0,25	11 500	0,11	20...100	1000
O	M24	100	2,5	5	2	0,50	2 000	0,02	10...100	0

2) Э411 аспабы M24-тен келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: кез келген жұмыс күйі, шығарылған жылы кешірек, дәлдік класы жоғары. Э411 аспабы M24-тен келесідей параметрлер бойынша нашарлау; бірқалыпты емес шкала, төмен r_V , төмен сезгіштік, өлшеу диапазоны тар, P_V және I_V мәндері төмен;

3) $\gamma_{д1} = 1,9\%$, $\gamma_{д2} = 3,1\%$;

4) $U_1 = 88 \text{ В}$, $U_2 = 62 \text{ В}$.

3.6. 1)

Аспап жүйесі	Аспап типі	$I_{ном}$, А	$\gamma_{пр}$, %	r_A , Ом	C_A , А/дел.	S_A , дел./А	P_A , мВт	U_A , В	D_b , А	D_F , Гц
X	M4200	3	1,5	0,05	0,1	10	450	0,15	1.3	0
□	Э421	3	2,5	5	0,1	10	45 000	15	0,7.3	0.500

2) M4200 аспабы Э421-ден келесідей параметрлер бойынша жақсырақ: бірқалыпты шкала, дәлдік класы жоғары, сыртқы магниттік өрістерден қорғаныстың болуы, төмен r_A , P_A , U_A . M4200 аспабы Э421 келесі параметрлер бойынша нашарлау: шығарылған жылы ерте, өлшеу даиапазоны тар, тек тік тұрып жұмыс істейді, әмбебап емес, жиілік диапазоны тар.

3) $\gamma_{д1} = 1,8\%$, $\gamma_{д2} = 3,0\%$,

4) $I_1 = 2,2 \text{ А}$, $I_2 = 1,8 \text{ А}$.

4 Тапau

4.1. 1) Ауыспалы және тұрақты тоқтардың кернеуі, ауыспалы және тұрақты тоқтар, резисторлардың кедергісі; 2) $-I = 0,01 \text{ мА} \dots 25 \text{ А}$; 3) $\gamma_d = \pm 1\%$; 4) $C = 1 \text{ мА/бөл.}$; 5) $-I = 20 \text{ мА}$.

4.2. 1) $-I = 0,05 \text{ мА} \dots 25 \text{ А}$; 2) $\gamma_d = \pm 5\%$; 3) $C = 0,2 \text{ мА/бөл.}$; 4) $-I = 3 \text{ мА}$; 5) $R_{bx} = 220 \text{ Ом}$.

4.3. 1) $-U = 0,1...1000 \text{ В}$; 2) $\gamma_d = \pm 2\%$; 3) $C = 0,4 \text{ В/бөл.}$; 4) $-U = 4 \text{ В}$;
5) $R_{BX} = 200 \text{ кОм}$.

4.4. 1) $\sim U = 0,1. 1 000 \text{ В}$; 2) $\gamma_d = \pm 5 \%$; 3) $C = 2 \text{ В/бөл.}$; 4) $\sim U = 40 \text{ В}$;
5) $R_{BX} \sim 97 \text{ кОм}$.

4.5. 1) $R = 50 \text{ Ом}$. 30 МОм; 2) $\gamma_d = \pm 9\%$; 3) $C = 40 \text{ В/бөл.}$; 4) $r_x = 3 \text{ кОм}$; 5) $R_{BX} = 20 \text{ МОм}$.

4.6. 1) Ауыспалы және тұрақты тоқтардың мәндері, ауыспалы және тұрақты тоқтардың кернеуі, резисторлардың кедергісі, β транзисторларды күшейту кедергісі; 2) $-I = 10 \text{ мкА}$. 600 мА; 3) $\gamma_d = \pm 2,5 \%$; 4) $C = 2 \text{ мкА/бөл.}$; 5) $-I = 0,048 \text{ мА}$; 6) $S_{-I} = 500 \text{ бөл./мА}$.

4.7. 1) $-I = 50 \text{ мкА} \dots 300 \text{ мА}$; 2) $\gamma_d = \pm 12\%$; 3) $C = 0,1 \text{ мА/бөл.}$; 4) $-I = 0,2 \text{ мА}$; 5) $S = 100 \text{ бөл./мА}$.

4.8. 1) $-U = 0,05.900 \text{ В}$; 2) $\gamma_d = \pm 3 \%$; 3) $C = 0,2 \text{ В/бөл.}$; 4) $U = 4 \text{ В}$;
5) $R_{BX} = 100 \text{ кОм}$.

4.9. 1) $-U = 0,25.750 \text{ В}$; 2) $\gamma_d = \pm 8\%$; 3) $C = 2 \text{ В/бөл.}$; 4) $-U = 125 \text{ В}$;
5) $R_{BX} = 250,5 \text{ кОм}$.

4.10. 1) $R = 10 \text{ Ом} \dots 20 \text{ МОм}$; 2) $\gamma_d = \pm 8 \%$; 3) $C = 0,05 \text{ В/бөл.}$;
4) $r_x = 1 \text{ кОм}$; 5) $R_{BX} = 501 \text{ кОм}$.

4.11. 1) $p = 10.400$; 2) $\gamma_d = \pm 20\%$; 3) $C = 10 \text{ п/бөл.}$; 4) $p = 200$;
5) $S_p = 0,1 \text{ бөл./В}$.

4.12. 1) Ауыспалы және тұрақты тоқтардың кернеуі, ауыспалы және тұрақты тоқтар, резисторлардың кедергісі, конденсаторлардың сыйымдылығы;

2) $-U = 0,25.600 \text{ В}$; 3) $\gamma_d = \pm 3,75\%$; 4) $C = 5 \text{ В/бөл.}$; 5) $-U = 125 \text{ В}$; 6) $R_{BX} = 283 \text{ кОм}$.

4.13. 1) $-U = 12,5 \text{ мВ} \dots 600 \text{ В}$; 2) $\gamma_d = \pm 2,25\%$; 3) $C = 0,5 \text{ В/бөл.}$;
4) $S = 0,4 \text{ бөл./мВ}$; 5) $U = 11 \text{ В}$; 6) $R_{BX} = 272 \text{ кОм}$.

4.14. 1) $-I = 10 \text{ мкА}$. 1,5 А; 2) $\gamma_d = \pm 1,8\%$; 3) $C = 4 \text{ мкА/бөл.}$; 4) $S = 0,5 \text{ бөл./мкА}$; 5) $I = 76 \text{ мкА}$; 6) $R_{BX} = 4,1 \text{ кОм}$.

4.15. 1) $-I = 0,1 \text{ мА} \dots 1,5 \text{ А}$; 2) $\gamma_d = \pm 5\%$; 3) $C = 0,5 \text{ мА/бөл.}$; 4) $S = 50 \text{ бөл./мА}$; 5) $-I = 11,5 \text{ мА}$; 6) $R_{BX} = 100 \text{ Ом}$.

4.16. 1) $R = 10 \text{ Ом}$. 5 МОм; 2) $\gamma_d = \pm 1,5\%$; 3) $C = 2 \text{ В/бөл.}$; 4) $C = 0,01.0,05 \text{ мкФ}$; 5) $R = 500 \text{ Ом}$; 6) $C = 0,03 \text{ мкФ}$.

4.17. 1) $-U = 30 \text{ мВ}$. 600 В; 2) $\gamma_d = \pm 3,75\%$; 3) $C = 0,05 \text{ В/бөл.}$; 4) $S_{-U} = 100 \text{ бөл./В}$; 5) $-U = 1,15 \text{ В}$; 6) $R_{BX} = 1,5 \text{ кОм}$.

4.18. 1) $-U = 12,5 \text{ мВ}$. 15 В; 2) $\gamma_d = \pm 2,25\%$; 3) $C = 0,5 \text{ В/бөл.}$; 4) $S = 0,4 \text{ дел./В}$; 5) $-U = 675 \text{ мВ}$; 6) $R_{BX} = 10 \text{ кОм}$.

4.19. 1) $-I = 0,6 \text{ мА}$. 15 А; 2) $\gamma_d = \pm 3,75\%$; 3) $C = 5 \text{ мА/бөл.}$; 4) $S = 5 \text{ бөл./мА}$; 5) $-I = 120 \text{ мА}$; 6) $R_{BX} = 73 \text{ Ом}$.

4.20. 1) $-I = 1 \text{ мА} \dots 15 \text{ А}$; 2) $\gamma_d = \pm 1,5\%$; 3) $C = 0,05 \text{ А/бөл.}$; 4) $S_{-I} = 5 \text{ бөл./мА}$; 5) $-I = 1,45 \text{ А}$; 6) $R_{BX} = 730 \text{ Ом}$.

4.21. 1) Ауыспалы және тұрақты тоқтардың кернеуі, ауыспалы және тұрақты тоқтар, резисторлардың кедергісі; 2) $R = 1 \text{ Ом}$. 1 МОм; 3) $\gamma_d = \pm 10 \%$; 4) $F = 0.10 \text{ кГц}$; 5) $R = 25 \text{ кОм}$;
6) Өлшеу шегі Ω .

4.22. 1) $-U = 0,1... 1\ 000\ В$; 2) $\gamma_d = \pm 8\ \%$; 3) $C = 4\ В/бөл.$; 4) $S_U = 100\ бөл./В$; 5) $-U = 68\ В$; 6) $R_{BX} = 2\ МО\ М$.

4.23. 1) $\sim U = 2,1\ 000\ В$; 2) $\gamma_d = \pm 5\ \%$; 3) $C = 0,4\ В/дел.$; 4) $S_U = 2,5\ дел./В$; 5) $\sim U = 5,2\ В$; 6) $R_{BX} = 55\ кОм$.

4.24. 1) $-I = 0,01,500\ МА$; 2) $\gamma_d = \pm 10\%$; 3) $C = 0,04\ МА\ /бөл.$; 4) $S_I = 500\ бөл./МА$; 5) $I = 0,8\ МА$; 6) $R_{BX} = 1,1\ кОм$.

4.25. 1) $R = 100\ Ом...500\ кОм$; 2) $\gamma_d = \pm 40\%$; 3) Ауыспалы және тұрақты токтардың кернеуі, ауыспалы және тұрақты токтар, резисторлардың кедергісі; 4) $F = 0,5\ кГц$; 5) $R = 0,15\ кОм$; 6) көлденең.

5 Тарау

5.1 — 5.5. Сәйкесінше C тең $0,0005\ мВ/бөл.$; $0,01\ мВ/бөл.$; $5\ мВ/бөл.$; $0,1\ В/бөл.$; $1\ В/бөл.$

5.6 — 5.10. Сәйкесінше U тең $0,022\ мВ$; $0,07\ мВ$; $220\ мВ$; $0,7\ В$; $70\ В$.

5.11 — 5.15. Сәйкесінше γ_d шамамен $2\ \%$; $2,1\ \%$; $1,95\%$; $3,5\%$; $3,5\%$ -ды құрайды.

5.16 — 5.20. Кернеу $-91\ дБ$; $-61\ дБ$; $-11\ дБ$; $-1\ дБ$; $-39\ дБ$ сәйкес келеді.

5.21. Өлшеу қателігінің төмендеуі, бұл кезде аспап сөндірулі болу керек.

5.21. Өлшеу қателігінің төмендеуі, бұл кезде аспап қосулы болу керек.

5.22. Электрондық аналогтықауыспалы токтың вольтметрі.

5.23. $S = 2\ 000\ бөл./мВ$.

5.24. Ауыспалы токтың кернеуі

5.26—5.30. Сәйкесінше C тең $0,001\ мВ/бөл.$; $0,05\ мВ/бөл.$; $1\ мВ/бөл.$; $0,05\ В/бөл.$; $5\ В/бөл.$

5.31 — 5.35. Сәйкесінше U тең $0,05\ мВ$; $1,5\ мВ$; $50\ мВ$; $1,5\ В$; $150\ В$.

5.36 — 5.40. Сәйкесінше γ_d тең $3\ \%$; $3\ \%$; $3\ \%$; $5\ \%$; $5\ \%$.

5.41 — 5.45. Кернеу $0,05\ мВ$; $1,5\ мВ$; $50\ мВ$; $1,5\ В$; $150\ В$ -қа сәйкес келеді.

5.46. Артықшылығы — жоғары сезгіштік; кемшіліктері — әмбебап емес, жиілік диапазоны тар.

5.47. 5.1, 6 суретте келтірілген сұлба.

5.48. $F = 5\ Гц, 5\ МГц$.

5.49. $\sim U = 0,005\ мВ...300\ В$.

5.50 — 5.54. Сәйкесінше C тең $0,002\ В/бөл.$; $0,01\ В/бөл.$; $0,02\ В/бөл.$; $0,1\ В/бөл.$; $20\ В/бөл.$

5.55 — 5.59. Сәйкесінше U тең $0,025\ В$; $0,25\ В$; $0,4\ В$; $1,5\ В$; $60\ В$.

5.65 — 5.69. Кернеу -31 дБ; $\pm 9,5$ дБ; $\pm 5,5$ дБ; ± 6 дБ; ± 38 дБ сәйкес келеді.

5.70. Ауыспалы және тұрақты тоқтардың кернеуі, кедергі.

5.71. $-U = 0,01...300$ В.

5.72. $F = 20$ Гц .1 ГГц.

5.73. Әмбебап, ауыспалы және тұрақты тоқтардың тізбегінде қолданылады, жиілік диапазоны кең, резисторлардың кедергісін өлшейді.

5.74. Өлшеу қателігінің төмендеуі, бұл кезде аспап сөндірулі болу керек.

5.75 — 5.79. Сәйкесінше C тең 0,01 В/бөл.; 0,1 В/бөл.; 0,2 В/бөл.; 1 В/бөл.; 10 В/бөл.

5.80 — 5.84. Сәйкесінше $U_{тең}$ 0,11 В; 0,5 В; 5,2 В; 18 В; 270 В.

5.85 — 5.89. Сәйкесінше $\gamma_{дтең}$ ± 11 %; ± 24 %; $\pm 7,7$ %; $\pm 6,7$ %; $\pm 4,4$ %.

5.90 — 5.94. Кернеу 0,135 В; 0,27 В; 0,76 В; 3,5 В; 19 В-қа сәйкес келеді.

5.95. $\sim U = 0,01...300$ В.

5.96. $R = 10$ Ом...2 ГОм.

5.97. $S_U = 500$ бөл./В.

5.98. $S^{\wedge} = 50$ бөл./В.

5.99 Вольтметр электрондық аналогтық әмбебап.

6 Тарау

6.1. $F = 20$ Гц .200 кГц. **6.2.** Синусоидалы. **6.3.** Дыбыстық және ультрадыбыстық жиіліктегі электрондық аналогтық генератор. **6.4.** $U = 20$ мкВ. 10 В. **6.5.** $F = 20.200$ Гц. **6.6.** $F = 200.2\ 000$ Гц. **6.7.** $F = 2.20$ кГц. **6.8.** $F = 20.200$ кГц. **6.9.** $U = 20.100$ мкВ. **6.10.** $U = 100.300$ мкВ. **6.11.** $U = 0,2.1$ мВ. **6.12.** $U = 1.3$ мВ. **6.13.** $U = 2.10$ мВ. **6.14.** $U = 1.30$ мВ. **6.15.** $U = 20.100$ мВ. **6.16.** $U = 100.300$ мВ. **6.17.** $U = 0,2.1$ В. **6.18.** $U = 1.3$ В. **6.19.** $U = 2.10$ В.

6.20. $U = 28$ мВ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын «30 mV» күйіне қойып, «Рег.вых» кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 2,8 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 50$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 50 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.21. $U = 70$ мВ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 100mV күйіне қойып, «Рег.вых» кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 7 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 25$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 25 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.22. $U = 4,9\text{В}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 10В күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін $4,9$ мәніне әкелу керек; $F = 100$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 100 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.23. $U = 21\text{мВ}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 30 мВ күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 21 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 1\,500$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 10 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 150 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.24. $U = 6,3\text{мВ}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 10мВ күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін $6,3$ мәніне әкелу керек; $F = 2\,000$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 10 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 200 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.25. $U = 98\text{мкВ}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 100 рВ күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 98 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 100$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 100 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.26. $U = 49\text{мВ}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 100 мВ күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 49 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 50$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 50 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.27. $U = 119\text{мкВ}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 300 рВ күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 120 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 500$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 10 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 50 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.28. $U = 7\text{ В}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 10 В күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін 7 мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 1\,000$ Гц мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 10 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 100 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.29. $U = 0,35\text{В}$ мәнін алу үшін «Шкала шектері» дискреттік ауыстырып қосқышын 1 В күйіне қойып, кернеуді бірқалыпты реттеу қолымен индикатордың тілін $3,5$ мәніне әкелу керек; Шығарылымда $F = 50\text{кГц}$ мәнін алу үшін «Жиілікті көбейткіш» дискреттік ауыстырып қосқышын 10^3 белгісіне қойып, жиілікті бірқалыпты реттеу қолымен жиілік шкаласының нысанасын 50 белгісімен сәйкестендіру керек.

6.30. $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 1,6\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 2\%$. **6.31.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 2,14\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 3\%$. **6.32.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 3,06\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,5\%$. **6.33.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 2,14\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,03\%$. **6.34.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 2,38\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,025\%$. **6.35.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 1,53\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,5\%$. **6.36.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 3,06\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 2\%$. **6.37.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 3,78\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,1\%$. **6.38.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 2,14\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,05\%$. **6.39.** $\gamma_{\text{ДУ}} = \pm 4,28\%$; $\gamma_{\text{ДФ}} = \pm 1,001\%$.

6.40. $F = 0,001\text{ Гц} \dots 10\text{ кГц}$. **6.41.** Синусоидалы, үшбұрышты импульстер, меандр. **6.42.** Инфрадыбыстық және дыбыстық жиіліктегі арнайы пішінді электрондық аналогтың генератор. **6.43.** $F = 0,001.0,01\text{ Гц}$. **6.44.** $F = 0,01.0,1\text{ Гц}$. **6.45.** $F = 0,1. 1,0\text{ Гц}$. **6.46.** $F = 1.10\text{ Гц}$. **6.47.** $F = 10.100\text{ Гц}$. **6.48.** $F = 100.1000\text{ Гц}$. **6.49.** $F = 1.10\text{ кГц}$. **6.50.** $U = 10\text{ мВ}$. 10 В . **6.51.** $\Delta_U = \pm 0,3\text{ мВ}$; $\Delta_F = \pm 0,08\text{ кГц}$. **6.52.** $\Delta_U = \pm 3,75\text{ мВ}$; $\Delta_F = \pm 0,1\text{ Гц}$. **6.53.** $\Delta_U = \pm 2,5\text{ мВ}$; $\Delta_F = \pm 4\text{ Гц}$. **6.54.** $\Delta_U = \pm 0,12\text{ В}$; $\Delta_F = \pm 0,16\text{ кГц}$.

6.55. Оң немесе теріс полярлықтың тікбұрышты импульстері. **6.56.** Оң немесе теріс полярлықтың тікбұрышты импульстері. **6.57.** Оң немесе теріс полярлықтың тікбұрышты импульстері. **6.58.** Оң немесе теріс полярлықтың үшбұрышты импульстері. **6.59.** $F = 10\text{ Гц}$. 100 кГц . **6.60.** $t_3 = 0 \dots 1\text{ мс}$. **6.61.** $t_u = 0,1\text{ мкс} \dots 1\text{ мс}$. **6.62.** $U_m = 6\text{ мВ} \dots 100\text{ В}$. **6.63.** $F = 10 \dots 30\text{ Гц}$. **6.64.** $F = 30 \dots 100\text{ Гц}$. **6.65.** $F = 100 \dots 300\text{ Гц}$. **6.66.** $F = 300 \dots 1000\text{ Гц}$. **6.67.** $F = 1000 \dots 3000\text{ Гц}$. **6.68.** $F = 3000 \dots 10000\text{ Гц}$. **6.69.** $F = 10000 \dots 30000\text{ Гц}$. **6.70.** $F = 30000 \dots 100000\text{ Гц}$. **6.71.** $t_3 = 0 \text{ мкс}$. **6.72.** $t_3 = 0,1 \dots 0,3\text{ мкс}$. **6.73.** $t_3 = 0,3 \dots 1,0\text{ мкс}$. **6.74.** $t_3 = 1 \dots 3\text{ мкс}$. **6.75.** $t_3 = 3 \dots 10\text{ мкс}$. **6.76.** $t_3 = 10 \dots 30\text{ мкс}$. **6.77.** $t_3 = 30 \dots 100\text{ мкс}$. **6.78.** $t_3 = 100 \dots 300\text{ мкс}$. **6.79.** $t_3 = 300 \dots 1000\text{ мкс}$. **6.80.** $t_u = 0,1 \dots 0,3\text{ мкс}$. **6.81.** $t_u = 0,3 \dots 1\text{ мкс}$. **6.82.** $t_u = 1 \dots 3\text{ мкс}$. **6.83.** $t_u = 3 \dots 10\text{ мкс}$. **6.84.** $t_u = 10 \dots 30\text{ мкс}$. **6.85.** $t_u = 30 \dots 100\text{ мкс}$. **6.86.** $t_u = 100 \dots 300\text{ мкс}$. **6.87.** $t_u = 300 \dots 1000\text{ мкс}$. **6.88.** $U_m = 20 \dots 100\text{ В}$. **6.89.** $U_m = 6,30\text{ В} \dots 6,90\text{ В}$. **6.91.** $U_m = 0,6,3\text{ В}$. **6.92.** $U_m = 60 \dots 300\text{ мВ}$. **6.93.** $U_m = 6,30\text{ мВ}$. **6.94.** жиілік пен полярлық. **6.95.** Сигналдар пішіні, t_u , t_3 , U_m . **6.96.** F , t_u , t_3 . **6.97.** U_m .

6.98. $t_3 = 5\text{ мкс}$ мәнін алу үшін «Уақытша ығысу $\mu\text{с}$ » блогының $x1$ қара тетігін басып, шкаланың нысанасын 5 санымен сәйкестендіру керек; $F = \frac{1}{T} 14\text{ кГц}$ мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz » блогының $x10^3$ ақ түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын $1,4$ мәнімен сәйкестендіру керек; $t_u = 7\text{ мкс}$ мәнін алу үшін «Ұзақтық $\mu\text{с}$ » блогының $x1$ қаратетігін басып, шкаланың нысанасын 7 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 60\text{ мВ}$ мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x0,03$ тетігін басып, «Ампл.» реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 20 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді $1:10$ шығарылымынан алу қажет.

6.99. $t_3 = 0$ мәнін алу үшін «Уақытша ығысу μ s» блогының 0 тетігін басу керек; $F = \frac{1}{T} = 1$ кГц мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz» блогының $x10^3$ қара түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 10 санымен сәйкестендіру керек; $t_u = 5$ мкс мәнін алу үшін «Ұзақтық μ s» блогының $x1$ қара тетігін басып, 5 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 90$ мВ мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x0,03$ тетігін басып, «Ампл.» реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 30 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді 1:10 шығарылымынан алу қажет.

6.100. $t_3 = 0,5$ мәнін алу үшін «Уақытша ығысу μ s» блогының $x0,1$ қара түсті тетігін басу керек және шкаланың нысанасын 5 белгісімен сәйкестендіру керек; $F = \frac{1}{T} = 100$ кГц мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz» блогының $x10^4$ қара түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 10 санымен сәйкестендіру керек; $t_u = 1$ мкс мәнін алу үшін «Ұзақтық μ s» блогының $x0,1$ қара тетігін басып, шкаланың нысанасын 10 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 120$ мВ мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x0,03$ тетігін басып, «Ампл.» реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 40 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді 1:1 шығарылымынан алу қажет. Бұл кезде шығыс импульстардың кері полярлығының тетігі басулы тұруға тиіс.

6.101. $t_3 = 3$ мкс мәнін алу үшін «Уақытша ығысу μ s» блогының $x1$ қара түсті тетігін басу керек және шкаланың нысанасын 3 белгісімен сәйкестендіру керек; $F = \frac{1}{T} = 71$ кГц мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz» блогының $x10^4$ қара түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 7,1 санымен сәйкестендіру керек; $t_u = 2$ мкс мәнін алу үшін «Ұзақтық μ s» блогының $x1$ ақ түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 2 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 9$ мВ мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x0,03$ тетігін басып, «Ампл.» реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 30 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді 1:100 шығарылымынан алу қажет.

6.102. $t_3 = 0$ мәнін алу үшін «Уақытша ығысу μ s» блогының 0 тетігін басу керек; $F = \frac{1}{T} = 25$ кГц мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz» блогының $x10^4$ ақ түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 2,5 санымен сәйкестендіру керек; $t_u = 30$ мкс мәнін алу үшін «Ұзақтық μ s» блогының $x10$ ақ тетігін басып, 3 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 12$ мВ мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x0,03$ тетігін басып, «Ампл.»

реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 40 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді 1:10 шығарылымынан алу қажет,кернеуді 1:100 шығарылымынан алу қаж $\downarrow$:

6.103. $t_3 = 1,5$ мәнін $\overline{a}$ үшін «Уақытша ығысу μs » блогының $x1$ ақ түсті тетігін басу керек және шкаланың нысанасын 1,5 белгісімен сәйкестендіру керек; $F = 20$ кГц мәнін алу үшін «Қайталау жиілігі Hz» блогының $x10^4$ ақ түсті тетігін басып, шкаланың нысанасын 2 санымен сәйкестендіру керек; $t_u = 0,5$ мкс мәнін алу үшін «Ұзақтық μs » блогының $x0,1$ кара тетігін басып, шкаланы нысанасын 5 санымен сәйкестендіру керек; $U_m = 60$ В мәнін алу үшін кернеу көбейткішінің $x1$ тетігін басып, «Ампл.» реттеу қолының көмегімен индикатор тілін 60 санымен сәйкестендіру керек, кернеуді 1:1 шығарылымынан алу қажет.

6.104. $\Delta t_H = \pm 0,73$ мкс; $\Delta \frac{1}{T}_m = \pm 10$ мВ; $\gamma_{дтн} = \pm 10,4\%$; $\gamma_{дUm} = \pm 1,11\%$.

6.105. $\Delta F = \pm 1400$ Гц; $\Delta U_m = \pm 0,9$ В; $\gamma_{дF} = \pm 10\%$; $\gamma_{дUm} = \pm 15\%$.

6.106. $\Delta t_3 = \pm 0,53$ мкс; $\Delta F = \pm 1000$ Гц; $\gamma_{дт3} = \pm 10,6\%$; $\gamma_{дF} = \pm 10\%$.

6.107. $\Delta F = \pm 10\,000$ Гц; $\Delta t_H = \pm 3,03$ мкс; $\gamma_{дF} = \pm 10\%$; $y_{дтн} = \pm 10,1\%$.

6.108. $\Delta U_m = \pm 0,13$ В; $\Delta t_H = \pm 0,53$ мкс; $\gamma_{дтн} = \pm 10,6\%$; $y_{дF} = \pm 13\%$.

6.109. $\Delta U_m = \pm 1,5$ В; $\Delta t_3 = \pm 0,08$ мкс; $\gamma_{дUm} = \pm 12,5\%$; $\gamma_{дт3} = \pm 16\%$.

6.110. $\Delta t_H = \pm 0,23$ мкс; $\Delta t_3 = \pm 0,33$ мкс; $\gamma_{дтн} = \pm 11,5\%$; $y_{дт3} = \pm 11\%$.

6.111-6.119.

Есептің нөмірі	6.111	6.112	6.113	6.114	6.115	6.116	6.117	6.118	6.119
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03

6.120-6.128.

Есептің нөмірі	6.120	6.121	6.122	6.123	6.124	6.125	6.126	6.127	6.128
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03

6.128-6.137.

Есептің нөмірі	6.129	6.130	6.131	6.132	6.133	6.134	6.135	6.136	6.137
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03	x0,03

Есептің нөмірі	6.138	6.139	6.140	6.141	6.142	6.143	6.144	6.145	6.146
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1

6.147-6.155.

Есептің нөмірі	6.147	6.148	6.149	6.150	6.151	6.152	6.153	6.154	6.155
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3	x0,3

6.156-6.164.

Есептің нөмірі	6.156	6.157	6.158	6.159	6.160	6.161	6.162	6.163	6.164
Вольтметрдің оң тілдері	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Амплитуданың сатылы құрылғы тетігі	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1

6.165. 0,1 ...30 МГц. **6.166.** Синусоидалы және амплитудалық-модульденген. **6.167.** Ультрадыбыстық және жоғары жиіліктегі электрондық аналогтық генератор. **6.168.** $U=0,5$ мкВ...0,5 В. **6.169.** $f=0,1...$ 0,18 МГц. **6.170.** $f=0,18,0,35$ МГц. **6.171.** $f=0,35,0,75$ МГц. **6.172.** $f=0,75,1,7$ МГц. **6.173.** $f=1,7...$ 4,0 МГц. **6.174.** $f=4,10$ МГц. **6.175.** $f=10,20$ МГц. **6.176.** $f=20,30$ МГц. **6.177.** $U=0,5,1,58$ мкВ. **6.178.** $U=1,5,5,0$ мкВ. **6.179.** $U=5,0,15,8$ мкВ. **6.180.** $U=15,50$ мкВ. **6.181.** $U=50,158$ мкВ. **6.182.** $U=150, 500$ мкВ. **6.183.** $U=0,5, 1,58$ мкВ. **6.184.** $U=1,5,5,0$ мкВ; **6.185.** $U=5,0,15,8$ мкВ. **6.186.** $U=15,50$ мкВ. **6.187.** $U=50,158$ мВ. **6.188.** $U=150,500$ мВ.

6.189. $U=350$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^5 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын 3,5 мкВ күйіне қою керек; $F=2,5$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 5 тетікті басып, нысананы 2,5 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызық ізімен сәйкестендіру керек.

6.190. $U=2,8$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^5 қызыл түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын 2,8 мкВ күйіне қою керек; $F=0,5$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 3 тетікті басып, нысананы 0,5 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызық ізімен сәйкестендіру керек.

6.191. $U = 1,05$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^3 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $1,05$ мкВ күйіне қою керек; $F = 0,1$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 1 тетікті басып, нысананы $0,1$ МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.192. $U = 1,5$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^3 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $1,5$ мкВ күйіне қою керек; $F = 1,5$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 4 тетікті басып, нысананы $1,5$ МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.193. $U = 2,1$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^4 қызыл түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $2,1$ мкВ күйіне қою керек; $F = 20$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 7 тетігін басып, нысананы 20 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.194. $U = 14$ мкВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $1,4$ мкВ күйіне қою керек; $F = 10$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 6 тетігін басып, нысананы 10 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.195. $U = 14$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^4 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $1,4$ мкВ күйіне қою керек; $F = 0,1$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 1 тетігін басып, нысананы $0,1$ МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.196. $U = 7$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^4 қара түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $0,7$ мкВ күйіне қою керек; $F = 1$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 4 тетігін басып, нысананы 1 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.197. $U = 0,35$ В мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^5 қызыл түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын $3,5$ мкВ күйіне қою керек; $F = 4$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 5 тетігін басып, нысананы 4 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.198. $U = 0,5$ В мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^5 қызыл түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу қолын 5 мкВ күйіне қою керек; $F = 10$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 6 тетігін басып, нысананы 10 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықызымен сәйкестендіру керек.

6.199. $U = 0,5$ мВ мәнін алу үшін дискреттік ауыстырып қосқышты 10^3 қызыл түсті санымен белгіленген күйге қойып, бірқалыпты реттеу

қолын 5,0 мкВ күйіне қою керек; $F = 25$ МГц мәнін алу үшін жиілік құрылғысындағы 8 тетігін басып, нысананы 25 МГц мәніне сәйкес келетін шкаланың сызықымен сәйкестендіру керек.

6.200. $\Delta_U = 42$ мВ; $\Delta_f = 0,025$ МГц. **6.201.** $\Delta_U = 0,34$ мВ; $\Delta_f = 0,005$ МГц. **6.202.** $\Delta_U = 0,126$ мВ; $\Delta_f = 0,001$ МГц. **6.203.** $\Delta_U = 0,18$ мВ; $\Delta_f = 0,015$ МГц. **6.204.** $\Delta_U = 2, \frac{1}{\sqrt{2}}$ В; $\Delta_f = 0,2$ МГц. **6.205.** $\Delta_U = 1,68$ мВ; $\Delta_f = 0,001$ МГц. **6.206.** $\Delta_U = 1,68$ мВ; $\Delta_f = 0,001$ МГц. **6.207.** $\Delta_U = 0,84$ мВ; $\Delta_f = 0,01$ МГц; **6.208.** $\Delta_U = 0,042$ мВ; $\Delta_f = 0,04$ МГц. **6.209.** $\Delta_U = 0,06$ В; $\Delta_f = 0,1$ МГц. **6.210.** $\Delta_U = 0,06$ мВ; $\Delta_f = 0,25$ МГц. **6.211** $F = 1\,000$ Гц. **6.212.** R типті; $F =$.

6.201. 6.213. LC типті; $F = \frac{1}{2\pi WLC}$

7 Тарау

7.1. $R_{ax} = 1$ МОм, $C_{ax} = 40$ пФ. **7.2.** $S_y = 0,1$ бөл./мВ. **7.3.** $S_x = 50$ бөл./мкс. **7.4.** Осциллограф электрондық аналогтық әмбебап бірсеуелі. **7.5.** «Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышы. **7.6.** «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышы мен «Ұңғы» тумблері. **7.7.** $U = 10$ мВ... 120 В. **7.8.** $T = 0,02$ мкс... 400 мс. **7.9.** $t_d = 0,02$ мкс... 400 мс. **7.10.** $f = 2,5$ Гц... 50 МГц.

7.11-7.21.

Есептің нөмірі	7.11	7.12	7.13	7.14
Кернеуді өлшеу шектері, В	20.120	0,5,3,0	5.30	2.12

Есептің нөмірі	7.15	7.16	7.17	7.18
Кернеуді өлшеу шектері, В	1.6	0,5,3,0	0,2, 1,2	0,5,3,0

Есептің нөмірі	7.19	7.20	7.21
Кернеуді өлшеу шектері, В	0,05.0,3	0,02.0,12	0,01.0,06

7.22-7.39.

Есептің нөмірі	7.22	7.23	7.24	7.25
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	10. 100 мс	4.40 мс	2.20 мс	1... 10 мс
	50.500 мс	20.200 мс	10. 100 мс	5.50 мс

Есептің нөмірі	7.26	7.27	7.28	7.29
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,4... 4,0 мс	0,2,2,0 мс	0,1... 1,0 мс	0,04 . 0,4 мс
	2...20 мс	1 . 10 мс	0,5...5,0 мс	0,2...2,0 мс

Есептің нөмірі	7.30	7.31	7.32	7.33
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,02,0,2 мс	10. 100 мс	4.40 мкс	2 . 20 мкс
	0,1... 1,0 мс	50. 500 мкс	20.200 мкс	10. 100 мкс

Есептің нөмірі	7.34	7.35	7.36	7.37
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	1... 10 мкс	0,4,4,0 мкс	0,2,2,0 мкс	0,1... 1,0 мкс
	5... 50 мкс	2.20 мкс	1... 10 мкс	0,5,5,0 мкс

Есептің нөмірі	7.38	7.39
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,04,0,4 мкс	0,02,0,2 мкс
	0,2,2,0 мкс	0,1... 1,0 мкс

7.40-7.50.

Есептің нөмірі	7.40	7.41	7.42	7.43	7.44	7.45	7.46	7.47	7.48	7.49	7.50
Сигналдың кернеу амплитудасы, В	90	45	22,5	9	4,5	2,25	0,9	0,45	0,225	0,09	0,045

7.51-7.61.

Есептің нөмірі	7.51	7.52	7.53	7.54	7.55	7.56	7.57	7.58	7.59	7.60	7.61
Ипульс ұшының қисаюы, В	10	5	2,5	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005

7.62-7.79.

Есептің нөмірі	7.62	7.63	7.64	7.65	7.66	7.67
Импульстің ұзақтығы	50 мс	20 мс	10 мс	5 мс	2 мс	1 мс
	250 мс	100 мс	50 мс	25 мс	10 мс	5 мс

Есептің нөмірі	7.68	7.69	7.70	7.71	7.72	7.73
Импульстің ұзақтығы	0,5 мс	0,2 мс	0,1 мс	50 мкс	20 мкс	10 мкс
	2,5 мс	1 мс	0,5 мс	250 мкс	100 мкс	50 мкс

Есептің нөмірі	7.74	7.75	7.76	7.77	7.78	7.79
Импульстің ұзақтығы	5 мкс	2 мкс	1 мкс	0,5 мкс	0,2 мкс	0,1 мкс
	25 мкс	10 мкс	5 мкс	2,5 мкс	1 мкс	0,5 мкс

Есептің нөмірі	7.80	7.81	7.82	7.83	7.84	7.85
Импульстің алдыңғы аймағын қолдану уақыты	25 мс	10 мс	5 мс	2,5 мс	1 мс	0,5 мс

Есептің нөмірі	7.86	7.87	7.88	7.89	7.90	7.91
Импульстің алдыңғы аймағын қолдану уақыты	0,25 мс	0,1 мс	0,05 мс	25 мкс	10 мкс	5 мкс

Есептің нөмірі	7.92	7.93	7.94	7.95	7.96	7.97
Импульстің алдыңғы аймағын қолдану уақыты	2,5 мкс	1 мкс	0,5 мкс	0,25 мкс	0,1 мкс	0,05 мкс

7.98-7.115.

Есептің нөмірі	7.98	7.99	7.100	7.101	7.102	7.103
Импульс қиындысын орналастыру уақыты	10 мс	4 мс	2 мс	1 мс	0,4 мс	0,2 мс

Есептің нөмірі	7.104	7.105	7.106	7.107	7.108	7.109
Импульс қиындысын орналастыру уақыты	0,1 мс	0,04 мс	0,02 мс	10 мкс	4 мкс	2 мкс

Есептің нөмірі	7.110	7.111	7.112	7.113	7.114	7.115
Импульс қиындысын орналастыру уақыты	1 мкс	0,4 мкс	0,2 мкс	0,1 мкс	0,04 мкс	0,02 мкс

7.116-7.125.

Есептің нөмірі	7.116	7.117	7.118	7.119	7.120	7.121	7.122	7.123	7.124	7.125
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.126-7.135.

Есептің нөмірі	7.126	7.127	7.128	7.129	7.130	7.131	7.132	7.133	7.134	7.135
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20

7.136-7.152.

Есептің нөмірі	7.136	7.137	7.138	7.139	7.140	7.141	7.142	7.143	7.144
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	0,2 μ s	0,5 μ s	1 μ s	2 μ s	5 μ s	10 μ s	20 μ s	50 μ s	0,1 ms

Есептің нөмірі	7.145	7.146	7.147	7.148	7.149	7.150	7.151	7.152
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	0,2 ms	0,5 ms	1 ms	2 ms	5 ms	10 ms	20 ms	50 ms

7.153-7.169.

Есептің нөмірі	7.153	7.154	7.155	7.156	7.157	7.158	7.159	7.160	7.161
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 ps

Есептің нөмірі	7.162	7.163	7.164	7.165	7.166	7.167	7.168	7.169
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.170-7.186.

Есептің нөмірі	7.170	7.171	7.172	7.173	7.174	7.175	7.176	7.177	7.178
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	0,2 μ s	0,5 μ s	1 μ s	2 μ s	5 μ s	10 μ s	20 μ s	50 μ s	0,1 ms

Есептің нөмірі	7.179	7.180	7.181	7.182	7.183	7.184	7.185	7.186
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	0,2 ms	0,5 ms	1 ms	2 ms	5 ms	10 ms	20 ms	50 ms

7.187-7.203.

Есептің нөмірі	7.187	7.188	7.189	7.190	7.191	7.192	7.193	7.194	7.195
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s

Есептің нөмірі	7.196	7.197	7.198	7.199	7.200	7.201	7.202	7.203
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышының өзгерген күйі	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.204-7.213.

Есептің нөмірі	7.204	7.205	7.206	7.207	7.208	7.209	7.210	7.211	7.212	7.213
Тігінен өлшемі	Кішірею, есе			Үлкею, есе						
	2,5	5	10	2	4	10	20	40	100	200
Көлденең өлшемі	Өзгермеу									

7.214-7.230.

Есептің нөмірі	7.214	7.215	7.216	7.217	2.218	7.219	7.220	7.221	7.222
Көлденең өлшемі	Кішірею, есе						Үлкею, есе		
	2	4	10	20	40	100	2,5	5	10
Тігінен өлшемі	Өзгермеу								

Есептің нөмірі	7.223	7.224	7.225	7.226	7.227	2.228	7.229	7.230
Көлденең өлшемі	Үлкею, есе							
	25	50	100	250	500	1 000	2 500	5 000
Тігінен өлшемі	Өзгермеу							

7.231-7.241.

Есептің нөмірі	7.231	7.232	7.233	7.234	7.235	7.236	7.237	7.238	7.239	7.240	7.241
«Вольт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01

7.242-7.259.

Есептің нөмірі	7.242	7.243	7.244	7.245	7.246	7.247	7.248	7.249	7.250
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms

Есептің нөмірі	7.251	7.252	7.253	7.254	7.255	7.256	7.257	7.258	7.259
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 μ s	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.260-7.277.

Есептің нөмірі	7.260	7.261	7.262	7.263	7.264	7.265	7.266	7.267	7.268
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms

Есептің нөмірі	7.269	7.270	7.271	7.272	7.273	7.274	7.275	7.276	7.277
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	50 μ s	20 μ s	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.278. С1-93 осциллографының шығу аузы бойынша сыйымдылық 30 пФ құрайда, ал С1-67 аспабында — 40 пФ, демек С1-93 аспабының жиілік диапазоны кеңірек (яғни жіберу жолы кеңірек).

7.279. С1-93 осциллографы екіарналы, жиілік диапазоны мен импульс ұзақтығын өлшеу диапазоны әлдеқайда кеңірек.

7.280. Бірдей сипаттамалары жоқ.

7.281. Кернеуді өлшеу диапазоны тар.

7.282. $R_{вх} = 1 \text{ МОм}$; $C_{вх} = 30 \text{ пФ}$.

7.283. $S_Y = 200 \text{ бөл./В}$.

7.284. $S_X = 50 \text{ бөл./мкс}$.

7.285. Осциллограф электрондық аналогтық әмбебап екіарналы.

7.286. «В/бөл.»ауыстырып қосқышы.

7.287. «Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқышы; «Ұңғы» тумблері.

7.288. $U = 5 \text{ мВ} \dots 80 \text{ В}$.

7.289. $T = 0,02 \text{ мкс} \dots 10 \text{ с}$.

7.290. $f = 0,1 \text{ Гц} \dots 50 \text{ МГц}$.

7.291-7.301.

Есептің нөмірі	7.291	7.292	7.293	7.294
Кернеуді өлшеу шектері	10.80 В	5.40 В	2.16 В	1.8 В

Есептің нөмірі	7.295	7.296	7.297	7.298
Кернеуді өлшеу шектері	0,5.4,0 В	0,2.1,6 В	0,1.0,8 В	0,05.0,4 В

Есептің нөмірі	7.299	7.300	7.301
Кернеуді өлшеу шектері	0,02.0,16 В	10. 80 мВ	5.4 мВ

7.302-7.323.

Есептің нөмірі	7.302	7.303	7.304	7.305
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	1...10 с	0,5... 5,0 с	0,2,2,0 с	0,0,0,0 с

Есептің нөмірі	7.306	7.307	7.308	7.309
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	50.500 мс	20.200 мс	10. 100 мс	5.50 мс

Есептің нөмірі	7.310	7.311	7.312	7.313
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	2.20 мс	1... 10 мс	0,5,5,0 мс	0,2,2,0 мс

Есептің нөмірі	7.314	7.315	7.316	7.317
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,1... 1,0 мс	50. 500 мкс	20.200 мкс	10. 100 мкс

Есептің нөмірі	7.318	7.319	7.320	7.321
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	5... 50 мкс	2.20 мкс	1 . 1 0 мкс	0,5,5,0 мкс

Есептің нөмірі	7.322	7.323
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,2,2,0 мкс	0,1... 1,0 мкс

7.324-7.345.

Есептің нөмірі	7.324	7.325	7.326	7.327
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,2,2,0 с	0,0,0,0 с	0,04,0,4 с	0,02,0,2 с

Есептің нөмірі	7.328	7.329	7.330	7.331
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	10. 100 мс	4.40 мс	2 . 20 мс	1... 10 мс

Есептің нөмірі	7.332	7.333	7.334	7.335
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,4,4,0 мс	0,2,2,0 мс	0,1... 1,0 мс	0,04,0,4 мс

Есептің нөмірі	7.336	7.337	7.338	7.339
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,02...0,2 мс	10. 100 мкс	4.40 мкс	2.20 мкс

Есептің нөмірі	7.340	7.341	7.342	7.343
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	1 . 1 0 мкс	0,4,4,0 мкс	0,2,2,0 мкс	0,1... 1,0 мкс

Есептің нөмірі	7.344	7.345
Сигналдың жүру периодын өлшеу шектері	0,04.0,4 мкс	0,02.0,2 мкс

7.346-7.367.

Есептің нөмірі	7.346	7.347	7.348
Жиілікті өлшеу шектері	0,1. 1,0 Гц	0,2,2,0 Гц	0,5,5,0 Гц

Есептің нөмірі	7.349	7.350	7.351
Жиілікті өлшеу шектері	1.10 Гц	2.20 Гц	5.50 Гц

Есептің нөмірі	7.352	7.353	7.354
Границы измерения частоты	10.100 Гц	20.200 Гц	50.500 Гц

Есептің нөмірі	7.355	7.356	7.357
Жиілікті өлшеу шектері	100.1 000 Гц	200.2 000 Гц	500.5 000 Гц

Есептің нөмірі	7.358	7.359	7.360
Жиілікті өлшеу шектері	1.10 кГц	2.20 кГц	5.50 кГц

Есептің нөмірі	7.361	7.362	7.363
Жиілікті өлшеу шектері	10.100 кГц	20.200 кГц	50. 500 кГц

Есептің нөмірі	7.364	7.365	7.366
Жиілікті өлшеу шектері	100.1000 кГц	200.2 000 кГц	500.5 000 кГц

Есептің нөмірі	7.367
Жиілікті өлшеу шектері	1.10 МГц

7.368-7.389.

Есептің нөмірі	7.368	7.369	7.370
Жиілікті өлшеу шектері	0,5... 5,0 Гц	1 . 10 Гц	2,5,25,0 Гц

Есептің нөмірі	7.371	7.372	7.373
Жиілікті өлшеу шектері	5... 50 Гц	10.100 Гц	25.250 Гц
Есептің нөмірі	7.374	7.375	7.376
Жиілікті өлшеу шектері	50.500 Гц	100.1 000 Гц	250.2 500 Гц
Есептің нөмірі	7.377	7.378	7.379
Границы измерения частоты	500.5 000 Гц	1... 10 кГц	2,5.25 кГц
Есептің нөмірі	7.380	7.381	7.382
Жиілікті өлшеу шектері	5... 50 кГц	10.100 кГц	25.250 кГц
Есептің нөмірі	7.383	7.384	7.385
Жиілікті өлшеу шектері	50.500 кГц	100.1000 кГц	250.2 500 кГц
Есептің нөмірі	7.386	7.387	7.388
Жиілікті өлшеу шектері	500.5 000 кГц	1.10 МГц	2,5.25 МГц
Есептің нөмірі	7.389		
Жиілікті өлшеу шектері	5.50 МГц		

7.390-7.400.

Есептің нөмірі	7.390	7.391	7.392	7.393	7.394	7.395	7.396	7.397	7.398	7.399	7.400
Кернеу амплитудасы, В	30	15	6	3	1,5	0,6	0,3	0,15	0,06	0,03	0,015

7.401-7.411.

Есептің нөмірі	7.401	7.402	7.403	7.404	7.405	7.406
Кернеудің орташа квадраттық мәні	21 В	10,5 В	4,2 В	2,1 В	1,05 В	0,42

Есептің нөмірі	7.407	7.408	7.409	7.410	7.411
Кернеудің орташа квадраттық мәні	0,21 В	0,105 В	0,042 В	21 мВ	10,5 мВ

7.412-7.433.

Есептің нөмірі	7.412	7.413	7.414	7.415	7.416
Сигналдың жүру периоды	8 с	4 с	1,6 с	0,8 с	400 мс

Есептің нөмірі	7.417	7.418	7.419	7.420	7.421
Сигналдың жүру периоды	160 мс	80 мс	40 мс	16 мс	8 мс

Есептің нөмірі	7.422	7.423	7.424	7.425	7.426
Сигналдың жүру периоды	4 мс	1,6 мс	0,8 мс	400 мкс	160 мкс

Есептің нөмірі	7.427	7.428	7.429	7.430	7.431
Сигналдың жүру периоды	80 мкс	40 мкс	16 мкс	8 мкс	4 мкс

Есептің нөмірі	7.432	7.433
Сигналдың жүру периоды	1,6 мкс	0,8 мкс

7.434-7.455.

Есептің нөмірі	7.434	7.435	7.436	7.437	7.438
Сигналдың жүру периоды	1,6 с	0,8 с	0,32 с	0,16 с	80 мс

Есептің нөмірі	7.439	7.440	7.441	7.442	7.443
Сигналдың жүру периоды	32 мс	16 мс	8 мс	3,2 мс	1,6 мс

Есептің нөмірі	7.444	7.445	7.446	7.447	7.448
Сигналдың жүру периоды	0,8 мс	0,32 мс	0,16 мс	80 мкс	32 мкс

Есептің нөмірі	7.449	7.450	7.451	7.452	7.453
Сигналдың жүру периоды	16 мкс	8 мкс	3,2 мкс	1,6 мкс	0,8 мкс

Есептің нөмірі	7.454	7.455
Сигналдың жүру периоды	0,32 мкс	0,16 мкс

7.456-7.477.

Есептің нөмірі	7.456	7.457	7.458	7.459	7.460
Сигналдың жүру жиілігі	0,125 Гц	0,25 Гц	0,625 Гц	1,25 Гц	2,5 Гц

Есептің нөмірі	7.461	7.462	7.463	7.464	7.465
Сигналдың жүру жиілігі	6,25 Гц	12,5	25 Гц	62,5 Гц	125 Гц

Есептің нөмірі	7.466	7.467	7.468	7.469	7.470
Сигналдың жүру жиілігі	250 Гц	625 Гц	1250 Гц	2,5 кГц	6,25 кГц

Есептің нөмірі	7.471	7.472	7.473	7.474	7.475
Сигналдың жүру жиілігі	12,5 кГц	25 кГц	62,5 кГц	125 кГц	250 кГц

Есептің нөмірі	7.476	7.477
Сигналдың жүру жиілігі	625 кГц	1,25 МГц

7.478-7.499.

Есептің нөмірі	7.478	7.479	7.480	7.481	7.482
Сигналдың жүру жиілігі	0,625 Гц	1,25 Гц	3,125 Гц	6,25 Гц	12,5 Гц

Есептің нөмірі	7.483	7.484	7.485	7.486	7.487
Сигналдың жүру жиілігі	31,25 Гц	62,5 Гц	125 Гц	312,5 Гц	625 Гц

Есептің нөмірі	7.488	7.489	7.490	7.491	7.492
Сигналдың жүру жиілігі	1250 Гц	3,125 кГц	6,25 кГц	12,5 кГц	31,25 кГц

Есептің нөмірі	7.493	7.494	7.495	7.496	7.497
Сигналдың жүру жиілігі	62,5 кГц	125 кГц	312,5 кГц	625 кГц	1,25 кГц

Есептің нөмірі	7.498	7.499
Сигналдың жүру жиілігі	3,125 МГц	6,25 МГц

7.500-7.509.

Есептің нөмірі	7.500	7.501	7.502	7.503	7.504	7.505	7.506	7.507	7.508	7.509
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.510-7.519.

Есептің нөмірі	7.510	7.511	7.512	7.513	7.514	7.515	7.516	7.517	7.518	7.519
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10

7.520-7.540.

Есептің нөмірі	7.520	7.521	7.522	7.523	7.524	7.525	7.526
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.527	7.528	7.529	7.530	7.531	7.532	7.533
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μs	20μs

Есептің нөмірі	7.534	7.535	7.536	7.537	7.538	7.539	7.540
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.541-7.561.

Есептің нөмірі	7.541	7.542	7.543	7.544	7.545	7.546	7.547
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	0,2 μ s	0,5 μ s	1 μ s	2 μ s	5 μ s	10 μ s	20 μ s

Есептің нөмірі	7.548	7.549	7.550	7.551	7.552	7.553	7.554
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	50 μ s	0,1 ms	0,2 ms	0,5 ms	1 ms	2 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.555	7.556	7.557	7.558	7.559	7.560	7.561
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	10 ms	20 ms	5 0 ms	0,1 s	0,2 s	0,5 s	1 s

7.562-7.582.

Есептің нөмірі	7.562	7.563	7.564	7.565	7.566	7.567	7.568
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.569	7.570	7.571	7.572	7.573	7.574	7.575
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s

Есептің нөмірі	7.576	7.577	7.578	7.579	7.580	7.581	7.582
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	10 μ s	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.583-7.603.

Есептің нөмірі	7.583	7.584	7.585	7.586	7.587	7.588	7.589
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	0,2 μ s	0,5 μ s	1 μ s	2 μ s	5 μ s	10 μ s	20 μ s

Есептің нөмірі	7.590	7.591	7.592	7.593	7.594	7.595	7.596
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	50 μ s	0,1 ms	0,2 ms	0,5 ms	1 ms	2 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.597	7.598	7.599	7.600	7.601	7.602	7.603
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың өзгерген күйі	1 0 ms	20 ms	5 0 ms	0,1 s	0,2 s	0,5 s	1 s

7.604-7.613

Есептің нөмірі	7.604	7.605	7.606	7.607	7.608	7.609	7.610	7.611	7.612	7.613
Тігінен өлшемі	Кішірею, есе	Үлкею, есе								
	2	2,5	5	10	25	50	100	250	500	10 ³
Көлденең өлшемі	Өзгермеу									

7.614-7.634.

Есептің нөмірі	7.614	7.615	7.616	7.617	7.618	7.619	7.620	7.621	7.622	7.623
Көлденең өлшемі	Кішірею, есе							Үлкею, есе		
	2	4	10	20	40	100	200	2,5	5	10
Тігінен өлшемі	Өзгермеу									

Есептің нөмірі	7.624	7.625	7.626	7.627	7.628	7.629	7.630	7.631	7.632	7.633	7.634
Көлденең өлшемі	Үлкею, есе										
	25	50	100	250	500	1 000	2 500	5 000	10 ⁴	2,5 ■ 10 ⁵	5 ■ 10 ⁴
Тігінен өлшемі	Өзгермеу										

7.635-7.655.

Есептің нөмірі	7.635	7.636	7.637	7.638	7.639	7.640	7.641	7.642	7.643	7.644
Көлденең өлшемі	Кішірею, есе							Үлкею, есе		
	2	4	10	20	40	100	200	2,5	5	10
Тігінен өлшемі	Өзгермеу									

Есептің нөмірі	7.645	7.646	7.647	7.648	7.649	7.650	7.651	7.652	7.653	7.654	7.655
Көлденең өлшемі	Үлкею, есе										
	25	50	100	250	500	1 000	2 500	5 000	10 ⁴	2,5 ■ 10 ⁵	5 ■ 10 ⁴
Тігінен өлшемі	Өзгермеу										

7.657-7.667.

Есептің нөмірі	7.657	7.658	7.659	7.660	7.661	7.662	7.663	7.664	7.665	7.666	7.667
«V/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005

7.668-7.689.

Есептің нөмірі	7.668	7.669	7.670	7.671	7.672	7.673	7.674	7.675
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.676	7.677	7.678	7.679	7.680	7.681	7.682	7.683
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.684	7.685	7.686	7.687	7.688	7.689
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

7.690-7.711.

Есептің нөмірі	7.690	7.691	7.692	7.693	7.694	7.695	7.696	7.697
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s	50 ms	20 ms	10 ms	5 ms

Есептің нөмірі	7.698	7.699	7.700	7.701	7.702	7.703	7.704	7.705
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 μ s	20 μ s	10 μ s

Есептің нөмірі	7.706	7.707	7.708	7.709	7.710	7.711
«Уақыт/бөл.» ауыстырып қосқыштың күйі	5 μ s	2 μ s	1 μ s	0,5 μ s	0,2 μ s	0,1 μ s

8 Тауар

8.1. Төмен қуатты транзисторлар мен диодтардың электрондық аналогтық сынаушысы. **8.2.** I_R , U_F , U_z , $h_{21}I_{кб0}$, h_{22} . **8.3.1)** $h_{21э} = 9...200$; 2) $h_{21б} = 0,9...1,0$; 3) $I_{кб0} = 0,01.100$ мкА; 4) $h_{22} = 1.4$ мкс; 5) $U_{FV} = 0,1.0,3$ В; 6) $I_R = 0,01.100$ мкА; 7) $U_z = 1.30$ В. **8.4.** $U_{io} = 0,2.30$ мВ; $U_{oi} = 0,2.30$ В; $I_i = 0,2.30$ мкА; $I_{номр} = 0,2.30$ мА. **8.5.** $U_{u.n.} = 1.30$ В. **8.6.** $E_1 = \pm 0,25.12$ В.

8.7. 1)

Элементтердің кіруі								Шығуы			
1-ші		2-ші		3-ші		4-ші					
1	2	4	5	9	10	12	13	3	6	8	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2)

Элементтердің кіруі								Шығуы			
1-ші		2-ші		3-ші		4-ші					
1	2	13	3	4	5	9	10	11	12	6	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

3)

Элементтердің кіруі								Шығуы	
1-ші				2-ші					
1	2	4	5	9	10	12	13	6	8
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

Элементтердің кіруі									Шығуы		
1-ші			2-ші			3-ші					
1	2	13	3	4	5	9	10	11	12	6	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

8.8. Диод қолдануға жарамсыз, себебі өлшенген параметрлер анықтамалық параметрлерге сәйкес келмейді. **8.9.** Транзистор қолдануға жарамды, себебі өлшенген параметрлер анықтамалық параметрлерге сәйкес келеді. **8.10.** АИМС қолдануға жарамды. **8.11.** ЦИМС электрондық аналогтық сынаушы. **8.12.** 1) $\bar{U} = 0,1...30$ В; 2) $I = 0,03... 3,0$ мА; 3) $E_I = \pm(3.30)$ В; 4) $E_I = \pm(1.15)$ В; 5) $U^0 = \pm(0,2.3)$ В; 6) $U^1 = \pm(0,2.10)$ В.

**Электроникада қолданылатын халықаралық бірліктер жүйесіндегі
(БЖ) негізгі электрлік өлшем бірліктері**

Шамасы		Өлшем бірлігі		
Атауы	Белгісі	Атауы	Орысша белгісі	Халықаралық белгісі
Кедергі	R, r	ом	Ом	Q
Тоқ	I, i	ампер	А	A
Кернеу және ЭҚК	U, u, E, e	вольт	В	V
Қуат	P	ватт	Вт	W
Сыйымдылық	C	фарад	Ф	F
Индуктивтілік	L	генри	Гн	H
Жиілік	F, f	герц	Гц	Hz
Период	T	секунда	с	s
Толқын ұзындығы	λ	метр	м	m
Фаза қозғалысы	Дф	радиан	рад	rad

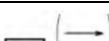
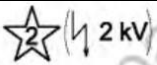
Өлшеудің еселік (бөлшектік) және негізгі бірліктері арасындағы қатынас

Шаманың атауы	Өлшеудің еселік және бөлшектік бірліктері			Өлшеудің еселік (бөлшектік) және негізгі бірліктері арасындағы қатынас
	Атауы	Орысша белгісі	Халықаралық белгісі	
Кедергі	мегаом килоом	МОм кОм	MQ kQ	$1 \text{ МОм} = 10^6 \text{ Ом}$ $1 \text{ кОм} = 10^3 \text{ Ом}$
Тоқ	миллиампер микроампер	мА мкА	mA μA	$1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}$ $1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}$
Кернеу мен ЭҚК	киловольт милливольт микровольт	кВ мВ мкВ	kV mV μV	$1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$ $1 \text{ мВ} = 10^{-3} \text{ В}$ $1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В}$
Қуат	гигаватт киловатт мегаватт милливатт микроватт	ГВт кВт МВт мВт мкВт	GW kW MW mW μW	$1 \text{ ГВт} = 10^9 \text{ Вт}$ $1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}$ $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$ $1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$ $1 \text{ мкВт} = 10^{-6} \text{ Вт}$
Сыйымдылық	микрофарад нанофарад пикофарад	мкФ нФ пФ	pF nF pF	$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$ $1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$ $1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$
Индуктивтілік	миллигенри микрогенри	мГн мкГн	mH μH	$1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$ $1 \text{ мкГн} = 10^{-6} \text{ Гн}$
Жиілік	гигагерц мегагерц килогерц	ГГц МГц кГц	GHz MHz kHz	$1 \text{ ГГц} = 10^9 \text{ Гц}$ $1 \text{ МГц} = 10^6 \text{ Гц}$ $1 \text{ кГц} = 10^3 \text{ Гц}$
Период	миллисекунда микросекунда наносекунда пикосекунда	мс мкс нс пс	ms μs ns ps	$1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$ $1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с}$ $1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с}$ $1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$
Толқын ұзындығы	миллиметр сантиметр дециметр	мм см дм	mm cm dm	$1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$ $1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$ $1 \text{ дм} = 10^{-1} \text{ м}$
Базалардың ығысуы	градус	°	°	$1^\circ = \pi/180 \text{ рад}$

Электромеханикалық аспаптар жүйесінің шартты белгілері

Жүйенің шартты белгісі	Жүйенің әріптік шифрі	Жүйенің атауы	Қолданылу саласы
	М	Магниттік-электрлік	Амперметрлер, вольтметрлер
	В	Түзетуші	Амперметрлер, вольтметрлер, жиілік өлшеуіштер, төмен және жоғары жиіліктегі генераторларда индикатор ретінде
	Т	Термоэлектрлік	Амперметрлер, вольтметрлер
	э	электромагниттік	Амперметрлер, вольтметрлер, жиілік өлшеуіштер
	д	Электродинамикалық	Амперметрлер, вольтметрлер, жиілік өлшеуіштер, фазометрлер
	Д	Ферродинамикалық	
	с	электростатикалық	Вольтметрлер
	—	Вибрациялық	Жиілік өлшеуіштер

**Электромеханикалық аспаптардың шкаласына
енгізілетін шартты белгілер**

Шартты белгісі	Белгінің беретін мағынасы
	Ауыспалы бірфазалы ток
	Тұрақты ток
	Тұрақты және ауыспалы тоқтар
	Ауыспалы үшфазалы ток
	Аспаптың тігінен тұрған жұмыс күйі
	Аспаптың көлденең тұрған жұмыс күйі
	Тік жазықтыққа 60° бұрылған аспаптың жұмыс күйі
0,5 —1,0 —1,5 —2,5	Аспаптың дәлдік класы (келтірілген қателік) (мысалы, 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,5 %)
	Аспаптың өлшеу механизмі оқшауланған және оқшаулану кедергісі сыналған, мысалы 2 кВ кернеумен
	Сыртқы магниттік өрістің әсерінен қорғаныстың болуы
	Сыртқы электрлік өрістің әсерінен қорғаныстың болуы
A	Қалыпты климаттық қолдану шарттары: $t^{\circ} = (20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, ылғалдылық $(60 \pm 15) \%$, қысым (750 ± 30) мм сн. бағ.
B(B ₁ ,B ₂ ,B ₃)	Аспап жылу берілмейтін жерде жұмыс істеуге арналған
B'(B ₁ ,B ₂ ,B ₃)	Аспап далалық және теңіз жағдайында жұмыс істеуге арналған
T	Аспап тропикалық климат жағдайында жұмыс істеуге арналған
	Назар аударыңыз! Төлқұжаттан қосымша нұсқамаларды қараңыз

Радиоөлшеу аспаптарының топтамалық классификациясы

А тобы. Тоқты өлшеуге арналған аспаптар:

- A1 — амперметрлерді тексеруге арналған құрылғылар;
- A2 — тұрақты тоқ амперметрлері;
- A3 — ауыспалы тоқ амперметрлері;
- A4 — импульстік тоқ амперметрлері;
- A7 — әмбебап амперметрлер;
- A9 — тоқ түрлендіргіштер.

Б тобы. Өлшеуіш және радиоөлшеуіш аспаптарды қуаттау көздері:

- B2 — ауыспалы тоқ көздері;
- B4 — калибрленген кернеу мен тоқ көздері;
- B5 — тұрақты тоқ көздері;
- B6 — реттелетін параметрлері бар көздер;
- B7 — тұрақты және ауыспалы тоқтардың әмбебап көздері.

В тобы. Кернеуді өлшеуге арналған аспаптар:

- V1 — вольтметрлерді тексеруге арналған құрылғылар немесе аспаптар;
- V2 — тұрақты тоқ вольтметрлері;
- V3 — ауыспалы тоқ вольтметрлері;
- V4 — импульстік тоқ вольтметрлері;
- V5 — фазасызгіш вольтметрлер (векторметрлер);
- V6 — іріктемелі вольтметрлер;
- V7 — әмбебап вольтметрлер;
- V8 — кернеу және (немесе) кернеу айырмашылығының қатынасын өлшеуіштер;
- V9 — кернеуді түрлендіргіштер.

Г тобы. Өлшеуіш генераторлар:

- G2 — шуыл генераторлары;
- G3 — төмен жиіліктегі сигнал генераторлары;
- G4 — жоғары жиіліктегі және аса жоғары жиіліктегі сигнал генераторлары;
- G5 — импульс генераторлары;
- G6 — арнайы пішіндегі сигнал генераторлары;
- G8 — тербелмелі жиіліктің генераторлары (сви́п-генераторлар).

Д тобы. Аттенюаторлар мен әлсіреуді өлшеуге арналған аспаптар:

- D1 — Аттенюаторлар мен әлсіреуді өлшеуге арналған аспаптарды тексеруге арналған құрылғылар мен аспаптар;
- D2 — резисторлық аттенюаторлар;
- D2 — сыйымдылық аттенюаторлары;
- D3 — поляризациялық аттенюаторлар;
- D4 — шектік аттенюаторлар;

- Д5 — сіңіруші аттенюаторлар;
- Д6 — электрлік басқарылатын аттенюаторлар;
- Д8 — әлсіреуді өлшеуіштер.

Е тобы. Шоғырланған тұрақтылар тізбегіндегі компоненттердің параметрлерін өлшеуге арналған аспаптар:

- Е1 — компоненттер мен тізбектердің параметрлерін өлшеуіштерді тексеруге арналған шамалар, құрылғылар немесе аспаптар;
- Е2 — толық кедергі және (немесе) толық өткізгіштікті өлшеуіштер;
- Е3 — индуктивтілікті өлшеуіштер;
- Е4 — беріктілікті өлшеуіштер;
- Е6 — резисторлардың кедергісін өлшеуіштер;
- Е7 — әмбебап параметрлерді өлшеуіштер;
- Е8 — конденсатордың сыйымдылығын өлшеуіштер;
- Е9 — компоненттер мен тізбектердің параметрлерін жаңғыртушылар.

И тобы. Импульстық өлшеулерге арналған аспаптар:

- И1 — импульстық өлшеулерге арналған аспаптарды тексеретін құрылғылар (аспаптар);
- И2 — уақытша интервалдарды өлшеуіштер;
- И3 — импульстар санын есептеуіштер;
- И4 — импульс параметрлерін өлшеуіштер;
- И9 — импульстік сигналдарды жаңғыртушылар.

К тобы. Кешенді өлшеуіш құрылғылар:

- К2 — кешенді өлшеуіш құрылғылар;
- К3 — кешенді автоматтандырылған өлшеуіш құрылғылар;
- К4 — кешенді өлшеуіш құрылғылардың аспаптары (блоктары);
- К6 — кешенді автоматтандырылған өлшеуіш құрылғылардың аспаптары (блоктары).

Л тобы. Электрондық шамдар мен жартылай өткізгіш аспаптардың параметрлерін өлшеуге арналған ортақ қолданыстағы аспаптар:

- Л1 — электровакуумдық аспаптардың параметрлерін (сипаттамаларын) өлшеуіштер;
- Л2 — жартылай өткізгіш аспаптардың параметрлерін (сипаттамаларын) өлшеуіштер

М тобы. Қуатты өлшеуге арналған аспаптар:

- М1 — ваттметрлерді тексеруге арналған құрылғылар (аспаптар);
- М2 — өткізгіш қуатты ваттметрлер;
- М3 — сіңірілетін қуаттың ваттметрлері;
- М5 — ваттметрлердің қабылдаушы жаңғыртушылары (басы).

П тобы. Өріс пен радиокедергілердің кернеуін өлшеуге арналған аспаптар:

П1 — өріс пен радиокедергілердің кернеуін өлшеуіш аспаптарды тексеруге арналған құрылғылар (аспаптар);

П2 — өріс индикаторлары;

П3 — өрістің кернеуін өлшеуіштер;

П4 — радиокедергілерді өлшеуіштер;

П5 — өлшеу қабылдағыштары;

П6 — өлшеу антенналары;

П7 — антенна параметрлерін өлшеуіштер.

Р тобы. Бөлінген тұрақтылары бар элементтер мен тракттардың параметрлерін өлшеуге арналған аспаптар:

Р1 — өлшеуіш тізбектер;

Р2 — тұрақты толқындардың коэффициентін өлшеуіштер;

Р3 — толық кедергілерді өлшеуіштер;

Р4 — таратудың кешенді коэффициенттерін өлшеуіштер;

Р5 — тарату жолының параметрлерін өлшеуіштер;

Р6 — беріктікті өлшеуіштер;

Р9 — параметрлерді жаңғыртушылар.

С тобы. Сигнал пішіні мен спектрін бақылауға, өлшеуге және зерттеуге арналған аспаптар:

С1 — әмбебап осциллографтар;

С2 — амплитудалық модульдеудің коэффициентін өлшеуіштер (модулометрлер);

С3 — жиілік девиациясын өлшеуіштер (девиометрлер);

С4 — спектр талдауыштар;

С6 — сызықтық емес бұрмалашылықтарды өлшеуіштер;

С7 — жылдам осциллографтар, стробоскопиялық;

С8 — жадтайтын осциллографтар;

С9 — арнайы осциллографтар.

У тобы. Өлшеу күшейткіштері:

У2 — іріктеуші күшейткіштер;

У3 — жоғары жиілікті күшейткіштер;

У4 — төмен жиілікті күшейткіштер;

У5 — тұрақты ток кернеуін күшейткіштер;

У7 — әмбебап күшейткіштер.

Ф тобы. Фазалардың әртүрлілігін және кешігудің топтық уақытын өлшеуге арналған аспаптар:

Ф1 — фазалардың әртүрлілігін және кешігудің топтық уақытын өлшеуге арналған құрылғылар (аспаптар);

Ф2 — фазалардың әртүрлілігін өлшеуіштер;

Ф3 — өлшеуіш фаза айналдырғыш;

Ф4 — кешігудің топтық уақытын өлшеуіштер.

Х тобы—Радиоқұрылғылардың сипаттамаларын бақылауға және зерттеуге арналған аспаптар:

X1 — амплитудалық-жиілік сипаттамаларын зерттеуге арналған аспаптар;

X2 — ауыспалы сипаттамалардың зерттеуге арналған аспаптар;

X3 — фаза жиілік сипаттамаларды зерттеуге арналған аспаптар;

X4 — амплитудалық сипаттамаларды зерттеуге арналған аспаптар

X5 — шуыл коэффициентін өлшеуіштер;

X6 — корреляциялық сипаттамаларды зерттеуге арналған аспаптар;

X8 — радиоқұрылғылар сипаттамаларын өлшеуіштерді тексеруге арналған құрылғылар (аспаптар).

Ц тобы. Мультиметрлер (тестерлер).

Ч тобы. Жиілікті өлшеуге арналған аспаптар:

Ч1 — жиілік пен уақыттың стандарттары;

Ч2 — резонанстық жиілік өлшеуіштер;

Ч3 — электрондық-есептік жиілік өлшеуіштер;

Ч4 — сигнал жиілігін жаңғыртушылар;

Ч5 — жиілік синтезаторлары (жиілікті бөлгіштер және көбейткіштер);

Ч6 — эталондық жиілік сигналдарын және уақыт сигналдарын қабылдағыштар;

Ч7 — жиілік, фазалық, уақытша компараторлар.

Ш тобы. Материалдардың электрлік және магниттік қасиеттерін өлшеуге арналған аспаптар:

Ш1 — төменгі жиіліктегі материалдардың электрлік және магниттік қасиеттерін өлшеуіштер;

Ш2 — жоғары жиіліктегі материалдардың электрлік және магниттік қасиеттерін өлшеуіштер.

Э тобы. Коаксиальді және толқын жолды тракттарды өлшеуіш құрылғылар:

Э1 — трансформаторлар;

Э2 — ауысулар, байланыстырғыштар;

Э3 — ажыратып-қосқыштар;

Э4 — модуляторлар;

Э5 — тармақтағыштар;

Э5 — тармақтағыштар;

Э5 — толық кернеу датчиктері;

Э6 — шұралар;

Э6 — циркуляторлар;

Э7 — детекторлық бастар;

Э7 — араластырғыш бастар;

Э8 — фильтрлер;

Э9 — жүктемелер.

Я тобы. Радиоөлшеу аспаптарының блоктары:

Я2 — элемент параметрлерін, таратылған тұрақтылары бар тракттарды өлшеуіш блоктар және қуатты өлшеуге арналған аспаптардың блоктары;

Я3 — жиілікті, уақытты өлшеуге арналған аспаптардың блоктары және фазалардың әртүрлілігін және кешігудің топтық уақытын өлшеуіштердің блоктары;

Я4 — сигнал пішіні мен спектрін бақылауға, өлшеуге және зерттеуге арналған аспаптардың блоктары;

Я5 — радиоқұрылғылар сипаттамаларын өлшеуіштердің блоктары және импульстық өлшеулерге арналған аспаптардың блоктары;

Я6 — өріс пен радиокедергілердің кернеуін өлшеуге арналған аспаптардың блоктары және өлшеуіш күшейткіштердің блоктары;

Я7 — өлшеуіш генераторлардың және босатуды өлшеуге арналған аспаптардың блоктары;

Я8 — қуаттау көздерінің блоктары;

Я9 — өлшеуіш жаңғыртушылардың блоктары, өлшеу нәтижелерін индикациялауға арналған блоктар және коммутация блоктары.

1. *Дворяшин Б. Б.* Основы метрологии и радиоизмерения / Б. В. Дворяшин. — М. : Радио и связь, 1993.
2. *Девбета Л. И.* Основы теоретической метрологии / Л.И.Девбета, В.В.Лячнев, Т.Н.Сирая ; ред. В.В.Лячнев. — СПб. : СПб ТЭТУ «ЛЭТИ» баспасы, 1999.
3. Измерения в электронике : справочник / [В.А.Кузнецов, В.А.Долгов, В.М.Коневских и др.] ; ред. В. А. Кузнецов. — М. : Энергоатом- баспасы, 1987.
4. Информационно-измерительная техника и технологии / [В. И. Калашников, С. В. Нефедов, А. Б. Путилин и др.] ; ред. Г.Г.Раннев. — М. : Высш. шк., 2002.
5. *Класен К. Б.* Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике / К.Б.Класен. — М. : Постмаркет, 2000.
6. Метрология и радиоизмерения / [В. И.Нефедов, В.И.Хахин, В. К. Битюков и др.] ; ред. В. И. Нефедов. — М. : Высш. шк., 2003.
7. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах / [В. И. Нефедов, В.И.Хахин, Е.В. Федорова и др.] ; ред. В.И.Нефедов. — М. : Высш. шк., 2001.
8. *Мирский Г.Я.* Электронные измерения / Г.Я. Мирский. — М. : Радио и связь, 1986.
9. *Нефедов А. Б.* Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги : справочник в 12 т. / А. В.Нефедов. — М. : РадиоСофт, 2001.
10. *Нефедов Б. И.* Основы радиоэлектроники и связи / В. И. Нефедов. — М. : Высш. шк., 2002.
11. *Петухов Б. М.* Транзисторы и их зарубежные аналоги : 3 т. / В.М. Петухов. — М. : РадиоСофт, 2001.
12. *Рабинович С. Г.* Погрешности измерений / С. Г. Рабинович. — Л. : Энергия, 1978.
13. *Рего К.Г.* Метрологическая обработка результатов технических измерений / К. Г. Рего. — Киев : Техника, 1987.
14. *Сергеев А. Г.* Метрология / А.Г.Сергеев, В. В.Крохин. — М. : Логос, 2000.
15. *Тартаковский Д. Ф.* Метрология, стандартизация и технические средства измерений / Д. Ф.Тартаковский, А. С.Ястребов. — М. : Высш. шк., 2002.
16. *Харт Х.* Введение в измерительную технику / Х.Харт. — М. : Мир, 1999.
17. *Хрулев А. К.* Диоды и их зарубежные аналоги : справочник в 3 т. / А.К.Хрулев, В.П.Черепанов. — М. : РадиоСофт, 1998.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	3
Шартты белгілер.....	5
1 тарау. Метрология бойынша негізгі мәліметтер.....	7
2 тарау. Өлшеу қателіктері.....	12
2.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	12
2.2. Есептерді шешу мысалдары	16
2.3. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	21
3 тарау. Электромеханикалық аспаптар	34
3.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	34
3.2. Аспаптың беткі жағына жазылатын белгілер мен символдар.....	36
3.3. Аспаптардың салыстырмалы талдауы.....	37
3.4. Өлшеу қателігін бағалау	38
3.5. Өлшенетін параметрдің мәнін анықтау	38
3.6. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	38
4 тарау. Мультиметрлер.....	43
4.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	43
4.2. Есептерді шешу мысалдары	44
4.3. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	49
5 тарау. Электрондық вольтметрлер	61
5.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	61
5.2. Есептерді шешу мысалдары	63
5.3. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	66
6 тарау. Өлшеуіш генераторлар	73
6.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	73
6.2. Есептерді шешу мысалдары	77
6.3. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	81
7 тарау. Электрондық осциллографтар.....	97
7.1. Қысқаша теориялық мәліметтер	97
7.2. Сигнал параметрлерін өлшеу әдістемесі.....	98
7.3. Есептерді шешу мысалдары.....	103
7.4. Өздігімен шешуге арналған есептер	105

8 тарау. Электровакуумдық және жартылай өткізгіш аспаптардың параметрлерін өлшеуіштер	122
8.1. Қысқаша теориялық мәліметтер.....	122
8.2. Есептерді шешу мысалдары.....	124
8.3. Өздігімен шешуге арналған есептер.....	126
Өздігімен шешуге арналған есептердің жауаптары	129
2 тарау	129
3 тарау	131
4 тарау	133
5 тарау	135
6 тарау	136
7 тарау	143
8 тарау	156
1 қосымша. Электроникада қолданылатын Халықаралық бірліктер жүйесіндегі (БЖ) негізгі электрлік өлшем бірліктері.....	159
2 қосымша. Өлшеудің еселік (бөлшектік) және негізгі бірліктері арасындағы қатынас.....	160
3 қосымша. Электромеханикалық аспаптар жүйесінің шартты белгілері.....	161
4 қосымша. Электромеханикалық аспаптардың шкаласына енгізілетін шартты белгілер	162
5 қосымша. Радиоөлшеу аспаптарының топтамалық классификациясы	163
Әдебиеттер тізімі	168

Оқу басылымы

**Хрусталева Зоя Абдулвагаповна,
Парфенов Сергей Викторович**

**Электрлік және электрондық өлшеулер есептер,сұрақтар
мен жаттығуларда**

Оқу құралы

4-басылым, стереотипті

Редактор *Асанов С*
Техникалық редактор *О. Н. Крайнова*
Компьютерлік беттеу: *Р.Ю. Волкова*
Корректор *И. В. Могилевец*

Баспа № 104112249. 20.01.2016 ж. басуға қол қойылды. Формат 60 x90/16. Гарнитура «Таймс». Офсеттік басылым. Офсеттік қағаз № 1. Шарт. баспа парағы 11,0.Тираж 300 дана. Тапсырыс № «Издательский центр «Академия» АБҚ, www.academia-moscow.ru129085, Мәскеу қ., Мир даңғылы, 101В, 1-күр. Тел. 8(495)648-05-07, факс 8(495)616-00-29. Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. AE51. H16679 25.05.2015.

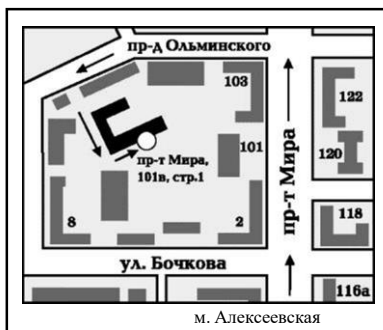
Басылды: «Т8 Издательские Технологии» ААҚ.
109316, Мәскеу, Волгоград даңғылы,42 үй, 5-корпус.
Тел.: (495) 221-89-80.

ACADEMA

«Академия» баспа орталығы

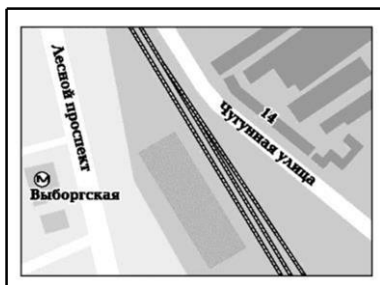
*Кәсіби білім беруге
арналған әдебиет*

Біздің кітаптарды (бөлшек және көтерме) мына жерлерден алуға болады

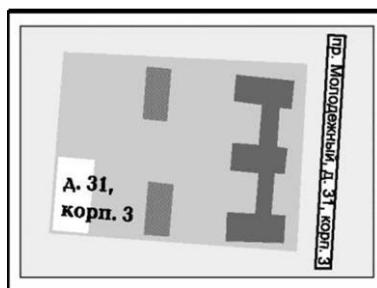


Мәскеу
129085, Мәскеу, Бейбітшілік даңғылы,
101в үй, 1 құр.
(Алексеевская ш.а.)
Тел.: (495) 648-0507, факс: (495) 616-
0029
E-mail: sale@academia-moscow.ru

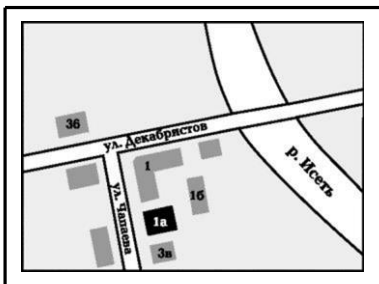
Филиалдар:



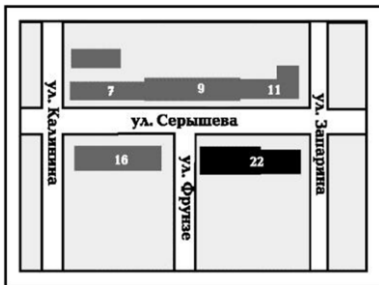
Солтүстік-Батыс 194044, Санкт-
Петербург, Чугунная к-сі., 14
үй, 319 кеңсе. Тел.факс: (812)
244-9253 E-mail:
spboffice@acadizdat.ru



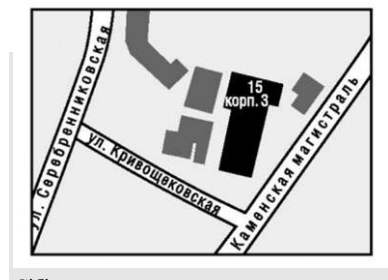
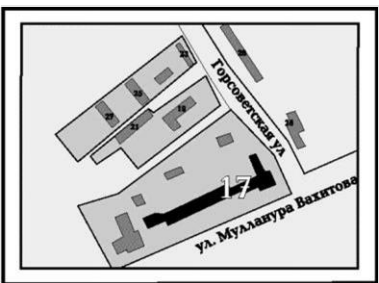
Еділ бойы
603101, Нижний Новгород,
Молодежный даңғ., 31 үй,3
корп. Тел.факс: (831) 259-
7431, 259-7432, 259-7433 E-
mail: pf-academia@bk.ru



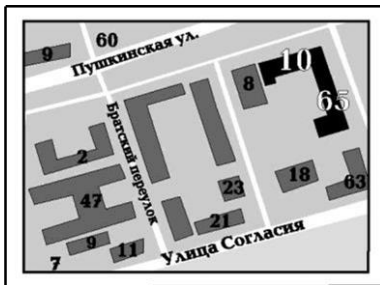
Орал
620142, Екатеринбург, Чапаев к-сі.,
1а үй, 12а кеңсе
Тел./факс: (343) 257-1006, 257-
3473 E-mail: academia-ural@mail.ru



Алышшыгыс
680038, Хабаровск, Серышев к-сі.,
22 үй, 519, 520, 523 кеңсе
Тел./факс: (4212) 56-8810 E-mail:
filialdv-academia@yandex.iu



Сібір
630007, Новосибирск,
Кривошеёвский к-сі., 15 үй,
3корп., Тел./факс: (383) 362-2145,
362-2146 E-mail:
academia_sibir@mail.ru



Оңтүстік
344082, Ростов-на-Дону,
Пушкинская к-сі., 10/65 үй;
Тел./факс: (863) 203-5512, 269-5365
E-mail: academia-UG@mail.ru

Өкілдіктер:

Татарстан Республикасында
420034, Казань, Горсоветская к-сі.,
17/1 үй, 36 кеңсе. Тел./факс: (843)
562-1045 E-mail: academia-kazan@mail.ru

Қазақстан Республикасында
Алматы, Абай даңғылы, 26А үй, 209
кеңсе. Моб.тел. (701)014-3775
Тел.: (727)250-0316 E-mail:
academia_kazakhstan@mail.ru
Дағыстан Республикасында
Тел.: 8-928-982-9248



Сіздердің назарларыңызға мына кітаптарды ұсынамыз:

В.А. ПАНФИЛОВ

ЭЛЕКТРЛІК ӨЛШЕУЛЕР

Көлемі 288 б.

Оқулықта метрология мен электрлік өлшеулер туралы негізгі түсінік берілген. Электрлік және электрлік емес шамаларды өлшеудің негізгі әдістері мен құралдары қарастырылған. Өлшеуіш аспаптар мен түрлендіргіштердің құрылысы, әрекет ету принциптері, қолданылу ерекшеліктері туралы деректер келтірілген.

Оқулық кәсіби орта білім берудің федералдық мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес жасалған және оны «Энергетика, энергетикалық аспап жасау және электротехника» мамандығының топтары үшін кәсіби модульді меңгерту кезінде қолдануға болады.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

П.А.УШАКОВ

ЭЛЕКТРЛІК БАЙЛАНЫСТЫҢ ТІЗБЕКТЕРІ МЕН СИГНАЛДАРЫ

Көлемі 352 б.

Оқулықта электрлік байланыстың принциптері баяндалған, электрлік радиосигналдардың қасиеттері сипатталған, шоғырланған және үлестірілген параметрлері бар сызықтық тізбектердегі физикалық процестер туралы негізгі түсінік берілген. Сызықтық емес және параметрлік тізбектерде сигналдардың түрлену принциптері қарастырылған, электрлік байланыс аңрансына кіретін негізгі функционалдық құрылғыларды есептеу әдістемесі мен мысалдар келтірілген. Баяндау Multisim сұлба техникалық модельдеу бағдарламасының көмегімен орындалған компьютерлік модельдеу нәтижелері пайдаланылып жүргізіледі.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

В.Ю.ШИШМАРЁВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР

Көлемі 304 б.

Оқулықта физикалық шамалар, олардың бірліктері, эталондары, бірліктер жүйесі туралы негізгі түсінік берілген. Электротехникалық өлшеу әдістері мен өлшеуіш құралдардың классификациясы ұсынылған. Өлшеу мен өлшеуіш аспаптардың метрологиялық көрсеткіштері мен қателіктері қарастырылған. Сұлбалар көрсетіліп, электрлік өлшеуіш аспаптардың механизмдері мен өлшеу тізбектерінің жұмыс істеу принциптері қарастырылған. Тоқ, кернеу, қуат, электрлік тізбектер мен компоненттердің параметрлерін, жинақталған параметрлері бар электрондық тізбектерді, жартылай өткізгіш аспаптар мен интегралдық микросұлбаларды, амплитудалық-жиілік сиптамаларды өлшеуге арналған типтік электроөлшеуіш аспаптардың жұмыс істеу принциптері мен құрылымдық сұлбалары қарастырылған. Стандартты өлшеу сигналдарын қалыптастыруға арналған аспаптар мен үлгілік өлшеуіш аппаратура ұсынылған. Өлшеуді автоматтандыру мәселелері қарастырылды.

Оқулық КОБ ФМБС талаптарына сәйкес «Технологиялық процестер мен өндірістерді (сала бойынша) автоматтандыру», «Компьютерлік жүйелер мен кешендер» мамандықтары бойынша «Электротехникалық өлшеулер» жалпы білім беретін пәнін меңгертуде қолданыла алады.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

В.Ю.ШИШМАРЁВ

ЭЛЕКТРОРАДИО ӨЛШЕУ: ПРАКТИКУМ

Көлемі 240 б.

Оқу құралында «Электрорадиоөлшеу» пәнін оқытуда ұсынылатын зертханалық және тәжірибелік жұмыстар қарастырылған. Әр жұмыс үшін қысқаша теориялық мәліметтер, сұлбалар және зертханалық құрылғылардың сипаттамасы, жұмысты жүргізу және тәжірибелік есептерді орындау әдістемесі, бақылау сұрақтары келтірілген.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

А.С.ЯСТРЕБОВ, М. Ю. ВОЛОКОБИНСКИЙ, А. С. СОТЕНКО
МАТЕРИАЛТАНУ, ЭЛЕКТРОРАДИОМАТЕРИАЛДАР
ЖӘНЕ РАДИОКОМПОНЕНТТЕР
Көлемі 160 б.

Оқулықта материалтанудың физика-химиялық негіздері баяндалған. Материалдардың құрымы мен қасиеттері сипатталған. Материалдардың параметрлері мен қасиеттерін өлшеу әдістері қарастырылған. Өткізгіш, жартылай өткізгіш, диэлектрлік және магниттік материалдардың сипаттамасы берілген, олардың қасиеттері мен радиоэлектрлік аппаратурада қолдану ерекшеліктері көрсетілген. Құрылымдық, электротехникалық және радиотехникалық материалдардың пайдаланушылық қасиеттері қаралған.

Оқулық КОБ ФМБС талаптарына сәйкес «Радиоаппараттық құрылым» мамандығы бойынша 0.7 «Материалтану, электрорадиоматериалдар және радиокомпоненттер» ББ жалпы кәсіби пәнін оқытуда қолданыла алады.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

А. Н. ИВАНОВ, И. О. МАРТЫНОВА
ЭЛЕКТРОНИКА ЖӘНЕ МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ
ТЕХНИКА
Көлемі 288 б.

Оқулыққа электротехникалық пәндерді оқытуда қолданылатын материал енгізілген. Электрондық техника, электрондық күшейткіштер, импульстық және автогенераторлық құрылғылардың қарапайым базасы туралы мәлімет келтірілген. Екінші реттік электрлік қуаттау көздері, электрондық өлшеуіш аспаптар және электрондық компоненттер мен электрлік сұлбалардың параметрлерін тексеру әдістері тізілген. Цифрлық сұлбалық техника және микропроцессорлық техника элементтері қаралған. Multisim бағдарламасының көмегімен электрлік сұлбаларды компьютерлік модельдеу бойынша материал қамтылған.

Кәсіби орта білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.