

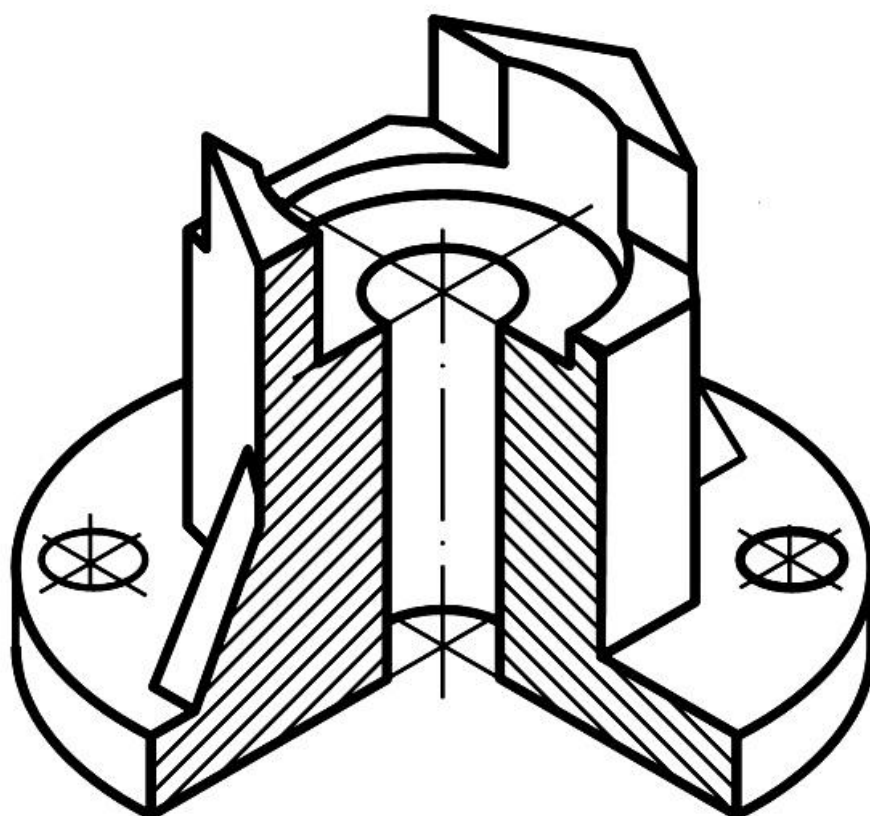
O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta maxsus ta`lim vazirligi

Al-Xorazmiy nomli Urganch davlat universiteti

E.I.Ro`ziyev

Aksonometrik proyeksiyalar

(oliy ta`lim muassasalari talabalari uchun
o`quv-metodik qo`llanma)



Toshkent -2014

Qo`llanma Urganch davlat universiteti Ilmiy-metodik kengashining 17 dekabr 2014 yildagi yig`ilishi qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

Aksonometrik proyeksiyalar

(oliy ta'lim muassasalari talabalari uchun
o`quv-metodik qo`llanma)

Tuzuvchi:

Ro`ziyev Erkin Iskandarovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Taqrizchilar:

Ashirboev A.O. – Nizomiy nomidagi TDPU “Chizmachilik va
uni o‘qitish metodikasi” kafedrası dotsenti;

latipov R.A. – UrDU “Tasviriy san’at va muhandislik
grafikasi” kafedrası mudiri

© E.I.Ro`ziyev. Aksonometrik proyeksiyalar. Al-Xorazmiy nomli
Urganch davlat universiteti, 2014 yil.

MUNDARIJA

Kirish.....	4
1 qism. Nazariy ma'lumotlar	
1.1. Aksonometrik proyeksiyalar haqida umumiy ma'lumotlar.....	6
1.1.1. Asosiy tushuncha va ta'riflar.....	6
1.1.2. Aksonometrik o`qlar va ular bo`yicha o`zgarish koeffisientlari. Aksonometriya turlari.....	8
1.2. Aksonometriyaning asosiy teoremasi.....	9
1.3. Ortogonal aksonometrik proyeksiyalar.....	12
1.3.1. Ortogonal aksonometriyalarning asosiy xossalari.....	12
1.3.2. Aylananing ortogonal aksonometriyasi.....	14
1.4. Standart aksonometrik proyeksiyalar.....	15
1.4.1. Ortogonal izometriya.....	16
1.4.2. Ortogonal dimetriya.....	18
1.4.3. Qiyshiq burchakli frontal dimetriya.....	20
1.5. Standart aksonometrik proyeksiyalarni qurish.....	22
2 qism. Metodik tavsiyalar va grafik topshiriqlar	
2.1. Turli xil shakl va predmetlarning aksonometrik proyeksiyalarini bajarishga doir metodik tavsiyalar.....	27
2.2. Aksonometriyada yassi shakllarning proyeksiyalari va ularning aksonometrik tasvirlari.....	29
2.3. Egri chiziqlarning aksonometrik proyeksiyalarini qurish.....	35
2.4. Aksonometriya turini tanlash va uni qurish ketma-ketligi.....	36
2.5. Buyum aksonometrik proyeksiyasini qurish ketma-ketligi.....	46
2.6. Aksonometriyada o`lcham qo`yish.....	51
2.7. Turli shakl va predmetlarning aksonometriyalari va ularni bajarish bosqichlariga misollar.....	52
2.8. Grafik ishlarni bajarish bo`yicha umumiy metodik ko`rsatmalar.....	57
2.9. Individual grafik topshiriqlar variantlari.....	64
Adabiyotlar.....	108

KIRISH

Aksonometrik chizmalar o`zining yaqqolliigi bilan e'tiborga loyiq, lekin ularni qurish nisbatan ko`p mehnat va vaqt talab qiladi. Shuning uchun ham hozirgi davrdagi kompyuter texnikasi taraqqiyotini hisobga olib, boshqa chizmalarni bajarish kabi aksonometrik proeksiyalarni ham kompyuter grafikasi vositalari yordamida bajarish tavsiya etiladi. Ammo, texnikadan savodli foydalanish uchun aksonometrik proeksiyalarning xossalari, parametrlari va uni qurish geometriyasini bilish talab qilinadi.

Ushbu qo'llanmadagi nazariy ma'lumotlarni o`rganib, individual grafik topshiriqlarni bajarish orqali talabalarni tasvir bajarish ko`nikmalarini rivojlantirish, chizma standartlarining mavzuga tegishli qismlari bilan kengroq tanishtirish ko`zda tutilgan.

Aksonometrik chizmalarning hosil bo`lishi va xossalarining nazariy asoslari chizma geometriya kursida o`rganiladi. Bunda aksonometriya o`qlari, ya'ni aksonometrik proyeksiyaning turi va shu o`qlar bo`yicha o`zgarish koeffisientlarining ko`rsatkichlari ixtiyoriy tanlanishi mumkinligi asoslab beriladi. Ammo, ob'ekt tasvirining shakli va ushbu tasvir yaqqolliigi aksonometriya o`qlari vaziyati va ulardagi o`zgarish koeffisientlarining tanlab olingan kattaliklariga bog`liq bo`ladi. Shuning uchun qator tadqiqotlar o`tkazilib, ularning natijalari "Aksonometrik proyeksiyalar" (DST 2.317-69) standartlarida chizma bajarish qoidalari sifatida qabul qilingan. Standartlarda aksonometrik chizmalarning aniq parametrlari taklif qilingan bo`lib, har qanday tipdagi ob'ekt tasvirlarini ulardan foydalanib bajarish mumkin. Standart proyeksiyalardan foydalanish muhandis va konstruktor mehnatini sezilarli ravishda osonlashtiradi.

Umumta'lim maktablari va kasb-hunar kollejlarning chizmachilik va muhandislik grafikasi fani o`qituvchilari aksonometrik proyeksiyalar bo`yicha nazariy ma'lumotlarni va aksonometriya bajarish usullarini puxta egallagan bo`lishligi talab qilinadi. Ayniqsa kasb-hunar kollejlari grafika fanlari o`qituvchilarining muhandislik grafikasi fanidan bilimlariga qo`yiladigan talablarning yuqori bo`lishini e'tiborga olib ushbu qo'llanmani tuzishda nazariy va metodik ma'lumotlarni kengroq yoritishga harakat qilindi. Aksonometriya turlari, turli shakl va ob'ektlarning aksonometriyalarini bajarish va unda aksonometriya turini to`g`ri tanlash kabi ma'lumotlar birmuncha batafsil ochib berishga harakat qilindi.

Talabalar bajaradigan individual grafik topshiriqlar yetti xil yo`nalishda tuzilgan. Bu topshiriqlardan qaysilarini mavzuni o`rganish jarayonida (chizma geometriya kursida), qaysilaridan muhandislik grafikasi (chizmachilik) darslarida foydalanishni mutaxassislik kafedrasida yig`ilishida muhokama qilib, hal etiladi.

Qo`llanmada nazariy ma`lumotlar va grafik topshiriqlar namunaviy fan dasturiga mos holda keltirilgan. Aksonometriya bo`yicha nazariy ma`lumotlar chizma geometriya kursiga tegishli bo`lganligi uchun 1-grafik topshiriq talabalarning geometrik sirtlarni tekislik bilan kesishish chiziqlarini qurish malakalarini rivojlantirishga yo`naltirilgan. Topshiriqlar shuningdek geometrik jismlarning aksonometriyalarini qurish, detallarning aksonometriyalari va ko`rinish va aksonometriyalarda qirqim bajarish vazifalarini ham o`z ichiga olgan. Topshiriq mazmunlarining bunday shaklda tuzilishi ulardan chizma geometriyada aksonometriyaning nazariy ma`lumotlarini o`rganib, amaliy grafik ish bajarish, shuningdek, chizmachilik kursida aksonometrik proeksiyalar, qirqimlar va ko`rinishlarni o`rganishda ham ushbu qo`llanmadan foydalanish imkonini beradi.

Qo`llanmani tayyorlashda amaldagi darslik va o`quv qo`llanmalarda kam e'tibor qaratilgan aksonometriya qurish usullari, tasvirlanayotgan ob'ekt shakliga qarab aksonometriya turini tanlash, aksonometriya qurishning qulay usullari va aksonometrik proeksiyalarning namunalari kabi metodik xarakterdagi materiallarni kengroq yoritishga harakat qilindi.

Topshiriq turlarini tuzishda sodda va birmuncha murakkabroq individual grafik topshiriq turlaridan foydalanildi. Bu fan o`qituvchisiga bo`limni o`rganishga ajratilgan vaqt hamda mahalliy sharoitlarni hisobga olgan holda topshiriq turlarini tanlash imkonini yaratadi. Qo`llanmada keltirilgan yettita turdagi grafik topshiriqlardan amaliy mashg`ulotlarda foydalaniladigan turlari kafedra yig`ilishi qaroriga asosan belgilanadi.

Grafik ishlarning har biri 16 tadan 30 tagacha bo`lgan variantlarda tuzilgan. Bu har bir talabani individual variant bilan ta'minlash imkonini beradi.

1 qism. NAZARIY MA'LUMOTLAR

1.1. AKSONOMETRIK PROYEKSIYALAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

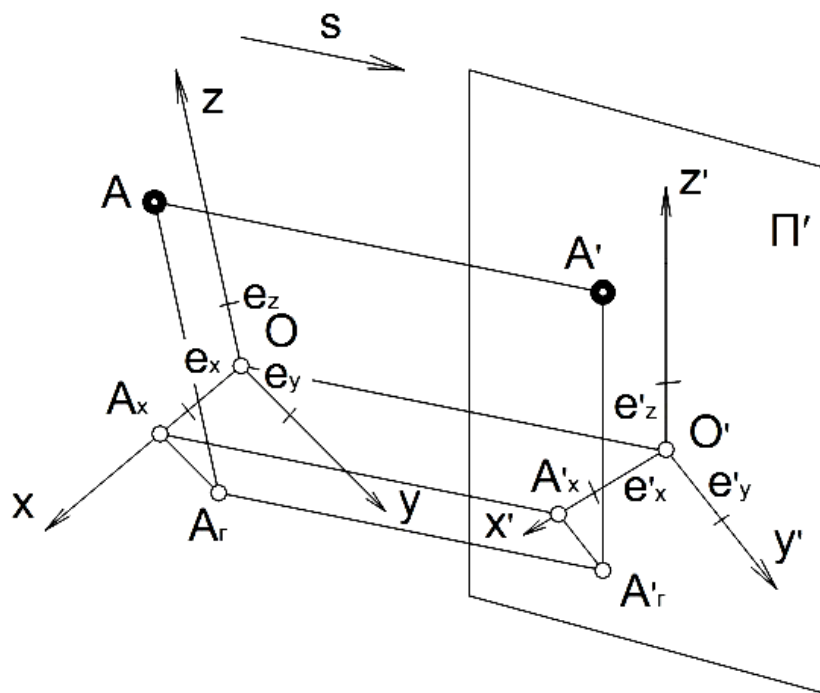
1.1.1. ASOSIY TUSHUNCHA VA TA'RIFLAR

Berilgan original (detal) ning texnik chizmalarini bajarishda kompleks chizmalar bilan birgalikda ko'p hollarda ularning qayta tiklanadigan yaqqol tasvirlari ham bajariladi. Aksonometrik proyeksiya, yoki aksonometriya predmetning bitta tekislikda yaqqol tasvirini hosil qilish imkonini beradi. *Aksonometriya* so'zi *o'qlar bo'yicha o'lchash* degan ma'noni bildiradi. Haqiqatan ham aksonometrik proyeksiyalarni qurish proyeksion chizmada koordinatalar usulini qo'llashdan iborat deb qarash mumkin. Bunda o'lchashlarni koordinata o'qlari bo'yicha bajarishga to'g'ri keladi. Ko'rilayotgan usulning nomlanishi shundan kelib chiqqan.

Aksonometrik proyeksiyalash usulining mohiyati shundan iborat-ki, bunda berilgan figurani uning fazodagi to'g'ri burchakli koordinatalar o'qlari bilan birgalikda aksonometrik proyeksiya sifatida qabul qilingan biror tekislikka parallel proyeksiyalanadi. Bu tekislik shuningdek *kartinalar tekisligi* deb ham ataladi. Fazoda koordinatalar o'qlari va aksonometrik proyeksiyalar tekisliklarining o'zaro turlicha joylashishi va shuningdek turlicha proyeksiyalash yo'nalishiga qarab bir-biridan aksonometrik proyeksiya o'qlarining yo'nalishlari va ulardagi masshtablari bilan farqlanadigan ko'plagan aksonometrik proyeksiyalarni hosil qilish mumkin.

Konstruktorlik hujjatlarida aksonometrik proyeksiyalar DST 2.317-69 bo'yicha standartlashtirilgan.

1-shaklda $Oxyz$ fazoviy (dekart) koordinatalar sistemasida joylashgan A nuqtaning Π' *kartinalar tekisligidagi* aksonometrik proyeksiyasini qurish tartibi ko'rsatilgan. Proyeksiyalash berilgan S yo'nalishga parallel olib boriladi. Bunda hosil bo'lgan proyeksiyalarning nomlanishlarini ko'rib chiqamiz.



1-shakl.

A nuqtaning Π' kartinalar tekisligidagi proyeksiyasi A nuqtaning **aksonometrik proyeksiyasi** (yoki aksonometriyasi) deyiladi va A' bilan belgilanadi.

Haqiqiy koordinata o`qlari x , y va z larning Π' kartinalar tekisligidagi proyeksiyalari aksonometriya o`qlari yoki **aksonometrik koordinatalar o`qlari** deb ataladi va x' , y' va z' harflari bilan belgilanadi. O' nuqta **koordinatalarning aksonometrik boshlanish nuqtasi** deb ataladi.

A_r (A nuqtaning gorizontaal proyeksiyasi) nuqtaning Π' kartinalar tekisligidagi proyeksiyasi A_r nuqtaning aksonometrik proyeksiyasi yoki **A nuqtaning ikkilamchi gorizontaal proyeksiyasi** deb ataladi va A'_r shaklida belgilanadi (A nuqtaning ikkilamchi frontal va profil proyeksiyalari ham shu tartibda hosil qilinadi).

A nuqtaning $Oxyz$ fazoviy koordinatalar sistemasidagi **koordinatalarining haqiqiy kattaliklari** mos o`qlardagi to`g`ri chiziq kesmalarining kattaliklari bilan aniqlanadi:

$$X_A=OA_X; Y_A=OA_Y; Z_A=OA_Z.$$

A nuqta koordinatalari haqiqiy kattaliklarining Π kartinalar tekisligidagi proyeksiyalari *A nuqtaning aksonometrik koordinatalari* deb ataladi va quyidagicha belgilanadi:

$$X'_A=O'A'_X; Y'_A=O'A'_Y; Z'_A=O'A'_Z.$$

Koordinatalarning haqiqiy kattaliklari sistemasi x, y va z o`qlarda o`zaro teng kesmalar $e_x=e_y=e_z=e$ larni o`lchab qo`yamiz. Ushbu kesmaning kattaligini birga teng deb qabul qilib, *haqiqiy kattalik masshtabi* deb ataymiz.

Haqiqiy kattalik masshtabining Π' kartinalar tekisligidagi x', y' va z' aksonometrik o`qlari bo`yicha proyeksiyalari *aksonometrik masshtablar* deb ataladi va mos ravishda e_x, e_y va e_z ko`rinishida belgilanadi

1.1.2. AKSONOMETRIK O`QLAR VA ULAR BO`YICHA O`ZGARISH KOEFFISENTLARI. AKSONOMETRIYA TURLARI

Koordinatalarning haqiqiy kattaligi sistemasi Π' kartinalar tekisligiga nisbatan ixtiyoriy vaziyatlarda olinganida ayrim hollarda A nuqtaning koordinatalari ushbu tekislikda o`zgarib proyeksiyalanadi.

A' nuqta aksonometrik koordinatalarining A nuqtaning haqiqiy o`lchamlari koordinatalariga nisbati o`qlar bo`yicha *ko`rsatkichlar* yoki *o`zgarish koeffisientlari* deb ataladi. x o`qi bo`yicha o`zgarish koeffisientini u bilan, y o`qi bo`yicha – v va z o`qi bo`yicha o`zgarish koeffisientini w bilan belgilab, quyidagini yozishimiz mumkin:

$$u=X'_A/X_A; v=Y'_A/Y_A; w=Z'_A/Z_A \quad (1)$$

O`zgarish ko`rsatkichlarining kattaliklarini aksonometrik masshtabning haqiqiy kattalikka nisbati sifatida aniqlash ham mumkin:

$$u=e'_x/e_x; v=e'_y/e_y; w=e'_z/e_z$$

Amalda aksonometrik chizma qurish aksonometrik masshtablar bo`yicha emas, balki u, v va w o`zgarish koeffisientlari bo`yicha amalga oshiriladi. Masalan, A nuqtaning aksonometrik proyeksiyasini qurishda u haqiqiy o`lchamli koordinatalar sistemasida deb hisoblanib, uning *haqiqiy* koordinatalari aniqlanadi. O`qlar bo`yicha o`zgarish

koeffisientlari ko'rsatkichlarini bilgan holda (1) nisbatlardan foydalanib uning aksonometrik koordinatalarini topishimiz mumkin:

$$x'=ux; y'=vy; z'=wz$$

shundan keyin chizmada koordinatalarning aksonometrik o'qlari quriladi va hosil bo'lgan aksonometrik koordinatalar bo'yicha $O'x'y'z'$ aksonometrik koordinatalar sistemasida A' nuqtaning vaziyatini aniqlaymiz.

Proyeksiyalash yo'nalishining o'zgarishiga bog'liq holda aksonometrik proyeksiyalarni ikkita guruhga ajratishimiz mumkin:

➤ **To'g'ri burchakli** aksonometrik proyeksiyalar, kartinalar tekisligiga ortogonal proyeksiyalash yo'li bilan hosil qilinadi ($S \perp \Pi'$);

➤ **Qiyshiq burchakli** aksonometrik proyeksiyalar, proyeksiyalash yo'nalishi kartinalar tekisligiga o'tkir burchak ostida joylashgan vaziyatlarda hosil bo'ladi.

O'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlari nisbatlarining ko'rsatkichlariga bog'liq holda aksonometrik proyeksiyalar uchta guruhga bo'linadi:

✓ **izometriya** – o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlarining uchtasi ham o'zaro teng bo'lsa: $u=v=w$;

✓ **dimetriya** – o'zgarish koeffisientlarining ikkitasi o'zaro teng bo'lib, uchinchisidan farqlanadigan bo'lsa: $u=v \neq w$, yoki $v=w \neq u$, yoki $w=u \neq v$;

✓ **trimetriya** – o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlarining uchtasi ham turlicha bo'lsa: $u \neq v$, $v \neq w$, $w \neq u$.

1.2. AKSONOMETRIYANING ASOSIY TEOREMASI

Koordinatalar sistemasini Π' kartinalar tekisligiga nisbatan vaziyatini o'zgartirib, S proyeksiyalash yo'nalishini ixtiyoriy tanlab bitta original (detal) ning ko'plagan aksonometrik proyeksiyalarini hosil qilish mumkin. Hosil bo'lgan ushbu tasvirlar bir-biridan aksonometriya o'qlarining yo'nalishlari va shu o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlarining qiymatlari bo'yicha farqlanadi.

1851 yilda nemis geometr-olimi Karl Polke tomonidan quyidagi teorema isbotlangan: *tekislikdagi bir nuqtadan chiqqan har qanday*

uchta kesma fazoda bir-biriga perpendikulyar boʻlgan uchta oʻzaro teng kesmaning parallel proyeksiyalari deb qabul qilinishi mumkin.

Bunga asoslanib aksonometriya oʻqlarining yoʻnalishlarini va ular boʻyicha oʻzgarish koeffisientlarini ixtiyoriy tanlanishi mumkinligini qayd qilib oʻtishimiz mumkin.

1863 yilda geometr G.Shvarts ancha umumiyroq boʻlgan teoremani (Polke-Shvarts teoremasi) shakllantirdi. *Tekislikda chizilgan har qanday toʻla toʻrtburchakni oldin berilgan istalgan shakldagi tetraedrga oʻxshash tetraedrning parallel proyeksiyasi deb qarash mumkin.*

Ushbu teorema aksonometriya oʻqlari boʻyicha proyeksiyalash burchagi va oʻzgarish koeffisienti kattaligi orasidagi bogʻlanishni aniqlash imkonini berdi:

$$u^2+v^2+w^2=2+\operatorname{ctg} \varphi,$$

φ – proyeksiyalash yoʻnalishi S ning kartinalar tekisligi Π' ga nisbatan ogʻish burchagi.

Toʻgʻri burchakli aksonometrik proyeksiyalar uchun $\varphi=90^\circ$, $\operatorname{ctg} \varphi=0$ boʻlgani uchun $u^2+v^2+w^2=2$.

Ushbu formuladan foydalanib toʻgʻri burchakli izometrik va dimetrik proyeksiyalar uchun aksonometriya oʻqlari boʻyicha oʻzgarish koeffisientlari koʻrsatkichlarini aniqlash mumkin.

Izometriyada $u=v=w$ boʻlgani uchun

$$3u^2=2; u=\sqrt{2/3}\approx 0,82$$

Dimetriyada $u=v\neq w$ boʻlib, shu bilan birgalikda $w=0,5$ (yaʼni y oʻq boʻyicha oʻlchamlar ikki marta kichraytirib olinadi) ga teng qabul qilingan. Shuning uchun

$$2u^2+0,25u = 2; u = \sqrt{2,25} \approx 0,47$$

Shunday qilib, *toʻgʻri burchakli izometriyada oʻzgarish koeffisientlarining haqiqiy koʻrsatkichlari hamma oʻqlar boʻyicha $u=0,82$ ga teng.*

Toʻgʻri burchakli dimetriyada x va z oʻqlar boʻyicha oʻzgarish koeffisientlarining haqiqiy koʻrsatkichlari $u=w=0,94$ ga y oʻqi boʻyicha esa $v=0,47$ teng boʻladi.

Demak, agar x' , y' va z' aksonometriya oʻqlari sistemasi va shular boʻyicha oʻzgarish koeffisientlarining koʻrsatkichlari u v va w lar

berilgan bo`lsa har qanday original (detal) ning ortogonal proyeksiyasi bo`yicha uning tasvirini qurish mumkin.

Ixtiyoriy ko`rinishdagi aksonometriyani qurish misolini ko`rib chiqamiz.

1-misol. Kompleks chizmalari orqali berilgan AB kesmaning aksonometrik proyeksiyasi qurilsin (2-shakl, a).

AB kesmaning koordinatalar sistemasidagi “haqiqiy o`rnini” belgilash uchun shu kesmaning kompleks chizmasida koordinata o`qlarining proyeksiyalarini belgilab olamiz (2-shakl, b). A va B nuqtalarning koordinatalarini $e=1$ mm haqiqiy masshtab bo`yicha o`lchab, nuqtalarning quyidagi haqiqiy koordinatalarini olamiz:

$$x_A=30; y_A=10; z_A=35; x_B=15; y_B=30; z_B=12$$

Koordinatalarning aksonometrik sistemasini qurish uchun Polke teoremasiga asosan O nuqtada o`zaro kesishadigan ixtiyoriy yo`nalishlardagi uchta to`ri chiziqlar x' , y' va z' ni o`tkazamiz (2-shakl, c).

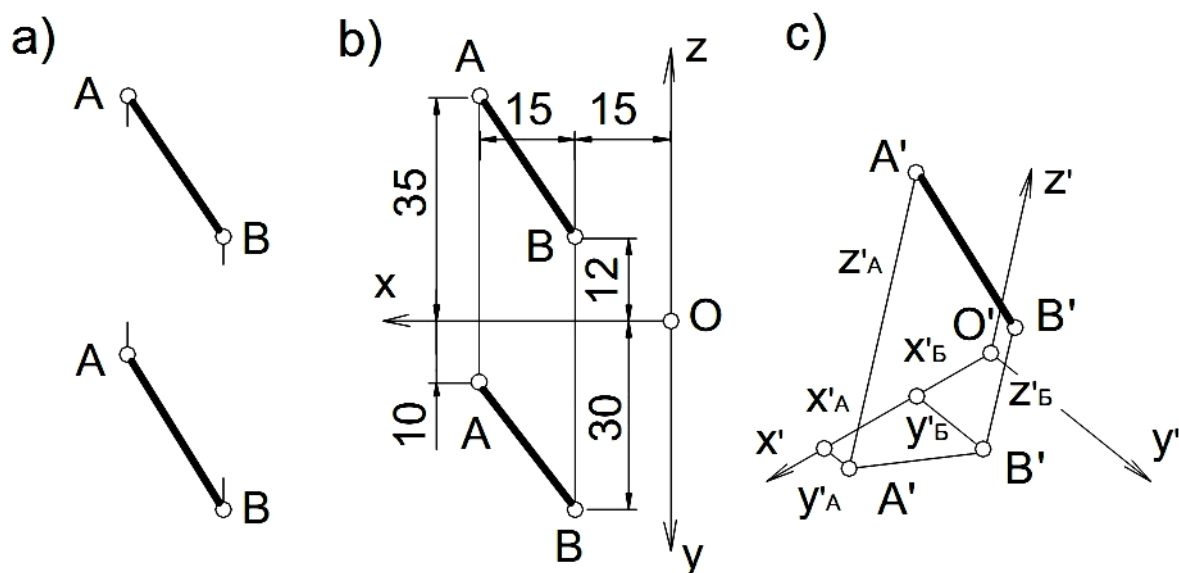
O`qlar bo`yicha o`zgarish koeffisientlarini tanlab olamiz. $u=1$; $v=0,5$ va $w=1,5$ bo`lsin. Ixtiyoriy ravishda faqat $u:v:w$ o`zgarish koeffisientlarining nisbatlarini berish mumkinligini ta`kidlab o`tishimiz zarur. Agar o`zgarish koeffisientlarining o`zlari oldindan berilgan bo`lsa, demak aksonometrik chizmaning o`zi ham shunga o`xshab qayta quriladi. Chizmani bu tartibda qayta o`zgartirishda uning yaqqolligiga putur etmaydi, chunki tasvirning shakli o`zgarmasdan uning faqat o`lchamlari o`zgaradi.

Endi (1) nisbat yordamida A va B nuqtalarning aksonometrik koordinatalarini aniqlaymiz:

$$x'_A=ux_A=1 \times 30=30; y'_A=vy_A=0,5 \times 10=5; z'_A=wz_A=1,5 \times 35=52,5;$$

$$x'_B=ux_B=1 \times 10=10; y'_B=vy_B=0,5 \times 30=15; z'_B=wz_B=1,5 \times 12=18$$

Aksonometriya o`qlari bo`ylab A nuqtaning aksonometrik koordinatalarini ketma-ket qo`yib borib A nuqtaning aksonometriyasini quramiz. B nuqtaning aksonometriyasi ham shunga o`xshash tartibda quriladi va shundan keyin A' va B' nuqtalar o`zaro tutashtiriladi (2-shakl, c).



2-shakl.

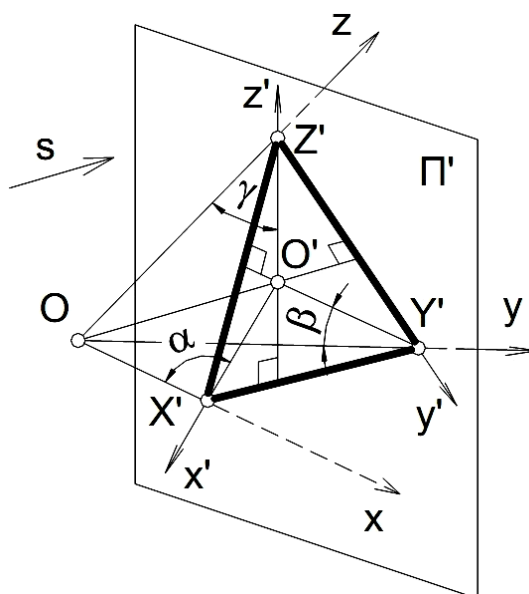
Hosil boʻlgan aksonometrik chizma faqat oʻxshashlik boʻyicha aniqlikda bajarilgan. Ammo uni oʻxshashlik koeffisientini bilmasdan turib ham qayta tuzish mumkin. Haqiqatan ham, oʻqlar boʻyicha oʻzgarish koeffisientlari koʻrsatkichlarining qiymati maʼlum boʻlsa, kesmaning A va B nuqtalarining aksonometrik koordinatalarini $e=1$ mm haqiqiy masshtabda oʻlchab qoʻyib (1) nisbatlar yordamida ushbu nuqtalarning haqiqiy koordinatalarini aniqlash mumkin va shu yoʻl bilan AB kesmani haqiqiy koordinatalar sistemasiga niyabatan qayta tuzish mumkin.

1.3. ORTOGONAL AKSONOMETRIK PROYEKSIYALAR

1.3.1. ORTOGONAL AKSONOMETRIYALARNING ASOSIY XOSSALARI

Konstruktorlik amaliyotida koʻpincha ortogonal (toʻgʻri burchakli) aksonometrik proyeksiyalardan foydalaniladi. Aksonometriyaning bu turi qiyshiq burchakli proyeksiyalarga nisbatan yaqqollik talablariga koʻproq javob beradi, chunki biz biror narsani koʻrib chiqishda odatda uni koʻzimiz qarshisiga keltirib koʻramiz. Bundan tashqari ortogonal aksonometrik proyeksiyalarda qiyshiq burchakli proyeksiyalarga nisbatan koʻproq soddalashtirishlarga erishiladi.

To'g'ri burchakli aksonometriyalarda barcha uchta koordinata o'qlari ham Π' kartinalar tekisligini kesib o'tadi (3-shakl).



3-shakl.

x, y va z koordinata o'qlarining Π' kartinalar tekisligi bilan kesishish nuqtalarini mos ravishda X', Y' va Z' bilan belgilaymiz. Π' tekislikning koordinatalar tekisliklarini kesib o'tishidan hosil bo'lgan $X'Y'Z'$ uchburchak **izlar uchburchagi** deb ataladi, chunki ushbu uchburchakning tomonlari koordinata tekisliklarining Π' tekislikdagi izlaridan iborat.

Ortogonal aksonometriyaning asosiy xossalarini ko'rib chiqamiz:

1. **$X'Y'Z'$ izlar uchburchagi har doim o'tkir burchakli bo'ladi.**

Bu xossa dekart koordinatalar sistemasining har qanday tekislik (koordinatalar tekisligi bilan ustma-ust tushmaydigan) bilan o'tkir burchakli uchburchak bo'yicha kesishishiga asoslanadi.

2. **Ortogonal aksonometriyada aksonometriya o'qlari izlar uchburchagining balandliklari bo'ladi.**

To'g'ri burchakni proyeksiyalash haqidagi teoremdan ushbu xossa to'g'riligi kelib chiqadi. Masalan, Oz o'q va Π' kartinalar tekisligida (bir vaqtning o'zida xOy koordinatalar tekisligida) yotgan $X'Y'$ kesmalar o'zaro perpendikulyardir. Shuning uchun ularning proyeksiyalari $O'z'$ va $X'Y'=XY$ lar ham o'zaro perpendikulyar bo'ladi.

3. Tekislikdagi bitta nuqtadan chiqqan uchta nurlar o'zaro o'tmas burchaklar hosil qilsagina ortogonal aksonometriyaning aksonometriya o'qlari bo'lishi mumkin.

Haqiqatan ham agar $O'X'$, $O'Y'$ va $O'Z'$ nurlar aksonometriya o'qlarining sistemasi bo'ladigan bo'lsa, yuqorida ko'rib chiqqanimiz 2 xossaga asosan o'tkir burchakli $X'Y'Z'$ uchburchakning balandliklari bo'ladi. Ma'lumki, O markazni X' , Y' va Z' uchlar tutashtiradigan balandlik kesmalari o'zaro juft holda o'tmas burchaklarni hosil qiladi.

4. Ortogonal aksonometriyadagi o'zgarish koeffisientlari haqiqiy o'qlarning Π' kartinalar tekisligiga og'ish burchagining kosinusiga teng bo'ladi.

Haqiqatan ham ortogonal aksonometriyada $OO' \perp \Pi'$ bo'ladi, demak $O'X'$ kesma OX' kesmaning ortogonal proyeksiyasi bo'ladi. Shuning uchun $u = OX'/OX = \cos \alpha$. Bu yerda α orqali x o'qning Π' tekislikka og'ish burchagi belgilangan. v va w o'zgarish ko'rsatkichlari ham shu tartibda aniqlanadi, demak:

$$u = \cos \alpha, v = \cos \beta, w = \cos \gamma \quad (2)$$

Demak, ortogonal aksonometriyada o'zgarish koeffisientlarining uchtasi ham kosinus qiymatlari doirasida bo'lgan 0 dan 1 gacha miqdor orasida chegaralangan.

1.3.2. AYLANANING ORTOGONAL AKSONOMETRIYASI

Aksonometrik proyeksiya qurishda ko'pincha kompleks chizmada berilgan aylanalarning ellips ko'rinishidagi proyeksiyalarini bajarishga to'g'ri keladi. Shuning uchun biror koordinatalar tekisligidagi (yoki unga parallel tekislikdagi) aylananing ortogonal proyeksiyasini qurishni ko'rib chiqamiz.

Buning uchun aylananing ortogonal proyeksiyadagi xossalaridan foydalanamiz. Biror koordinatalar tekisligida yotgan aylananing ortogonal proyeksiyasi bo'lgan ellipsning katta o'qi aylana diametri d ga teng va shu tekislikning sath chizig'iga parallel bo'ladi, kichik o'qi esa $d \cos \varphi$ ga teng va shu tekislikka perpendikulyar proyeksiyasiga parallel

bo`ladi.. Bu erda φ – aylana tekisligining proyeksiya tekisligiga og`ish burchagi.

Ushbu xossalar aylananing koordinata (yoki ularga parallel) tekisliklaridagi ortogonal aksonometriyasini qurish usullarini ko`rsatadi.

Haqiqatan ham aylana koordinata tekisliklaridan birida joylashgan bo`lsa, shu tekislikdan tashqarida yotgan koordinata o`qi uning tekisligiga perpendikulyar bo`ladi (5-shakl).

Shuning uchun *koordinata tekisliklaridan birida yotgan aylananing tasvirlanishi ellipsning kichik o`qi ushbu tekislikdan tashqarida yotgan haqiqiy o`qning aksonometrik proyeksiyasiga parallel, katta o`qi esa unga perpendikulyar bo`ladi.*

Ellips o`qining kattaligi $2a=d$; $2b=d \cos \varphi$ (3) nisbatlardan aniqlangani sababli ellips katta o`qi yo`nalishi bo`yicha o`zgarish koeffitsientining ko`rsatkichi birga teng, kichik o`q yo`nalishi bo`yicha esa aylana tekisligining proyeksiya tekisliklariga nisbatan og`ish burchagining kosinusiga teng bo`ladi.

3-shakldan ko`rinib turibdi-ki, xOy koordinatalar tekisligining Π' kartinalar tekisligiga og`ish burchagi $Z'O'O$ y burchak uchun qo`shimcha burchak hisoblanadi, chunki $Z'O'O$ uchburchakning O uchidagi burchak to`g`ri burchaklidir. Shuning uchun $Z'O'O$ burchakni φ_{xy} bilan belgilab, quyidagi ifoda hosil qilinadi:

$$\cos \varphi_{xy} = \sin y \text{ yoki } \cos \varphi_{xy} = \sqrt{1 - \cos^2 y} = \sqrt{1 - w^2}$$

Boshqa koordinata tekisliklari uchun ham kichik o`qlarning o`zgarish koeffitsientlarini shu tartibda aniqlash mumkin. Shunday qilib, xOy , xOz va yOz koordinata tekisliklaridagi aylananing ifodalaydigan ellipsning kichik o`qlarining o`zgarish ko`rsatkichlarini mos ravishda quyidagi ifodalar ko`rinishida yozishimiz mumkin:

$$\cos \varphi_{xy} = \sqrt{1 - w^2}; \cos \varphi_{xz} = \sqrt{1 - v^2}; \cos \varphi_{yz} = \sqrt{1 - u^2} \quad (4)$$

1.4. STANDART AKSONOMETRIK PROYEKSIYALAR

Polke teoremasi asosan bir-biridan o`qlarining yo`nalishi va shu o`qlardagi o`zgarish koeffitsientlari bilan farqlanadigan ko`plagan

aksonometrik tasvirlarni qurish mumkin. Lekin aksonometrik proyeksiyalarning hammasi ham yuqori darajadagi yaqqollikka ega bo`lmasdan ulardagi grafik qurishlar yetarlicha sodda emas. Shuning uchun muhandislik amaliyotida yaqqol tasvirlarning chizmalarini bajarishda aksonometrik proyeksiyalarning cheklangan sonidan foydalaniladi.

Amaliyotda foydalaniladigan aksonometrik chizmalarni bajarish uchun o`qlar orasidagi burchaklar va o`qlar bo`yicha o`zgarish ko`rsatkichlari davlat standartlari (DST 2.317-68) tomonidan aniq belgilab qo`yilgan. Bunda aksonometrik proyeksiyalarning beshta xususiy ko`rinishlari belgilangan:

1. to`g`ri burchakli izometriya;
2. to`g`ri burchakli dimetriya;
3. qiyshiq burchakli frontal izometriya;
4. qiyshiq burchakli gorizontal izometriya;
5. qiyshiq burchakli frontal dimetriya.

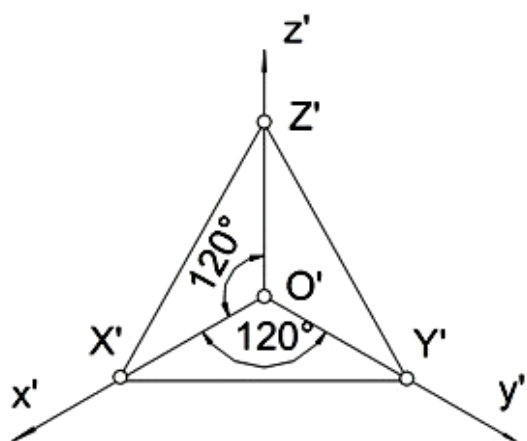
Ushbu ro`yxatdagi 1, 2 va 5 proyeksiyalardan amaliyotda boshqalariga nisbatan ko`proq foydalaniladi, shuning uchun ularni batafsilroq ko`rib chiqamiz.

1.4.1. ORTOGONAL IZOMETRIYA

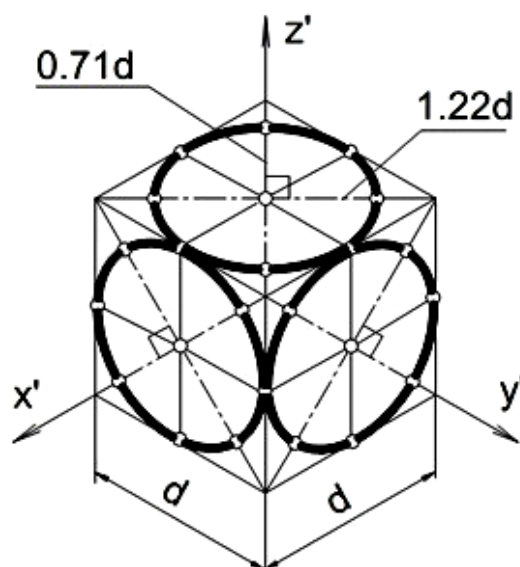
Izometriyada o`zgarish ko`rsatkichlari barcha o`qlar uchun ham bir xilda bo`ladi va $u=v=w$. Shuning uchun (2) ifodaga asosan:

$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma$, shuning uchun $\alpha = \beta = \gamma$. Demak, ortogonal izometriyada haqiqiy koordinata o`qlari kartinalar tekisligi Π' ga nisbatan bir xil qiyalikda joylashadi. Burchaklarning tengligidan $O'X' = O'Y' = O'Z'$ kesmalarning o`zaro tengligi kelib chiqadi (2-shaklga qarang), demak $X'Y'Z'$ uchburchak teng tomonli uchburchakdir.

Ma`lum-ki, teng tomonli uchburchakning balandliklari juft-juft bo`lib o`zaro 120° burchak ostida kesishadi (3-shakl).



3-shakl.



4-shakl.

Avval aniqlaganimizdek, ortogonal izometriya uchun **haqiqiy** o`zgarish ko`rsatkichlari $u=v=w\approx 0,82$ ga teng. Lekin amalda ortogonal izometriyalarning $U=V=W=1$ ga, ya'ni o`zgarish ko`rsatkichlari 1 ga tenglashtirilgan ko`rsatkichlaridan foydalaniladi.

Bu shuni bildiradi-ki, "keltirilgan" ortogonal izometriya o`xshash tasvirning $m=U/u=1/0,82\approx 1,22$ marta kattalashtirib tasvirlaydi. Boshqacha aytganda bunday tasvirning masshtabi $M=1,22:1$ ga teng bo`ladi.

Aksonometrik tasvirlarni qurishda ko`pincha koordinatalar tekisliklarida yoki unga parallel tekisliklarda joylashgan aylanalarning ellipslarini qurishga to`g`ri keladi. Koordinatalar yoki ularga parallel tekisliklarda yotgan ellipslar o`qlarining joylashishi yuqorida ko`rib chiqilgan edi. Endi ellips o`qlarining o`lchamlarini aniqlaymiz. Keltirilgan izometriyadagi ellipslarning o`qlari o`zgarish koeffisienti (3) va (4) ifodalar yordamida $m=1,22$ dan foydalanib oson aniqlanadi.

(3) ifodadan foydalanib koordinatalar yoki unga parallel tekisliklarda yotgan d diametrlil aylananani ifodalovchi 3 ta ellipsdan har birining katta diametri $1,22d$ ga tengligi aniqlanadi. Ushbu ellipslarning har birining kichik o`qi

$$md=\sqrt{(1-u^2)}=1,22d\sqrt{(1-2/3)}\approx 0,71d \text{ ga teng bo`ladi.}$$

Shu o'rinda ortogonal proyeksiyalarda ayrim figuralarning yaqqollik xossalvri yo`qolishini qayd qilib o`tish zarur. Jumladan, kvadrat, aniqrog`i vertikal kvadrat teshik (yoki kvadrat prizma) ning izometriyadagi tasviri nomuvoqiq chiqadi: bunda ikkita qirra va tomonlardan biri bitta chiziqda ustma-ust tushib qoladi. Shuning uchun kvadrat teshikli detallarning tasvirida ortogonal izometriyani qo`llamaslikni tavsiya qilamiz.

1.4.2. ORTOGONAL DIMETRIYA

Ortogonal izometriya *faqat bitta ko`rinishda* mavjud bo`lishi mumkin bo`lgan holda, ortogonal dimetriyani *cheksiz ko`p variantlarda* qurish mumkin. Eng sodda, keng tarqalgan va DST 2.317-69 tomonidan tasdiqlangan dimetriya $u=w$ va $v=u/2$ da hosil bo`ladi. Bundan ikkita haqiqiy koordinata o`qlari (x va y) Π' kartinalar tekisligiga bir xil qiyalikda joylashganligi, ya'ni $\alpha=y$ ma'lum bo`ladi.

Ushbu burchaklarning tengligidan $O'X'=O'Z'$ kesmalarining o`zaro tengligi kelib chiqadi (3-shaklga qarang). Bunda $X'Y'Z'$ uchburchakning izlari teng tomonli ($X'Y'$ va $Y'Z'$ tomonlar o`zaro teng) bo`ladi. Ortogonal proyeksiyalarda x va z o`qlardagi haqiqiy o`zgarish koeffisientlari $u=w=0,94$ va y o`qi bo`yicha $v=0,47$ ekanligini aniqlagan edik. ***Keltirilgan*** dimetriyada

$$U=W=1, V=0,5$$

Bu holda keltirish koeffisienti $m=U/u=1/0,94\approx 1,06$ ga teng bo`ladi. Bu "keltirilgan" ortogonal dimetriyada tasvirning 1,06 marta kattalashtirib tasvirlanishini bildiradi, ya'ni bunday aksonometrik tasvirning masshtabi $M=1,06:1$ bo`ladi.

Aksonometriya o`qlarining o`zaro joylashishini aniqlaymiz. $X'Y'Z'$ izlardan hosil bo`lgan uchburchak teng tomonli bo`lganligi uchun (5-shakl) uning balandligi AY' mediana, ya'ni $X'A=AZ'$ bo`ladi.

To`g`ri burchakli $O'AZ'$ dan:

$$\sin \delta = AZ'/O'Z' = X'Z'/2O'Z';$$

Ushbu nisbatning ikkala qismini ham haqiqiy koordinatalar o`qi z ning OZ' kesmasi orqali ifodalaymiz. Chunki teng tomonli uchburchak $X'O'Z'$ to`g`ri burchakli teng tomonli $X'OZ'$ uchburchakning proyeksiyasidir, ya`ni, $X'Z'=OZ'\sqrt{2}$. Bunda: $O'Z'=wOZ'$, lekin $w=(2\sqrt{2})/3$, shuning uchun $O'Z'=(2\sqrt{2})/3OZ'$.

Bundan $2O'Z'=(4\sqrt{2})/3OZ'$, demak $\sin \delta=(OZ'\sqrt{2})/[(4\sqrt{2})/3OZ']=3/4$

$\sin \delta$ ning aniqlangan qiymati bo`yicha x' va y' dimetriya o`qlarining uchburchak izlariga nisbatan qiyaligini, ya`ni - $\text{tg}\varepsilon$ va $\text{tg}\eta$ ni aniqlaymiz (5-shakl).

Ko`rinib turibdi-ki, $\text{tg}\varepsilon = \text{tg} (2\delta-90^\circ) = \text{ctg} 2\delta=[(\text{tg}^2\delta)^2 - 1]/2 \text{tg}\delta$

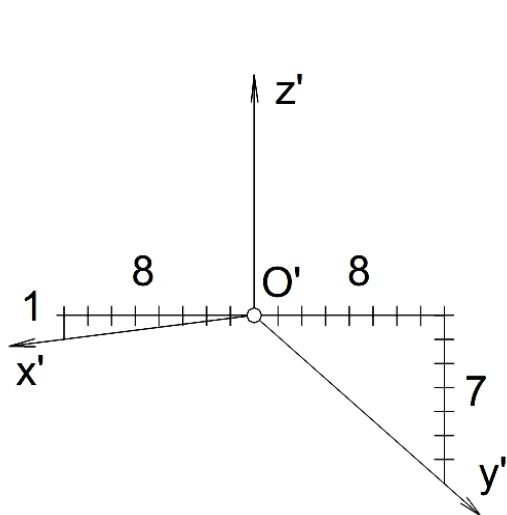
Lekin $\text{tg}\delta = \sin\delta / \sqrt{1-\sin^2\delta} = (3/4) / \sqrt{1-9/16} = 3/\sqrt{7}$,

Shuning uchun $\text{tg}\varepsilon = (9/7-1) / (6/\sqrt{7}) = 1 / (3\sqrt{7}) \approx 7/8$.

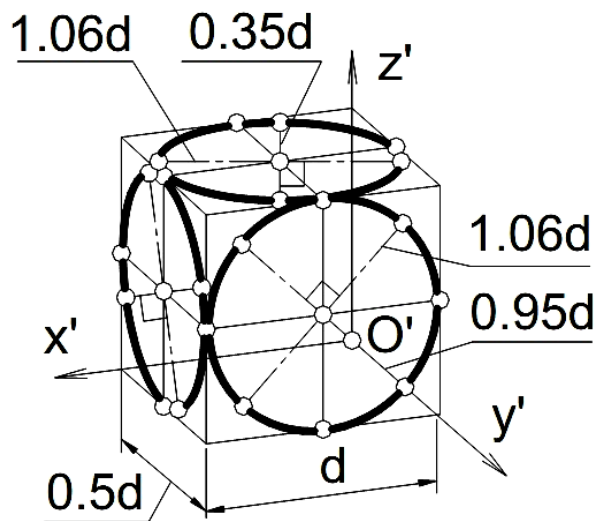
Shulardan kelib chiqqan holda ortogonal dimetriyada aksonometriya o`qlarini qurishning quyidagi usulini olamiz. Biror O' nuqtadan tanlangan vertikal o`q (hamma vaqt ham) z ga perpendikulyar bo`lgan yordamchi to`g`ri chiziq o`tkazamiz (5-shakl). Ushbu to`g`ri chiziqning O' dan ikki tarafda joylashgan qismlarida ham ixtiyoriy uzunlikdagi bir-biriga teng bo`lgan kesmadan *sakkiztadan* o`lchab qo`yamiz. Chap tarafdagi oxirgi nuqtadan vertikal pastga yo`naltirib bitta xuddi shunday kesmani o`lchab qo`yamiz, o`ng tarafdagi oxirgi nuqtadan esa shunday kesmalardan yettitasini pastga qarab o`lchab qo`yamiz. Yangi hosil bo`lgan nuqtalarni O' nuqta bilan tutashtirib x' va y' aksonometriya o`qlarining yo`nalishini hosil qilamiz.

Koordinata va ularga parallel bo`lgan tekisliklardagi aylanalarni tasvirlovchi ellips larni qurish quyidagi tartibda bajariladi.

Izometriyadagi kabi ellips larning kichik o`qlari o`qlarning aksonometrik proyeksiyalariga parallel, ellips larning katta o`qlari esa kichik o`qlarga perpendikulyar bo`ladi (6-shakl).



5-shakl.



6-shakl.

“Keltirilgan” dimetriyadagi har bir ellipsning katta o`qi $1,06d$ ga teng bo`ladi. ellipchlarning kichik o`qlarini aniqlash uchun ularning o`zgarish ko`rsatkichlarini hisoblab chiqish kerak bo`ladi. (3) ifodadagi ikkinchi nisbat va (4) ifodaga asoslanib va $m=1,06$ keltirish koeffisientini hisobga olib ikkita koordinata tekisliklari (xOy va xOz) uchun kichik o`qlarning quyidagi kattaliklarini hosil qilamiz:

$$md\sqrt{(1-w^2)} \text{ yoki } md\sqrt{(1-u^2)} = 1,06d\sqrt{(1-8/9)} \approx 0,35d.$$

xOz koordinatalar tekisliklari uchun kichik o`qning kattaligi quyidagiga teng bo`ladi:

$$md\sqrt{(1-v^2)} = 1,06d\sqrt{(1-2/9)} \approx 0,95d.$$

1.4.3. QIYSHIQ BURCHAKLI FRONTAL DIMETRIYA

Konstruktorlik amaliyotida ko`p hollarda parallel tekisliklarda yotgan ko`plagan aylanalarga ega bo`lgan detallarning aksonometriyalarini qurishga to`g`ri keladi. Bunday hollarda hech bo`lmaganda koordinata tekisliklaridan bittasida tasvir o`zgarishsiz bajariladigan aksonometriyaning qo`llanilishi ishni osonlashtiradi.

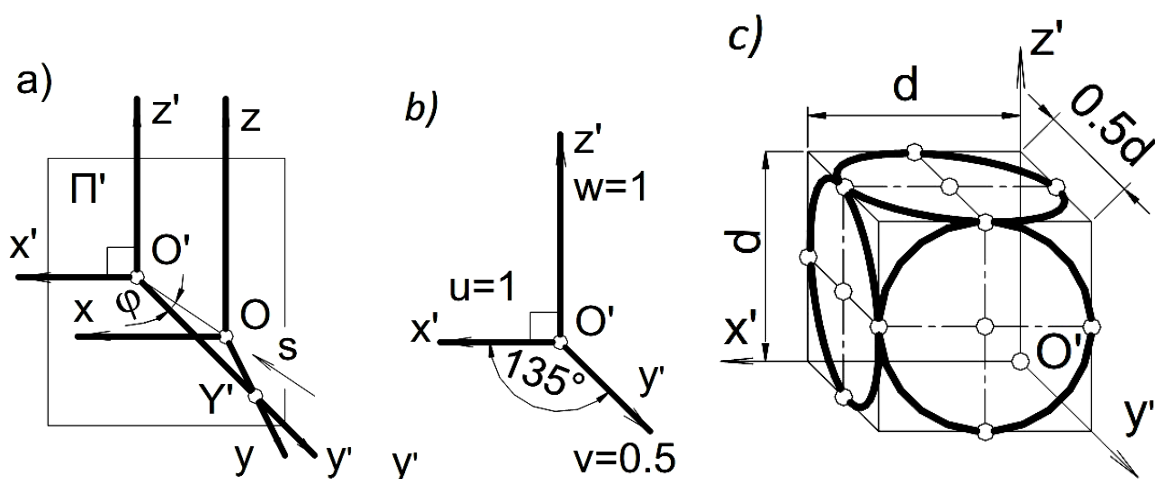
Bu shartning bajarilishi uchun koordinata tekisliklaridan biri kartinalar tekisligiga parallel joylashishi kerak bo`ladi. bunda ortogonal proyeksiyalashdan foydalanilsa, tanlangan koordinatalar tekisligiga perpendikulyar bo`lgan koordinata o`qi nuqta bo`lib tasvirlanadi va

tasvirning yaqqollik xususiyatlari yo`qoladi. Shu sababga ko`ra ham qiyshiq burchakli proyeksiyalashdan foydalanishga to`g`ri keladi.

Masalan, kartinalar tekisligi Π' ni xOz koordinatalar tekisligiga parallel joylashtirilsa, x' va z' aksonometriya o`qlari o`zaro perpendikulyar bo`ladi va shu o`qlar bo`yicha o`zgarish koeffisientlari birga teng bo`ladi: $u=w=1$ (7-shakl, a).

xOz tekislikdagi va unga parallel tekisliklarda yotgan figuralar aksonometrik tasvirlarda o`zgarmasdan tasvirlanadi va bu aksonometriya qurishni sezilarli ravishda osonlashtiradi.

y' o`q bo`yicha o`zgarish ko`rsatkichining kattaligi va shu aksonometriya o`qining yo`nalishi OO' proyeksiyalash yo`nalishiga bog`liq bo`ladi (7-shakl, a).



7-shakl.

Qiyshiq burchakli dimetriyaga quyidagi ifoda o`rinli bo`ladi

$$u^2 + v^2 + w^2 = 2 + \text{ctg } \varphi,$$

$u=w$ ekanligini hisoga olib, $v = \text{ctg } \varphi$ ifodaga ega bo`lamiz.

Burchakning kotangensi ixtiyoriy son bo`lishi mumkinligi ma`lum. Amalda y' o`qning yo`nalishi shunday tanlanadi-ki, bunda y' o`qning x' va z' o`qlar bilan hosil qiladigan burchagi 135° ga, y' o`q bo`yicha o`zgarish ko`rsatkichi $v=0,5$ ga teng bo`lishi kerak (7-shakl, b). Bunday qiyshiq burchakli dimetriya *frontal dimetriya* deb ataladi.

Proyeksiyalovchi nurlarning kartinalar tekisligi Π' ga nisbatan og'ish burchagi φ ning kattaligini aniqlaymiz. $\text{ctg } \varphi = v = 0,5$ bo'lgani uchun

$$\varphi = \text{arc ctg } 0,5 \approx 63^\circ$$

7-shakl, s da koordinatalar tekisligiga parallel tekisliklarda yotgan uchta aylananing proyeksiyalari ko'rsatilgan. xOz koordinatalar tekisligiga parallel joylashgan aylana Π' kartinalar tekisligiga o'zgarishsiz proyeksiyalanadi, xOy va yOz koordinata tekisliklariga parallel tekisliklarda yotgan aylanalar ellips ko'rinishida proyeksiyalanadi. Zarur hollarda ushbu ellipslar tutash diametrlari bo'yicha quriladi.

1.5. STANDART AKSONOMETRIK PROYEKSIYALARNI QURISH

Odatda original (detal) larning aksonometrik proyeksiyalari ularning kompleks chizmalari bo'yicha quriladi. Kompleks chizmalari orqali berilgan detallarning standart aksonometriyalarini qurishga bir nechta misollarni ko'rib chiqamiz.

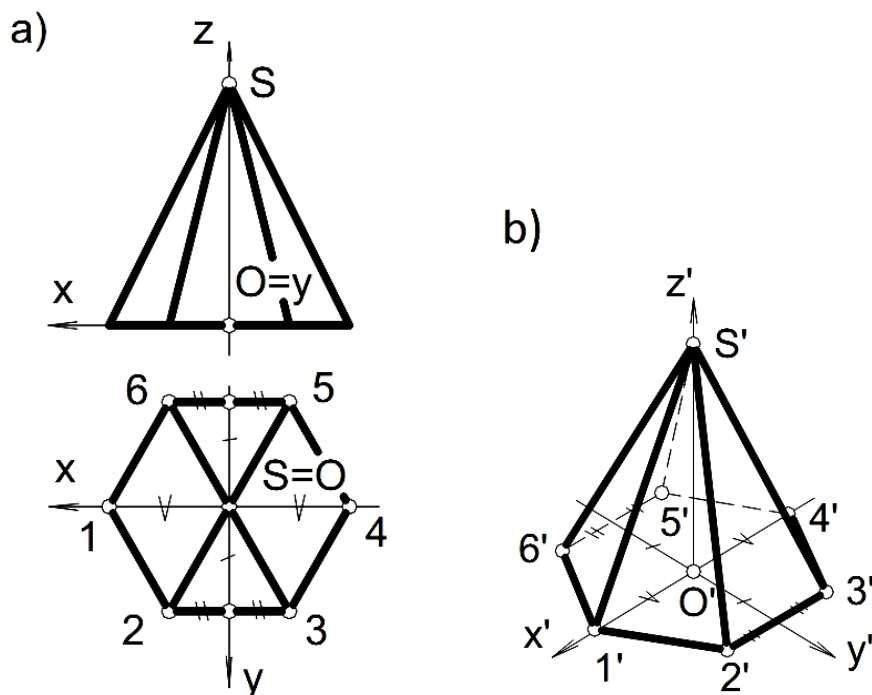
1-misol. Olti yoqli prizmaning ortogonal izometriyasi qurilsin (8-shakl).

Qurishni quyidagi ketma-ketlikda bajaramiz. Piramida bilan koordinatalarning haqiqiy sistemasi $Oxyz$ ni bog'laymiz. Koordinatalarning boshi sifatida piramida asosining markazi O nuqtani tanlaymiz. x o'qni chap tarafga (frontal tekislikka parallel), y o'qni kuzatuvchi tarafga va z o'qni vertikal tepaga yo'naltiramiz.

Chizmaning bo'sh joyida $O'x'y'z'$ aksonometrik koordinatalar sistemasini chizib olamiz va x va y o'qlarni O nuqtadan manfiy tarafdagi ham davom ettiramiz.

x o'qda yotgan 1 va 4 nuqtalarning aksonometriyalarini qurish uchun ularning abtsissalari (x koordinatalari) ni o'lchab ushbu kattaliklarni x' o'q bo'ylab (O nuqtaga nisbatan og'ishini hisobga olgan holda) o'lchab qo'yamiz. Ushbu keltirilgan izometriyada o'zgarish ko'rsatkichlari barcha o'qlar bo'yicha birga tengligini eslatib o'tamiz.

Ya'ni, kompleks chizmadan o'lchangan barcha kattaliklar bevosita aksonometriya o'qlari bo'ylab o'lchab qo'yiladi.

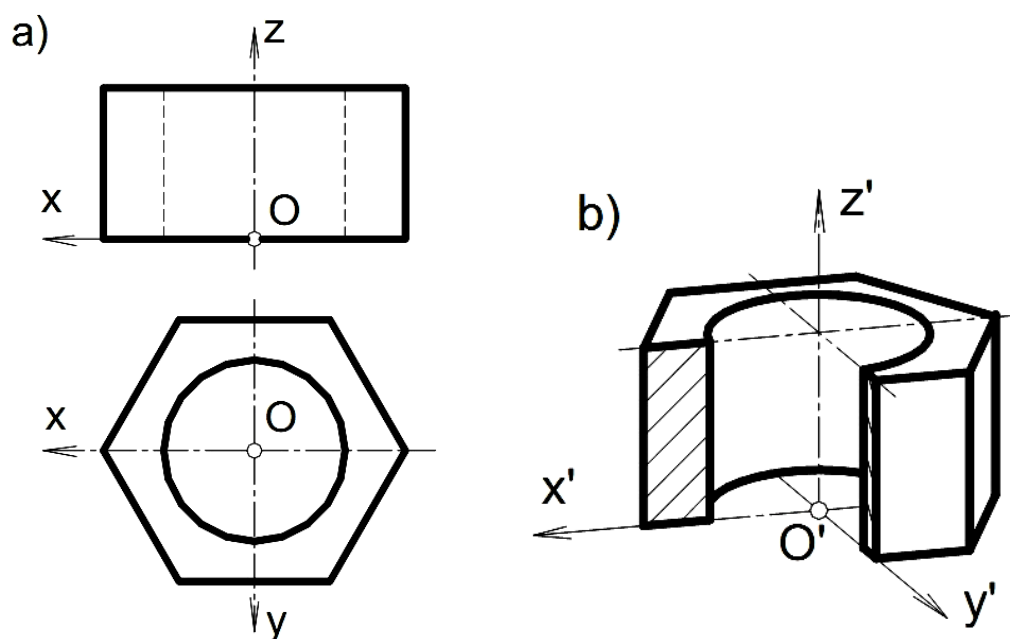


8-shakl.

2, 3, 5 va 6 nuqtalar x o'qiga parallel to'g'ri chiziqlarda yotadi. Shu uchun avval x o'qidan teng uzoqlikda joylashgan (bitta shtrix bilan belgilangan) ushbu yordamchi to'g'ri chiziqlarni qurish qulay. Kompleks chizmadan ko'rsatilgan nuqtalarning abtsissalarini o'lchab olib, olingan kattaliklarni (ikkita shtrixlar bilan belgilangan) y o'q bilan kesishuvchi yordamchi o'qlarga o'lchab qo'yamiz. Shunday qilib piramida asosining barcha oltita nuqtalari quriladi. Asos nuqtalarini o'zaro tutashtirib oltiburchak izometriyasini hosil qilamiz.

O nuqtadan boshlab z o'qi bo'yicha piramida balandligini o'lchab qo'yib, S uchning izometriyasini quramiz. Piramida uchini asosning oltita nuqtasi bilan tutashtirib piramidaning izometriyasini hosil qilamiz va ishning so'ngida piramida qirralarining ko'rinar-ko'rinmasligini aniqlaymiz.

2-misol. Tsilindrik teshiklari bo'lgan olti yoqli prizmaning standart ortogonal dimetriyasi qurilsin (9-shakl).



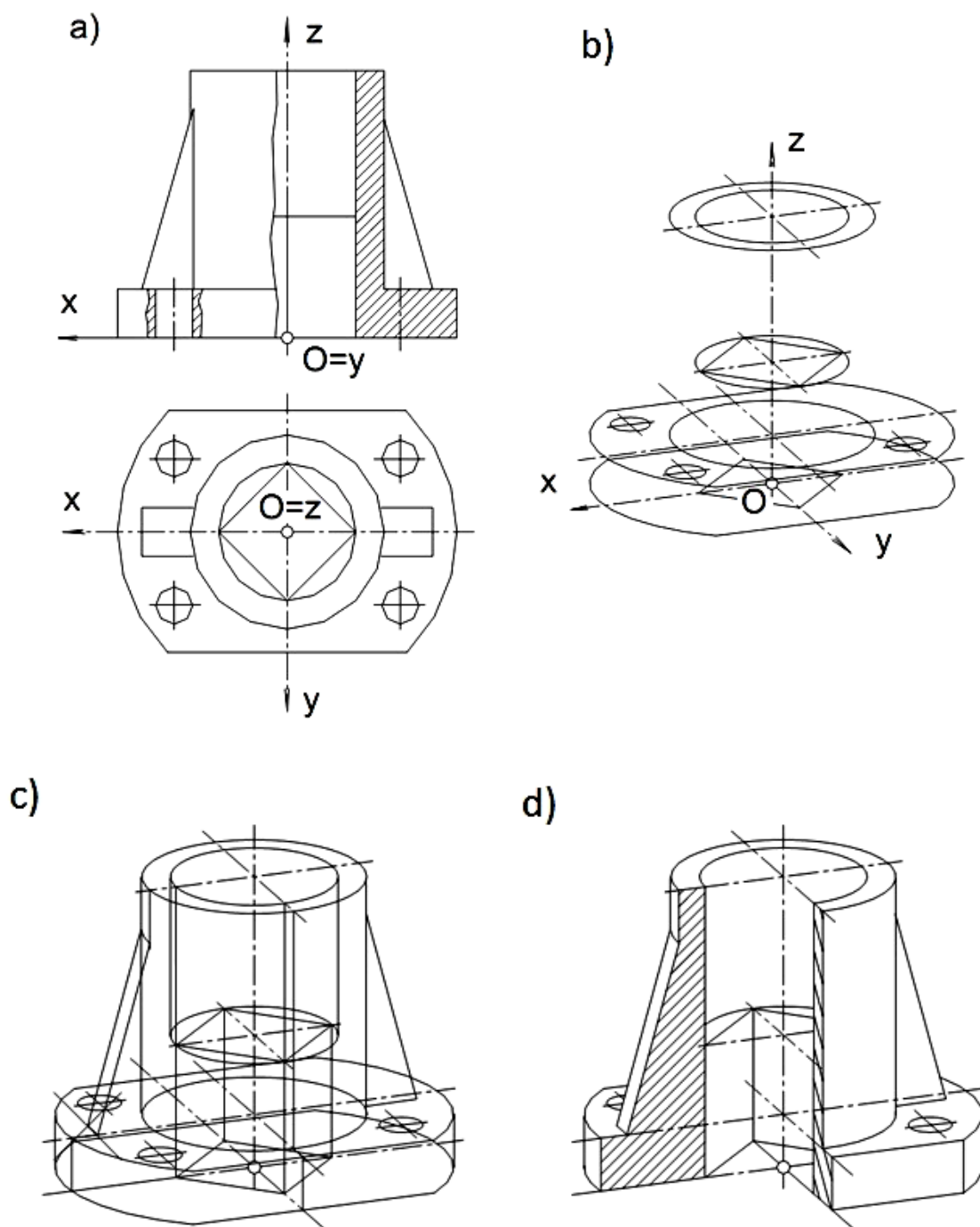
9-shakl.

Prizmani $Oxyz$ haqiqiy koordinatalar sistemasi bilan 9-shakl, a da ko'rsatilgan tartibda bog'laymiz. Koordinatalarning dimetrik o'qlarini quramiz.

Bir nechta parallel tekisliklarga ega bo'lgan detallarning aksonometrik proyeksiyalarini qatlamlar bo'yicha qurish qulay bo'ladi. Bizning misolimizdagi detalda ikkita gorizontaal joylashgan tekisliklar mavjud. Oldin pastgi tekislik (xOy) da yotgan aylana va oltiburchakning dimetrik tasvirlarini quramiz. Shundan keyin z o'q bo'ylab prizma balandligini o'lchab qo'yamiz va shu sathdan yana dimetriya o'qlarini o'tkazamiz. Endi detalning tepadagi tekisligida yotgan aylana va oltiburchaklarining dimetrik tasvirlarini quramiz. Hosil bo'lgan tasvirlarni vertikal kesmalar bilan tutashtirsak berilgan detalning dimetriyasi hosil bo'ladi.

Yaqqollikni orttirish maqsadida ko'pincha 9-shakl, b da ko'rsatilgani kabi detalning bir qismi kesib tasvirlanadi. Kesim odatda aksonometrik koordinata tekisliklari bilan ustma-ust tushuvchi tekisliklar bo'yicha bajariladi. Bizning misolimizda kesuvchi tekisliklar $x'O'z'$ va $y'O'z'$ koordinatali aksonometriya tekisliklari bilan ustma-ust tushadi.

3-misol. Texnik detal aksonometriyasi qurilsin; aksonometriyada detalning $\frac{1}{4}$ qismi kesib tasvirlansin (10-shakl).



10-shakl.

Ushbu misolda qanday aksonometriya qurish zarurligi aniq ko`rsatilmagan. Oldin keltirilgan tavsiyalarni hisobga olib frontal dimetriyani tanlaymiz.

Barcha yasashlarga batafsil to'xtalib o'tirmaymiz. Oldingi misoldagi kabi yasashlarni qatlamlar bo'yicha bajarish qulayligini qayd qilib o'tamiz. Ishning asosiy bosqichlarini sanab o'tamiz.

1. Berilgan detalni haqiqiy koordinatalar sistemasiga bog'lash.
2. Dimetriya o'qlarini qurish.
3. Har bir qatlamda yotgan barcha figuralarning aksonometrik tasvirlarini qatlamlarda qurish (10-shakl, b).
4. Turli qatlamlardagi figuralarni ularni detalning tashqi yoki ichki sirtlariga tegishliligini hisobga olgan holda tutashtirib chiqish. Bunda karkasli tasvir hosil bo'ladi (10-shakl, s).

5. Detalning $\frac{1}{4}$ qismini kesib olish aksonometriya o'qlari chiziqlari bo'yicha amalga oshiriladi.

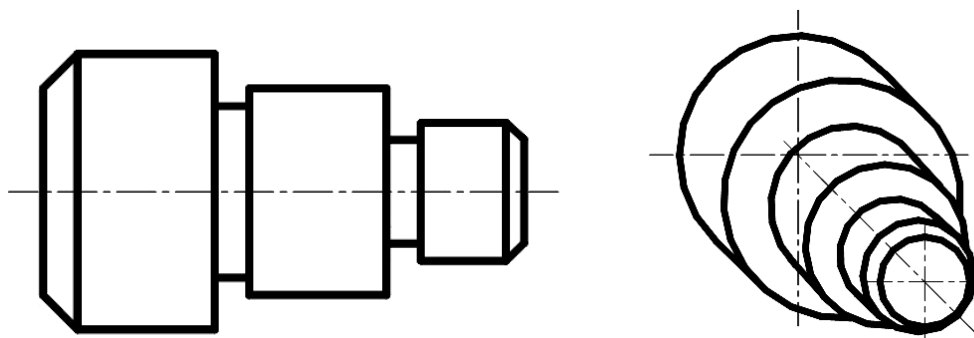
6. Yordamchi yasash chiziqlarini o'chirish.

7. Hosil bo'lgan kesimlarni shtrixlash va ko'rinadigan kontur chiziqlarining ustidan yurgizib chiqish.

Oxirgi natija 10-shakl, d da keltirilgan.

4-misol. Ko'p pog'onali aylanish sirtining aksonometriyasi qurilsin (11-shakl).

Ushbu detal shakli o'zaro parallel tekisliklarda joylashgan bir nechta aylanalardan tashkil topganligini e'tiborga olib, qiyshiq burchakli frontal dimetriyani tanlaymiz.



11-shakl.

Bu aksonometriyani qurish unchalik murakkab emas. Shu o'rinda chizmadan olingan o'lchamlar y' o'qi bo'yicha 0,5 ga teng bo'lgan o'zgarish ko'rsatkichini hisobga olgan holda o'lchab qo'yilishini eslatib o'tamiz.

2 qism. METODIK TAVSIYALAR VA GRAFIK TOPSHIRIQLAR

2.1. TURLI XIL SHAKL VA PREDMETLARNING AKSONOMETRIK PROYEKSIYALARINI BAJARISHGA DOIR METODIK TAVSIYALAR

Predmetning proyeksiyasi odatda uning texnik chizmasi bo'yicha bajariladi. Bu chizmada fazoviy koordinatalar sistemasi $Oxyz$ o'qlarining proyeksiyalari ko'rsatilgan yoki ularning yo'nalishlari ma'lum bo'ladi.

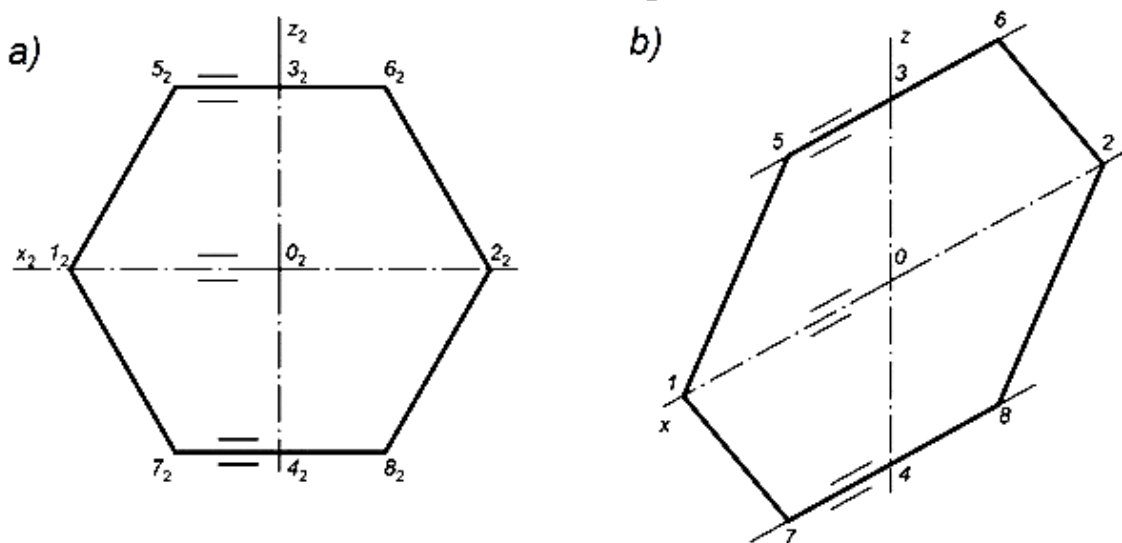
Aksonometriya qurish aksionometriya o'qlarini o'tkazishdan boshlanadi.

Aksonometrik proyeksiyalarni bajarishda ko'pincha ko'pburchak yoki aylanalarni qurishga to'g'ri keladi. Shakllarning aksionometrik proyeksiyalari ularning xarakterli nuqtalari bo'yicha quriladi. Ortogonal proyeksiyalar bo'yicha aksionometrik proyeksiyalarni qurishda xOy , xOz va yOz koordinata tekisliklari sifatida mos ravishda gorizontaal, frontal va profil proyeksiyalar tekisliklariga parallel tekisliklar qabul qilinadi. Shuni hisobga olib chizmada koordinata o'qlarining to'g'ri burchakli proyeksiyalari o'tkaziladi. Alohida nuqtalarning koordinatalari to'g'ri burchakli proyeksiyalar bo'yicha aniqlanadi va shular bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari e'tiborga olinib aksionometrik proyeksiyalar quriladi.

12-shaklda vertikal (frontal) proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislikda yotgan oltiburchakning aksionometrik proyeksiyasini qurish ko'rsatilgan. Oltiburchak tasvirida x_2 , z_2 koordinata o'qlarining proyeksiyalari tushirilgan (12-shakl, a). 12-shakl, b da x va z o'qlar aksionometriyada berilgan. x va z o'qlarda 1, 2, 3 va 4 ($O_1=O_21_2$; $O_2=O_22_2$; $O_3=O_23_2$; $O_4=O_24_2$) nuqtalar belgilangan. 3 va 4 nuqtalar orqali x o'qqa parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazilgan. Ulardagi 3 va 4 nuqtalardan mos ravishda 3_25_2 , 3_26_2 va 4_27_2 , 4_28_2 larga teng masofalar o'lchab qo'yilgan. Topilgan 5, 6, 7, 8 nuqtalar 1 va 2 nuqtalar bilan tutashtirilgan.

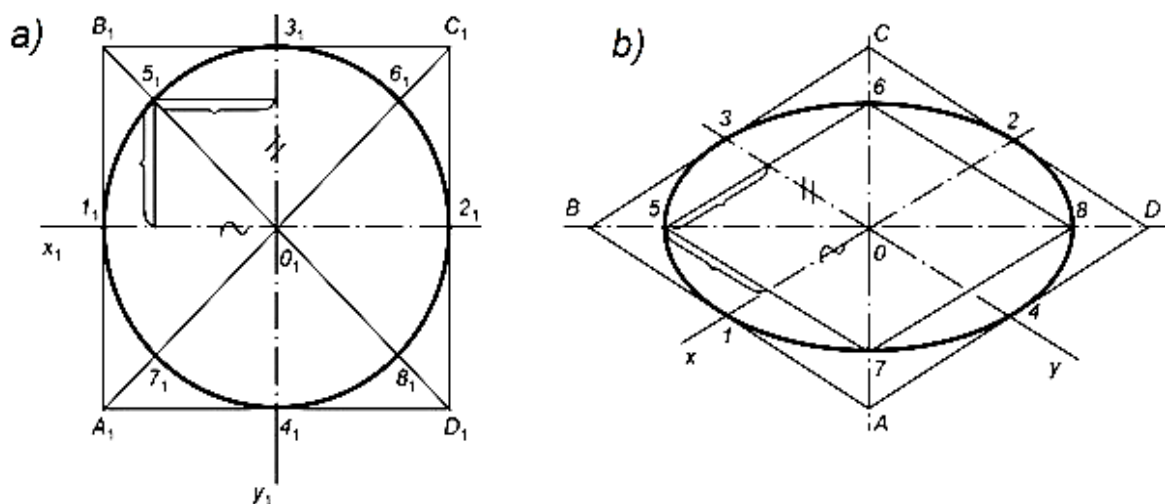
Aksionometriyada har qanday egri chiziqni nuqtalari bo'yicha qurish mumkin. 13-shaklda $x_1O_1y_1$ gorizontaal tekislikda yotgan aylananing aksionometriyasini qurish tasvirlangan. Aylana tomonlari aylananing

diametriga teng boʻlgan $A_1B_1C_1D_1$ kvadratning ichiga chizilgan (13-shakl, a). $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ nuqtalar aylananing kvadrat tomonlariga urinish nuqtalari boʻladi. aylananing $5_1, 6_1, 7_1, 8_1$ nuqtalari kvadratning diagonallarida yotadi. Aksonometrik proyeksiyada x va y oʻqlar oʻzaro 120° burchak ostida joylashadi. Ularda $ABCD$ kvadrat qurilib, $1, 2, 3, 4$ nuqtalarning oʻrni belgilab olingan. Aksonometriyada kvadrat qurish 12-shakl, b da tasvirlangan oltiburchakni qurishga oʻxshab bajariladi. $5, 6, 7, 8$ nuqtalar koordinatalari boʻyicha aniqlanadi. Aniqlangan barcha sakkizta nuqta ellips shakliga yaqin boʻlgan ravon egri chiziq bilan ketma-ket ravishda oʻzaro tutashtirib chiqiladi.



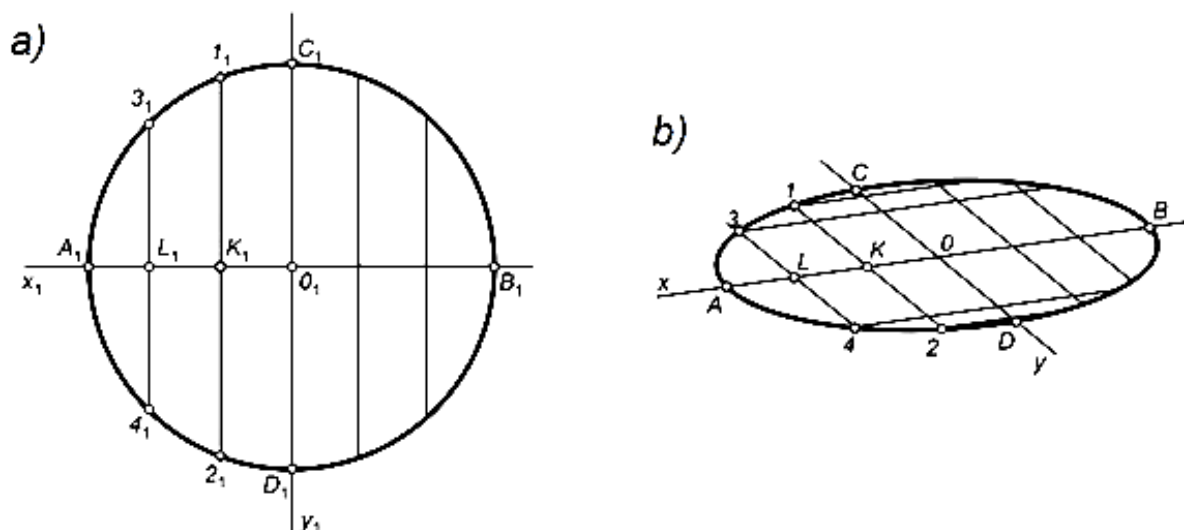
12-shakl. Oltiburchak aksonometriyasini qurish:

a) – ortogonal chizma; b) – oltiburchakning aksonometriyasi



13-shakl. Aylana aksonometriyasini qurish:

a) – ortogonal chizma; b) – aylananing aksonometriyasi



14-shakl. Aylana aksonometriyasini xordalari bo`yicha qurish:

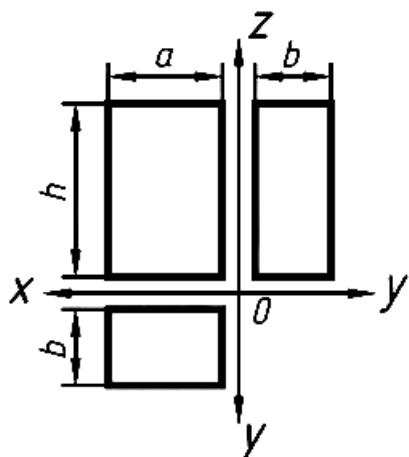
a) – ortogonal chizma; b) – aylananing aksonometriyasi

Aylana aksonometriyasini boshqacha usulda qurish 14-shaklda tasvirlangan 14-shakl, a da aylananing xordalari y_1 o`qqa parallel qilib o`tkazilgan. Buning uchun uning A_1O_1 radiusi $L_1 K_1$ nuqtalar bilan uchta teng bo`laklarga bo`lingan. x va y aksonometriya o`qlarida AB va CD ($AB = A_1B_1$, $CD = \frac{1}{2} C_1D_1$) aylanalarning diametrlari o`lchab qo`yilgan va $L_1 K_1$ nuqtalarga mos L va K nuqtalar aniqlangan. Ular orqali y o`qqa parallel bo`lgan to`g`ri chiziqlar o`tkazilgan. Bu to`g`ri chiziqalarda L va K nuqtalardan ikki tarafga aylana xordalarining yarmiga teng bo`lgan $K_1 = K_2$, $L_3 = L_4$ kesmalar o`lchab qo`yilgan. Aniqlangan va ularga simmetrik bo`lgan nuqtalar (y o`qdan o`ng tarafda) bo`yicha aylananing aksonometriyasi – ellips qurilgan.

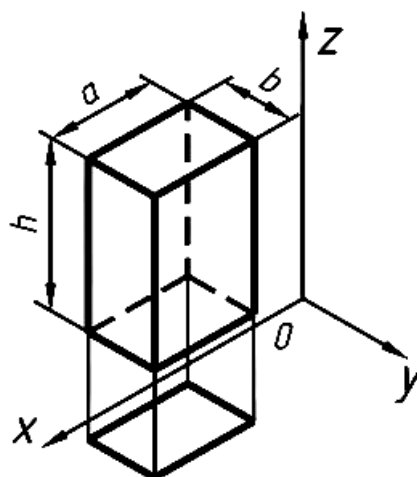
2.2. AKSONOMETRIYADA YASSI SHAKLLARNING PROYEKSIYALARI VA ULARNING AKSONOMETRIK TASVIRLARI

Buyumning chizmasini bajarishda odatda uning uchta asosiy o`lchov yo`nalishlari proyeksiyalar tekisligiga parallel qilib joylashtiriladi (15-shakl): buyumning uzunligi a – x o`qiga parallel, eni b – y o`qiga parallel va balandligi – h esa z o`qiga parallel. Bu holda buyumning uzunligi va balandligi frontal proyeksiyalar tekisligiga o`zing haqiqiy kattaligida proyeksiyalanadi, gorizontalar proyeksiyalar

tekisligida uning uzunligi va eni, profil proyeksiyalar tekisligida esa eni va balandligi o'zgarib qolmaydi. Bunday chizma oson quriladi, u bo'yicha o'lchash ishlari sodda bajarilib, tasvirlanayotgan buyumning o'lchamlari to'g'risida tasavvur hosil qilish ham qiyin emas. Ammo bunday chizmalarda yaqqollik etarli bo'lmaydi. Buyumning shaklini tasavvur qilish uchun uning ikki, uch ba'zan esa undan ham ortiq proyeksiyalari bo'yicha xayolan tasavvur qilishga to'g'ri keladi.



15-shakl.



16-shakl.

Bitta proyeksiyalar tekisligiga buyumni uning asosiy o'lchov yo'nalishlaridan hech biri nuqta shaklida proyeksiyalanmaydigan vaziyatda proyeksiyalasak hosil bo'lgan chizma ancha yaqqolroq bo'ladi (16-shakl). Bu tasvirdan biz predmetning uchta tomonini ham ko'rishimiz va uning shaklini oson tasavvur qilishimiz mumkin. Chizmada o'lchov ishlarini bajarish uchun chizma tekisligiga OXYZ koordinatalar sistemasi koordinata o'qlari tasvirlanayotgan buyumning uzunligi, eni va balandligiga parallel qilib proyeksiyalanadi.

x, y va z o'qlari bo'yicha o'lchamlarning qanday o'zgarishlari ma'lum bo'lsa, chizmaga asoslanib buyumning o'lchamlarini aniqlashimiz mumkin. Shunday tartibda bajarilgan chizmaga *aksonometrik chizma* yoki *aksonometriya* deyiladi.

OXYZ koordinatalar sistemasi chizma tekisligiga qanday proyeksiyalanishiga qarab aksonometrik proyeksiyalar quyidagi turlarga bo'linadi: *to'g'ri burchakli* – proyeksiyalash yo'nalishi perpendikulyar;

qiyshiq burchakli – proyeksiyalash yoʻnalishi chizma tekisligiga perpendikulyar emas.

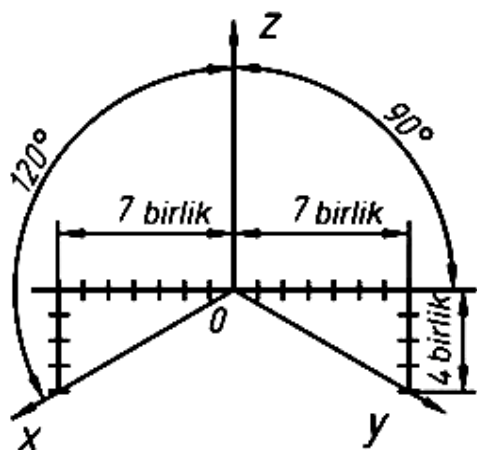
Aksonometrik proyeksiyalar koordinatalar oʻqlarida oʻlchamlarining oʻzgarib tasvirlanishi (oʻzgarish koeffisienti) ga qarab ham turlarga boʻlinadi.

Agar oʻzgarish hamma oʻqlarda har xil boʻlsa, bunday proyeksiyalar – *trimetrik*, ikkita oʻqda bir xil boʻlsa – *dimetrik* va uchta oʻq boʻyicha ham bir xilda boʻlsa – *izometrik* proyeksiyalar deyiladi.

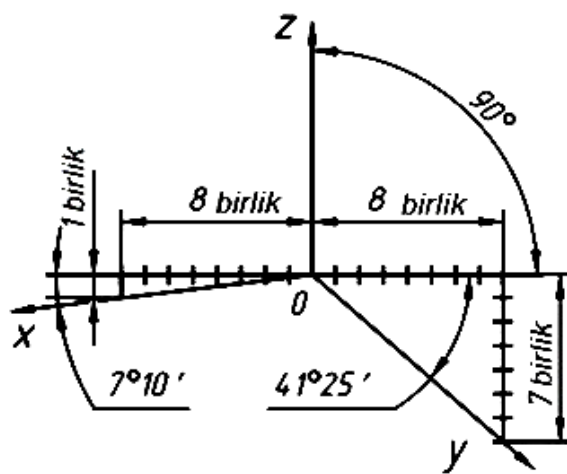
Yuqorida taʼkidlab oʻtganimizdek konstruktorlik hujjatlarida aksonometrik proyeksiyalarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

- 1) toʻgʻri burchakli – izometrik va dimetrik;
- 2) qiyshiq burchakli – frontal va gorizontal izometrik, frontal dimetrik.

Eng koʻp foydalaniladigan birinchi tur proyeksiyani koʻrib chiqamiz. Toʻgʻri burchakli izometriya va toʻgʻri burchakli dimetriyadagi oʻqlarning vaziyati 17- va 18-shakllarda keltirilgan.



17-shakl.



18-shakl.

Izometrik proyeksiyada oʻlchamlarning oʻzgarish koeffisienti 0,82 ga, dimetrik proyeksiyada esa x, y va z oʻqlari boʻyicha mos ravishda 0,94; 0,47 va 0,94 ga teng.

Yasashlarning soddaligini taʼminlash maqsadida izometriyada oʻqlar boʻyicha oʻzgarishlar 1 ga, dimetriyada esa mos ravishda 1; 0,5 va

1 ga teng deb hisoblash qabul qilingan. Shuning uchun ham izometrik tasvir 1,22 marta, dimetrik tasvir esa 1,06 marta kattalashib tasvirlanadi.

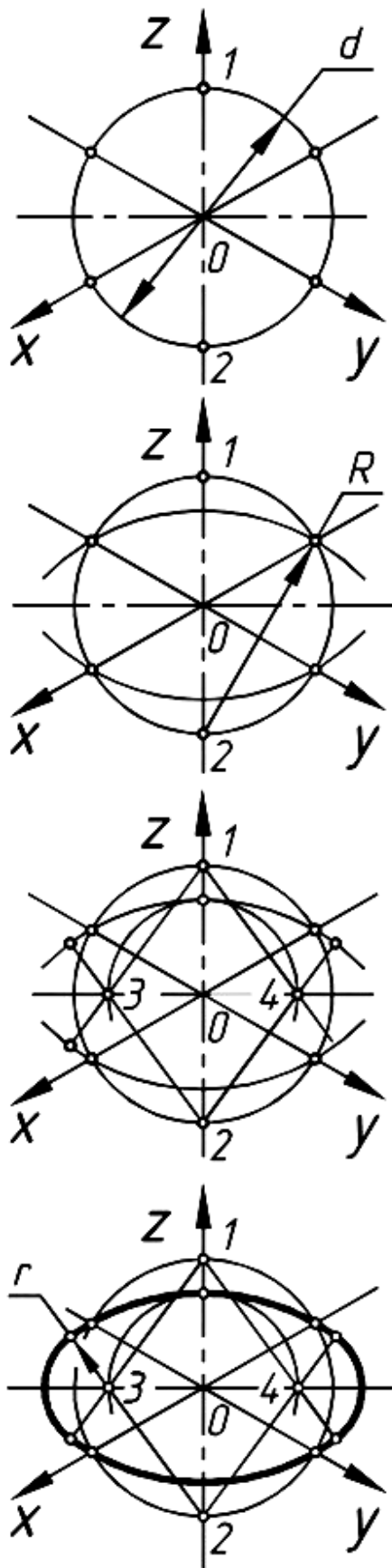
Agar shakl tekisligi proyeksiya tekisliklaridan biriga parallel bo`lsa, u shu tekislikka o`zining haqiqiy kattaligida proyeksiyalanadi. Bunday holda ortogonal proyeksiyalarni qurish hech qanday qiyinchilik tug`dirmaydi, chunki proyeksiyalarning biri shaklning o`zi ko`rinishida, qolgan ikkitasi esa to`g`ri chiziq shaklida proyeksiyalanadi.

Aksonometriyada yassi shakllar o`zgarib tasvirlanadi. Masalan, aylana aksometriyada ellips ko`rinishida tasvirlanadi. Bunday ellipsning izometriyadagi katta o`qi aylananing 1,22, kichik o`qi esa 0,71 diametriga teng bo`ladi. Dimetriyada aylana agar uning tekisligi gorizontal va profil proyeksiyalar tekisligiga parallel bo`lsa katta o`qi 1,06, kichik o`qi esa aylananing 0,95 diametriga teng ellips ko`rinishida proyeksiyalanadi.

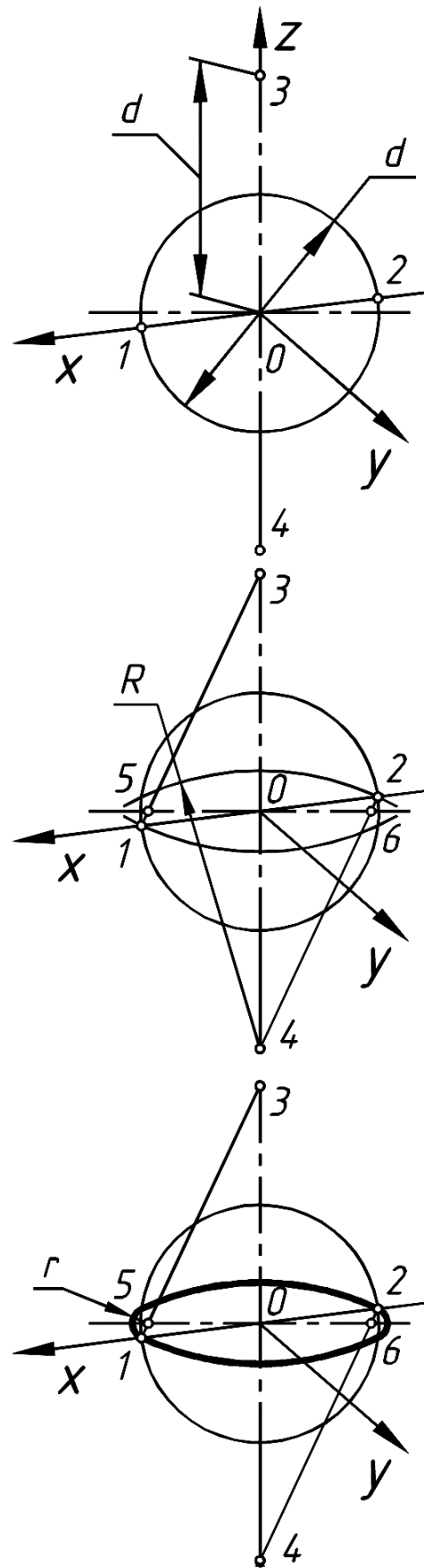
Agar aylana tekisligi frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel bo`lsa, ellipsning katta o`qi aylananing 1,05, kichik o`qi esa 0,95 diametriga teng bo`ladi. bunday eellipsni qurishda odatdagi to`g`ri aylana bilan almashtirish mumkin.

Yasashlarni soddalashtirish maqsadida odatda ellipslar o`rniga to`rt markazli ovallar quriladi. Bunda ellipsning katta o`qi hamisha shu tekislikda mavjud bo`lmagan aksometriya o`qiga perpendikulyar bo`lishi qoidasiga amal qilish zarur. Izometriya va dimetriya uchun ovalarni qurish usullari 19- va 20-shakllarda keltirilgan.

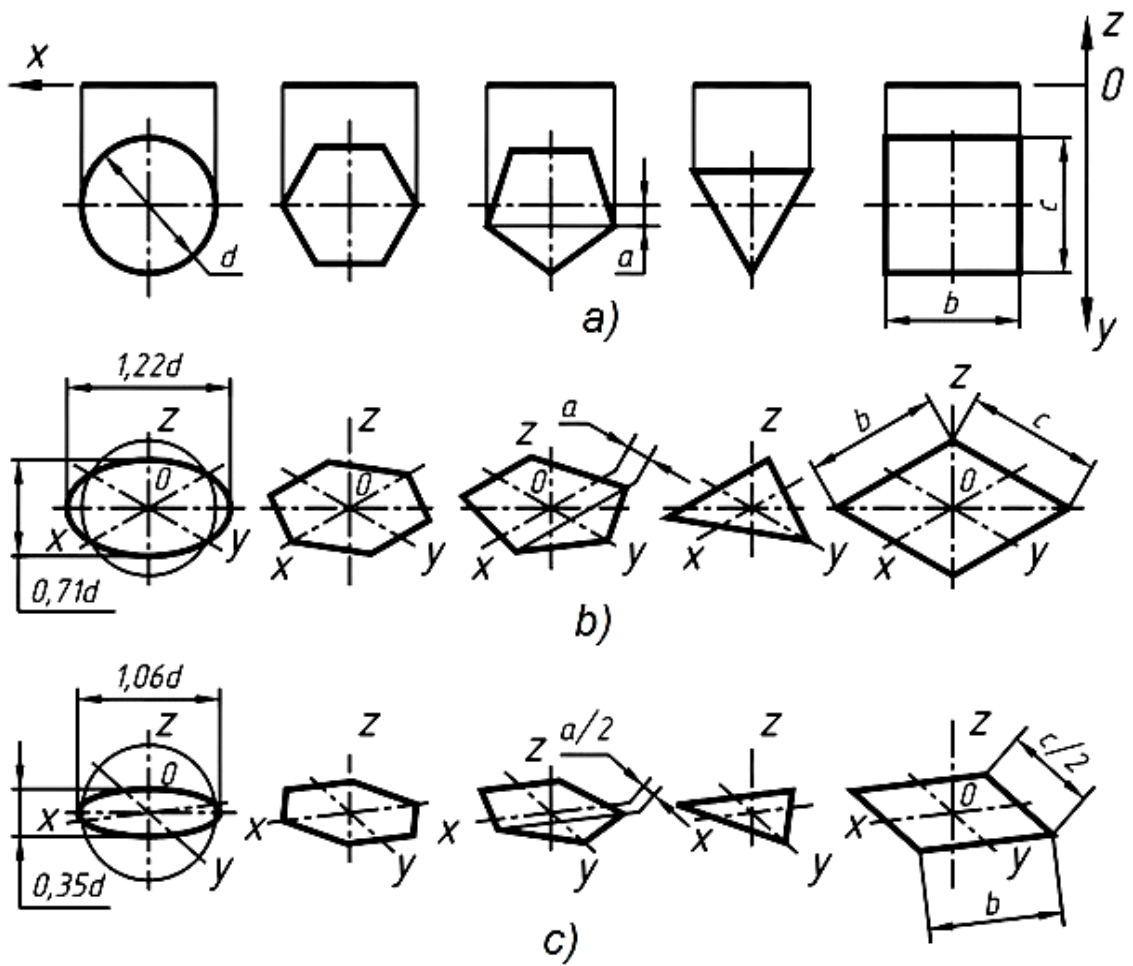
Yassi shakllarning ortogonal, to`g`ri burchakli izometrik va dimetrik proyeksiyalarning xOy tekisligidagi tasvirlari 21-shakl, a, b, c larda, shu shakllarning yOz va xOz tekisliklardagi aksometriyalari 22-shakl, a, b larda tasvirlangan. proyeksiyalarni qurish tartiblari shakllardan ko`rinib turganligi sababli ularning tahliliga to`xtalib o`tirmaymiz.



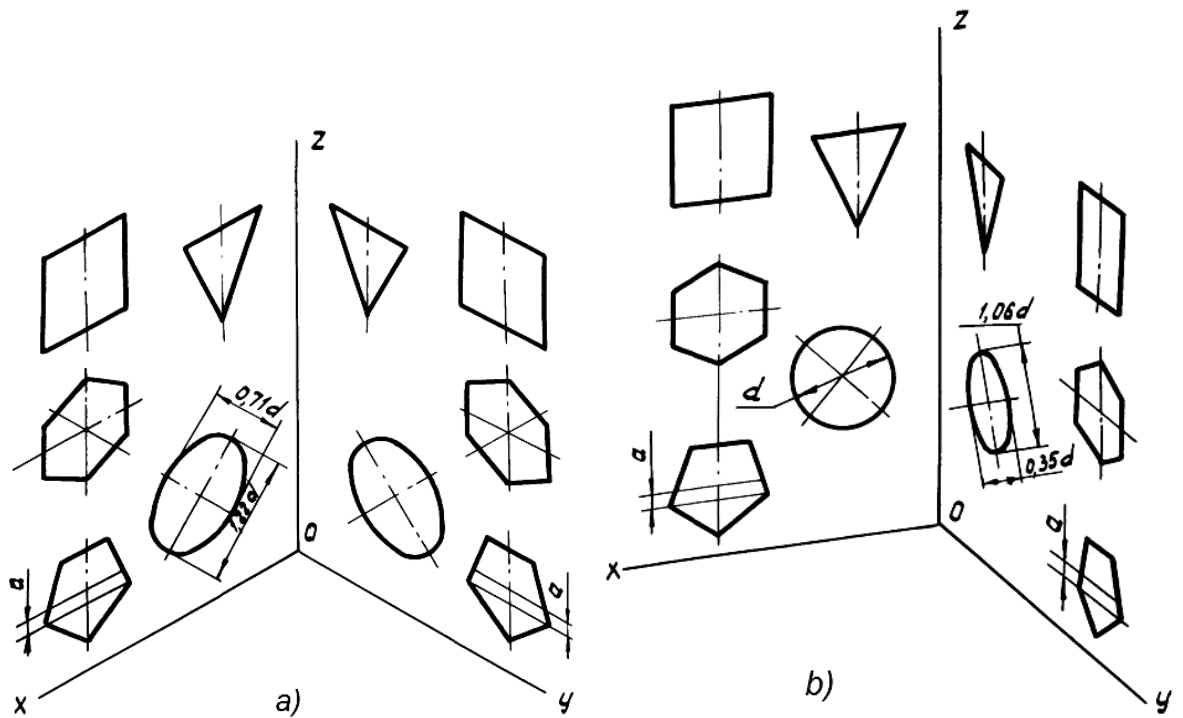
19-shakl.



20-shakl.



21-shakl.



22-shakl.

Ovallarning o`qlarini joylashtirish qoidasi

Ovalning katta o`qi har doim aylana tekisligida yotmagan aksonometriya o`qiga perpendikulyar bo`ladi.

2.3. EGRI CHIZIQLARNING AKSONOMETRIK PROYEKSIYALARINI QURISH

Egri chiziqlarning aksonometrik proyeksiyalarini qurishni quyidagi tartibda bajarish tavsiya etiladi (23-shakl):

1) berilgan chiziq dekart koordinatalar sistemasiga o`tkaziladi (23-shakl, a);

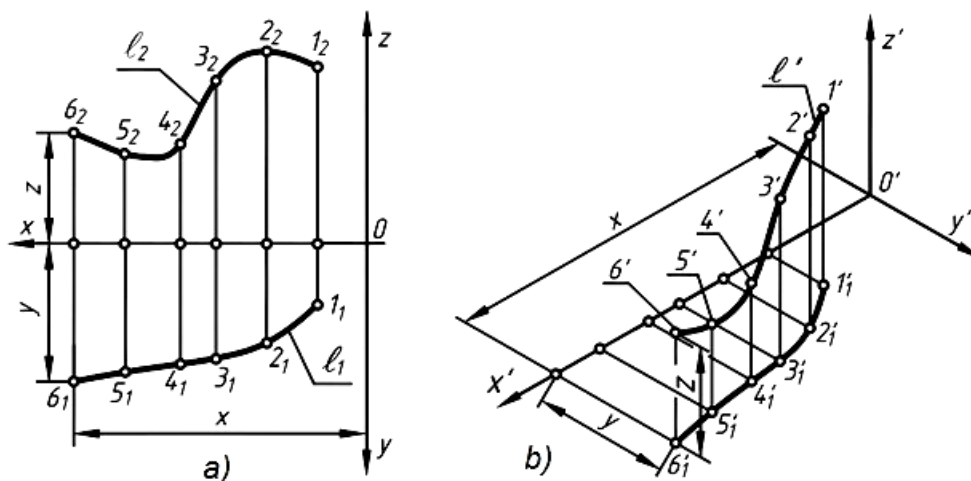
2) egri chiziqda yetarlicha (to`rttadan kam bo`lmagan) nuqtalar 1, 2, 3,... belgilab olinadi va ularning koordinatalari aniqlanadi (23-shakl, a ga qarang);

3) 1, 2, 3,... nuqtalarning koordinatalari bo`yicha ularning ikkilamchi proyeksiyalari $1_2, 2_2, 3_2, \dots$ lar quriladi (23-shakl, b);

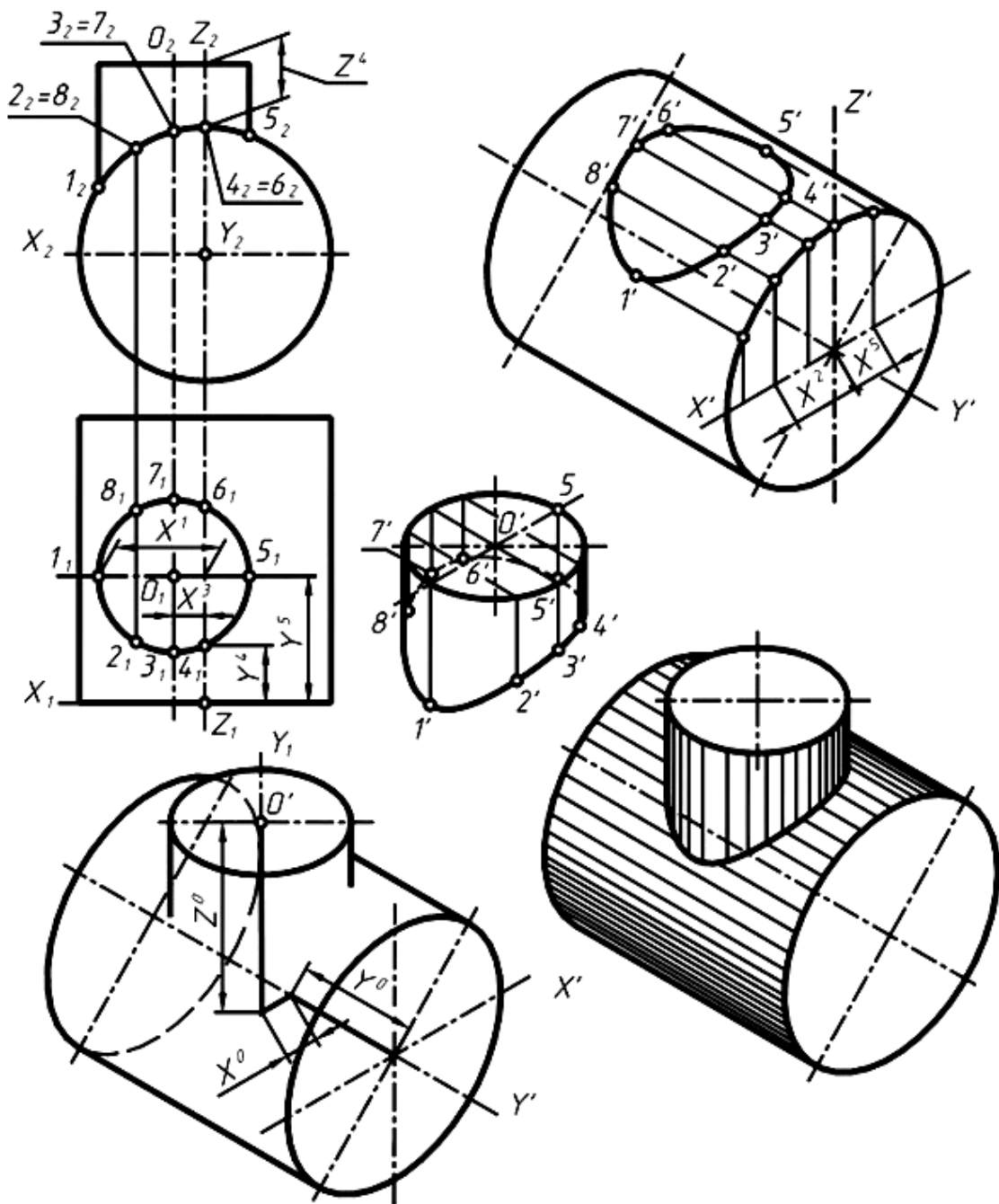
4) nuqtalarning ikkilamchi proyeksiyalari orqali Z o`qqa parallel to`g`ri chiziqlar o`tkaziladi va ularda nuqtalarning applikatsiyalari o`lchab qo`yiladi;

5) topilgan $1_2, 2_2, 3_2, \dots$ nuqtalarning aksonometrik proyeksiyalarini l ravon egri chiziq bilan tutashtiriladi va shu egri chiziqning aksonometrik proyeksiyasi bo`lgan l chiziq aniqlanadi.

Ikkita sirtning kesishish chizig`ini qurish ham shu tartibda bajariladi (24shakl).



23-shakl.



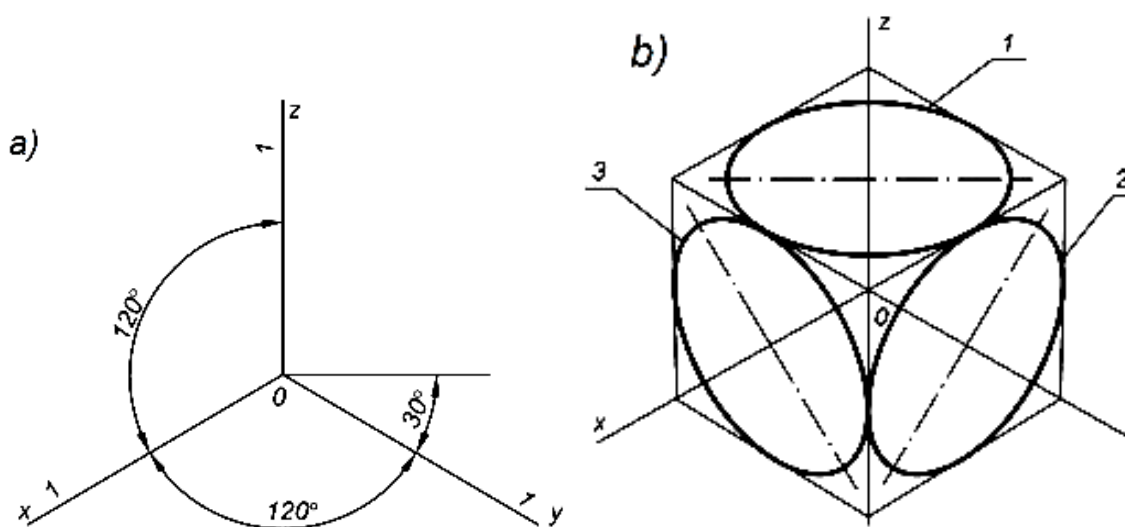
24-shakl.

2.4. AKSONOMETRIYA TURINI TANLASH VA UNI QURISH KETMA-KETLIGI

Standartlar tomonidan texnik chizmalarda qo`llash uchun tavsiya etilgan aksonometriya turlari bilan yuqorida tanishib chiqqan edik. Ulardan eng ko`p qo`llaniladigani quyidagilar:

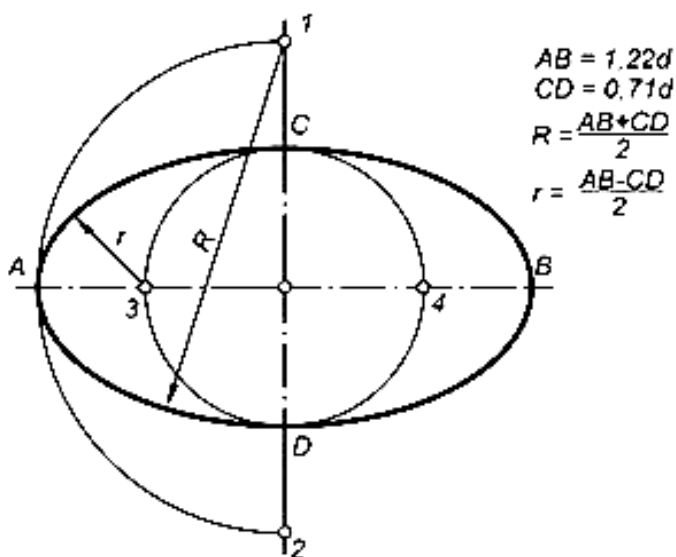
To`g`ri burchakli izometrik proyeksiya. Aksonometriya o`qlarining vaziyati 25-shakl, a da keltirilgan. x, y va z o`qlari bo`yicha o`zgarishsiz, ya'ni o`zgarish koeffitsentini 1 ga teng deb qabul qilib aksonometriya qurish tavsiya etiladi.

Gorizontal, frontal va profil proyeksiyalar tekisligida yotadigan aylanalar 1, 2, 3 ellipslar shaklida tasvirlanadi (25-shakl, b). Ellipsning katta o`qi proyeksiyalanayotgan aylananing 1,22 diametriga, kichik o`qi esa 0,71 diametriga teng bo`ladi. 26-shaklda chizma bajarishni soddalashtirish maqsadida ellips o`rniga quriladigan oval chizmasini bajarish tartibi ko`rsatilgan.



25-shakl. To`g`ri burchakli izometriya:

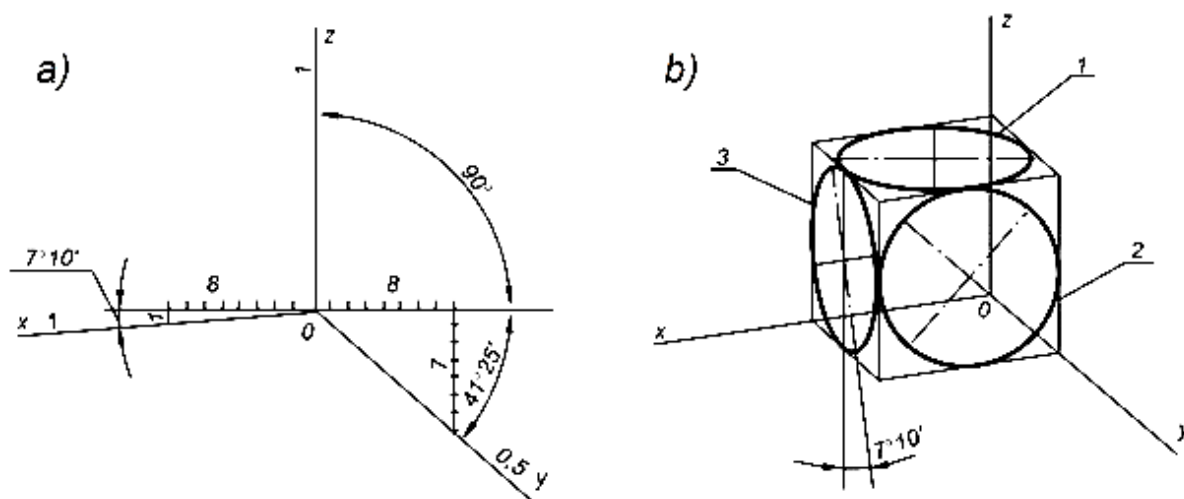
a) – o`qlarning vaziyati; b) – aylanalarning joylashishi



26-shakl. To`g`ri burchakli izometriyada oval qurish

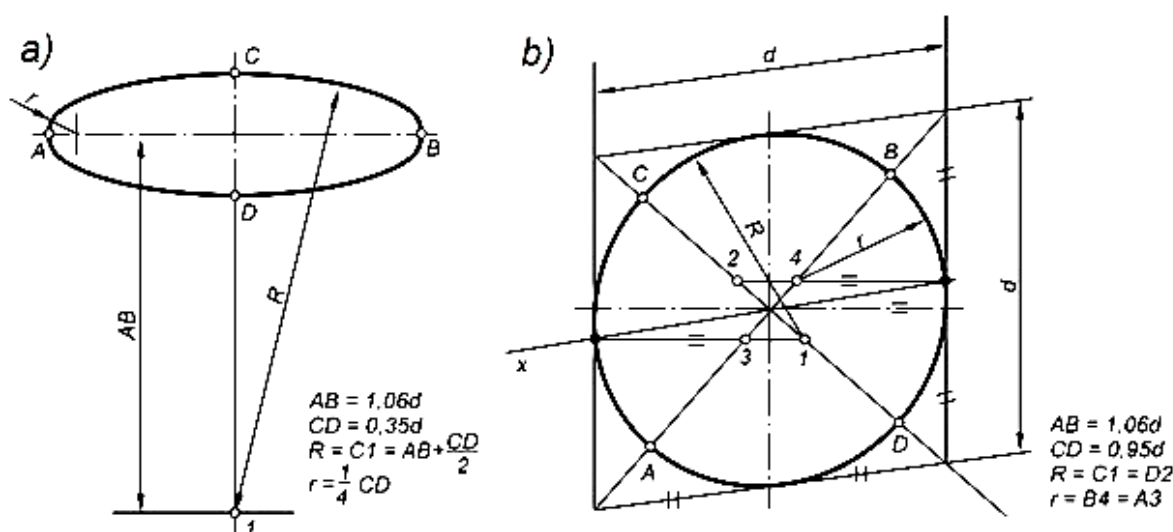
To`g`ri burchakli dimetrik proyeksiya. Aksonometriya o`qlarining vaziyati 27-shakl, a da tasvirlangan. $\text{tg}7^{\circ}10' \approx 1/8$ va $\text{tg}41^{\circ}25' \approx 7/8$ ga teng bo`lganligi uchun x va y o`qlarning yo`nalishlarini katetlarining nisbatlari $1/8$ va $7/8$ bo`lgan to`g`ri burchakli uchburchaklar qurib aniqlash mumkin. x va z o`qlar bo`yicha o`zgarish koeffisientlarini 1 ga, y o`qi bo`yicha esa 0,5 ga teng qilib qabul qilinadi.

1, 2, 3 ellipslarning katta o`qlari (27-shakl, b) proyeksiyalanayotgan aylananing 1,06 diametriga, 1, 3 ellipslarning kichik o`qlari 0,35 diametriga, 2-ellipsniki esa 0,95 diametriga teng bo`ladi. Ellipslarni ularga yaqin bo`lgan ovallar bilan almashtirish orqali yasashlarni 28-shaklda keltirilgan tartibda bajarish mumkin.



27-shakl. To`g`ri burchakli dimetriya

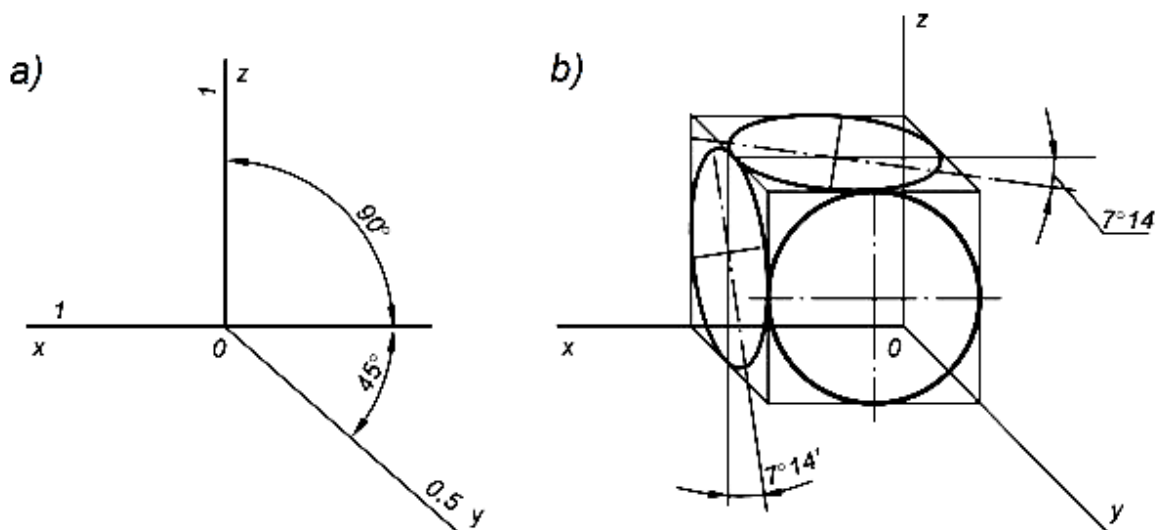
a) – o`qlarning vaziyati; b) – aylanalarning joylashishi



28-shakl. To`g`ri burchakli izometriyada oval qurish:

a) – xOy va zOy larga parallel tekisliklarda; b) xOz ga parallel tekislikda

Qiyshiq burchakli frontal dimetrik proyeksiya. Aksonometriya o`qlarining vaziyatlari 29-shakl, a da keltirilgan. O`zgarish koeffisientlari x va z o`qlari bo`yicha 1 ga, y o`qi bo`yicha esa 0,5 ga teng.



29-shakl. *Qiyshiq burchakli dimetriya:*
 a) – o`qlarning vaziyati; b) – aylanalarning joylashishi

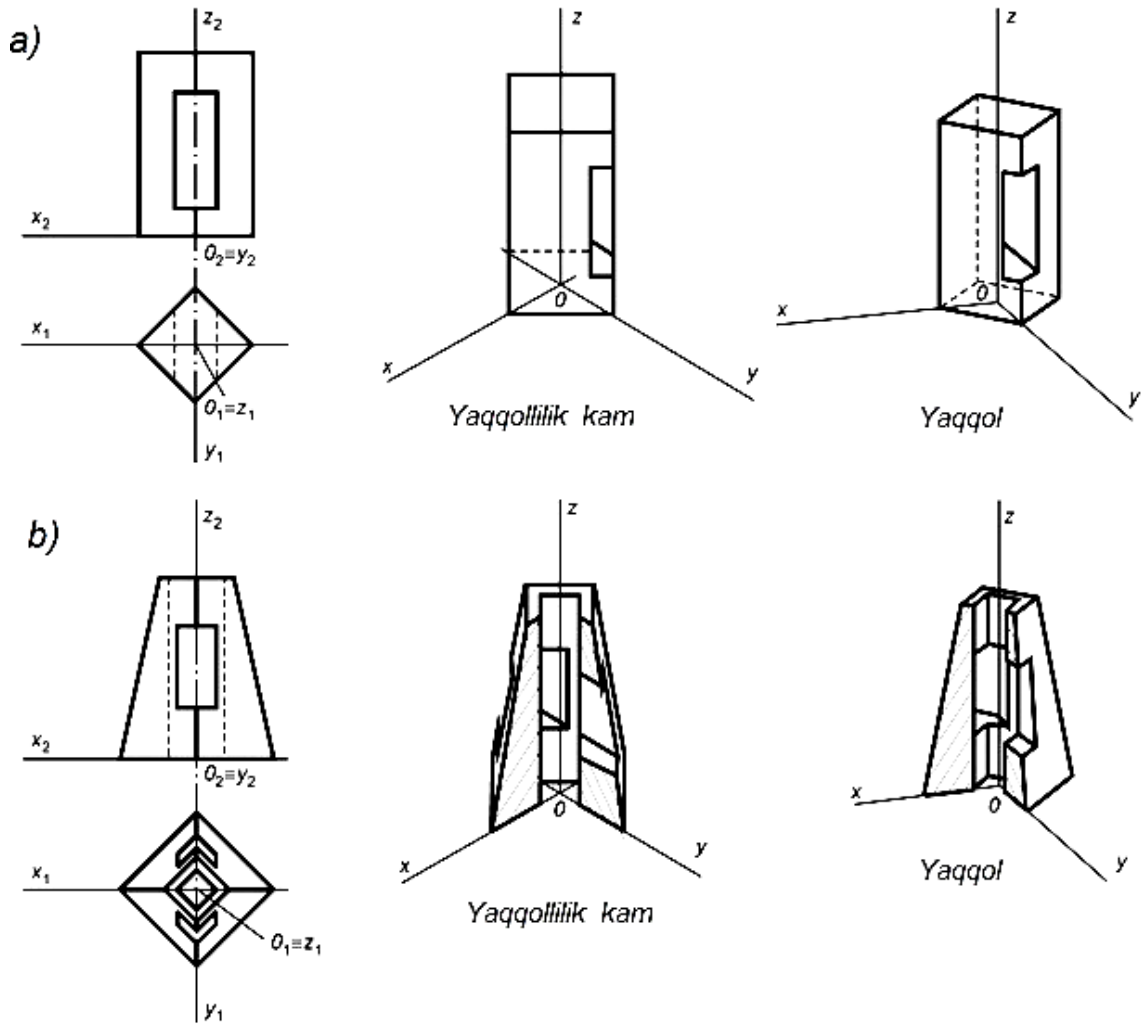
Frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislikda yotgan aylana aylana bo`lib tasvirlanadi, gorizontaal yoki profil proyeksiyalar tekisliklariga parallel tekisliklarda yotgan aylanalar ellips shaklida proyeksiyalanib, ularning katta o`qi proyeksiyalanayotgan aylananing 1,07, kichik o`qi esa – 0,33 diametriga teng bo`ladi (29-shakl, b).

Qiyshiq burchakli frontal dimetrik proyeksiyada y o`qining qiyalik burchagi 30 yoki 60° bo`lishiga ham ruxsat qilinadi.

Standartlarda shuningdek qiyshiq burchakli frontal va qiyshiq burchakli gorizontaal izometrik proyeksiyalardan foydalanishga ham ruxsat qilinadi. Bu proyeksiyalarda x, y va z o`qlar bo`yicha o`zgarish koeffisientlari 1 ga teng bo`ladi.

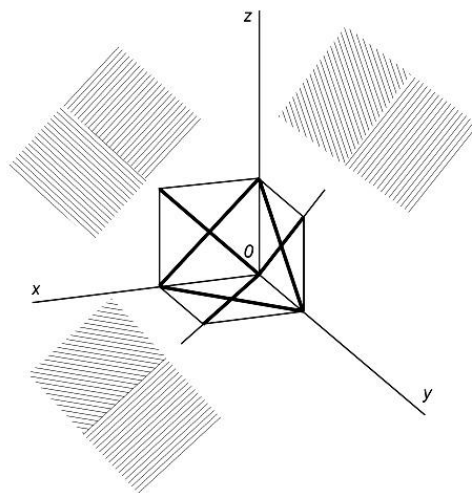
Aksonometriya turini tanlashda tasvirlanayotgan predmetning yaqqol bo`lishi va uni oson qurish mumkinligiga harakat qilish kerak. Turli aksonometriyalarda yaqqollik bir xil bo`ladigan holatlarda to`g`ri burchakli aksonometrik proyeksiyalarni tanlash tavsiya etiladi. Predmetning xususiyatlarini ochib beradigan elementlar uning uchta tomonida joylashgan bo`lsa, to`g`ri burchakli izometriyadan foydalanish maqsadga muvofiq. Ammo undan asosi kvadrat bo`lgan prizmatik va

piramidal shakllarning aksonometriyalarida foydalanmaslik kerak (30-shakl, a va b).

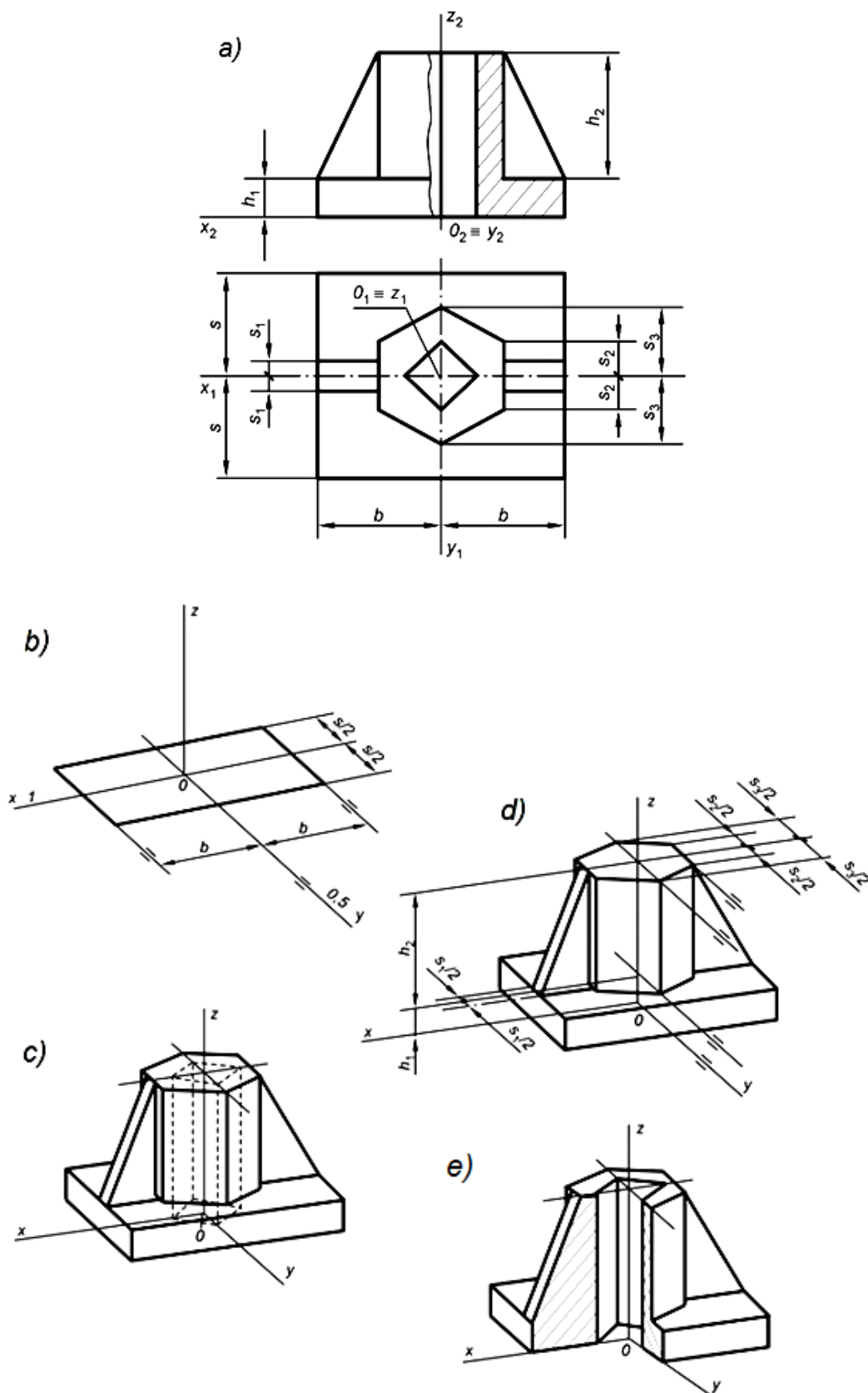


30-shakl. *Tasvirlar yaqqolliligiga misollar:*

a) – prizma, b) - piramida



31-shakl. *To`g`ri burchakli dimetrik proyeksiyani shtrixlashga misol*



32-shakl. *Predmetning aksonometriyasini qurish:*

a) – ortogonal chizma; b) – aksonometriyada o`qlar va predmet asosi sxemasini qurish; d) – tashqi konturlarni qurish; c) – teshikni qurish; e) – qirgimni qurish

Frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel tekisliklarda joylashgan aylanalari bo'lgan predmet qiyshiq burchakli frontal dimetriyada yoki izometriyada eng sodda tasvirlanadi. x va z o'qlari bo'yicha o'lchamlariga nisbatan y o'qi bo'ylab o'lchamlari kichik bo'lgan detallarning aksonometriyalari qiyshiq burchakli frontal izometriyada quriladi.

Sferik sirtlarga ega detallarni tasvirlashda qiyshiq burchakli proyeksiyalardan foydalanish tavsiya etilmaydi.

Aksonometriyada predmetning ichki tuzilishini ko'rsatish uchun qirqimlardan foydalaniladi. Bu qirqimlar predmetni asosiy proyeksiyalar tekisliklariga parallel bo'lgan tekisliklar bilan xayolan kesib, uning mos (oldingi) qismini shartli olib tashlash yo'li bilan hosil qilinadi (30-shakl, b ga qarang).

Aksonometriyada agar predmetning uchta asosiy o'lchamlari (uzunligi, eni, balandligi) dan biri tasvirlanmasdan qoladigan bo'lsa odatda aksonometriyada to'liq qirqim bajarilmaydi. Aks holda aksonometriya o'zining asosiy afzalligi – yaqqollikdan mahrum bo'ladi.

Qirqim berilgan aksonometriya qurishning ikkita ketma-ketligi bo'lishi mumkin:

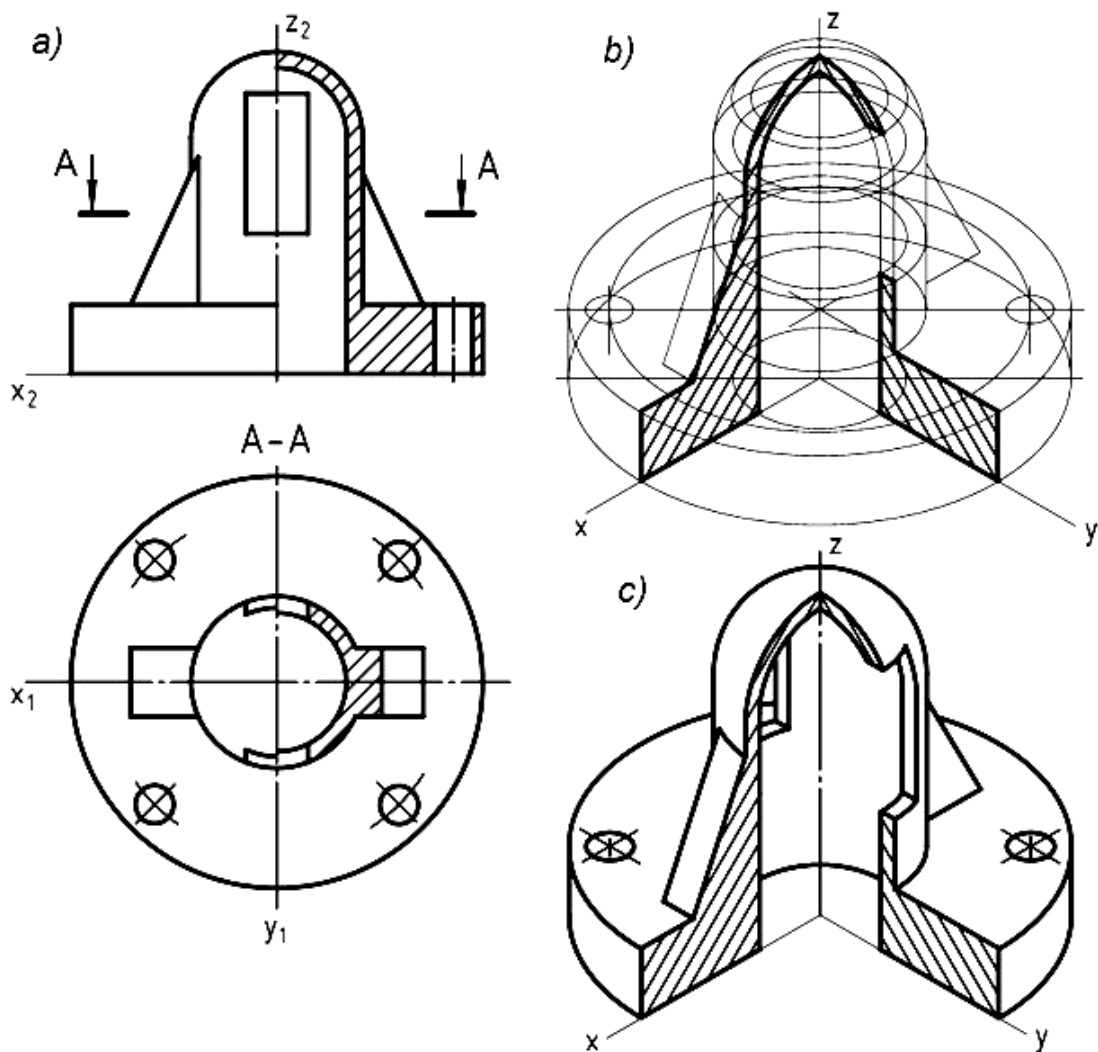
1. Oldin predmet qirqimsiz tasvirlanadi, shundan keyin kesuvchi tekisliklar kiritilib qirqim bajariladi (32-shakl).

2. Predmetning qirqim bajariladigan tekisliklar bilan kesishish konturlari quriladi, shundan keyin predmetning boshqa elementlarining tasvirlari qurib tugallanadi (33-shakl).

Ba'zan aksonometriya qurishda ushbu ikkala ketma-ketlikdan birgalikda foydalaniladi: predmetning bir qismi birinchi usulda, boshqa qismi ikkinchi usulda quriladi.

Aksonometrik proyeksiyalarda kesimlarni shtrixlash aksonometriya o'qlariga qurilgan kvadratlar proyeksiyalarining diagonallarining biriga parallel chiziqlar bilan bajariladi (31-shaklga qarang). x , y , z o'qlarga o'zgarish koeffitsientini hisobga olib o'lchab qo'yilgan to'g'ri chiziqning kesmalari kvadratning tomonlari bo'ladi.

Aksonometriya (to'g'ri burchakli dimetriya) qurishning ketma-ketligi 32-shaklda ko'rsatilgan.

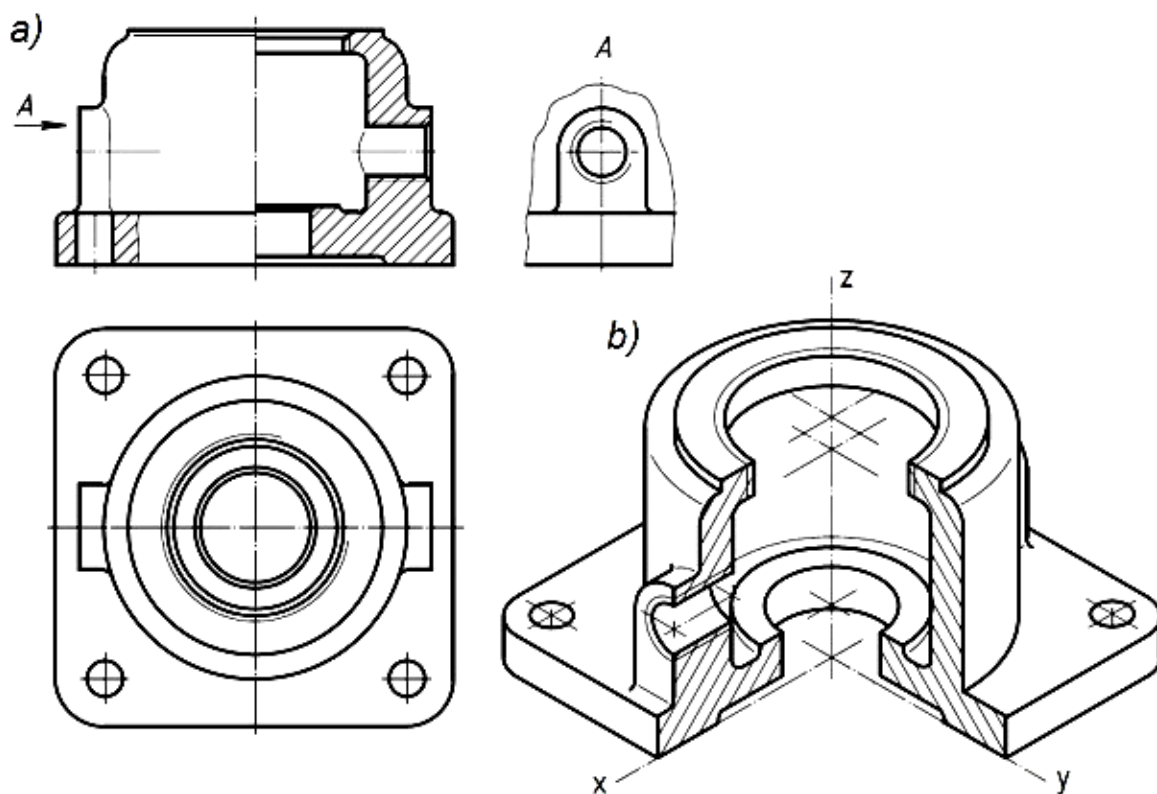


33-shakl. Aksonometriya qurish usullariga misol

32-shakl, a dagi chizmadan detaldagi kvadrat teshikning qirradi joylashgan simmetriya o'qidan chapdan o'tkazilgan ingichka to'lqinsimon chiziq ko'rinish va qirqimni (bosh ko'rinishda) ajratuvchi chiziq ekanligi ko'rinib turibdi.

Aksonometriyada (32-shakl, e ga qarang) ortogonal proyeksiyalardan (32-shakl, a ga qarang) farqli ravishda mustahkamlik qovurg'asi kabi ingichka devorlar qirqimda shtrixlanadi.

Aksonometriyada predmetning mayda konstruktiv element (faska, dumaloqlash va h.) larni aniq ko'rsatmaslik mumkin. Bir sirtidan ikkinchi sirtga ravon o'tish chiziqlarini shartli ravishda ingichka chiziqlar orqali tasvirlanadi (34-shakl, b).

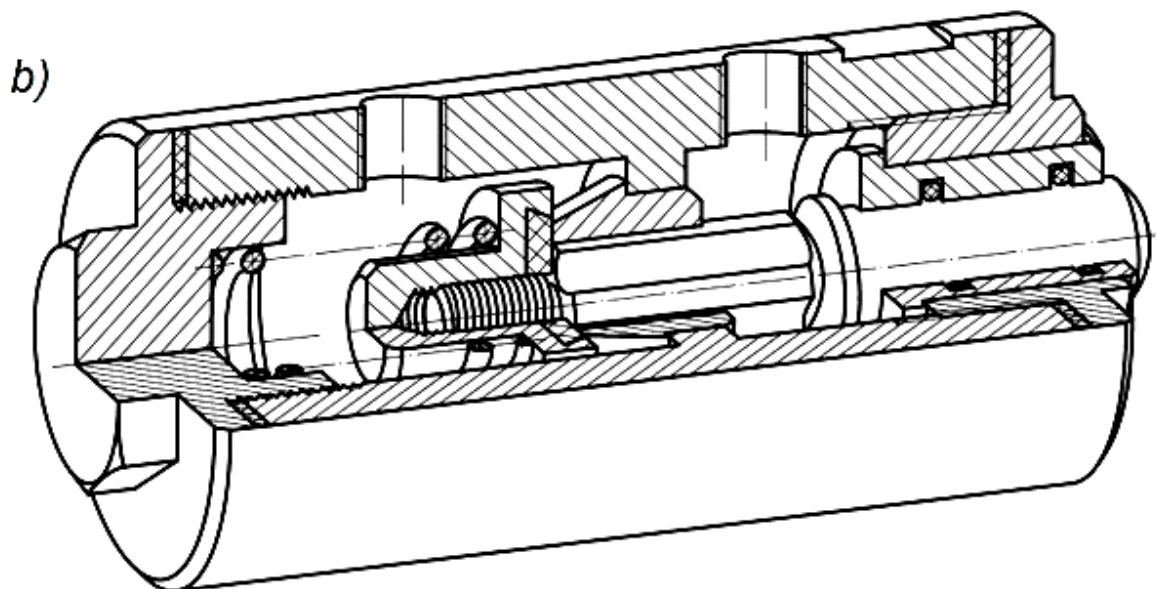
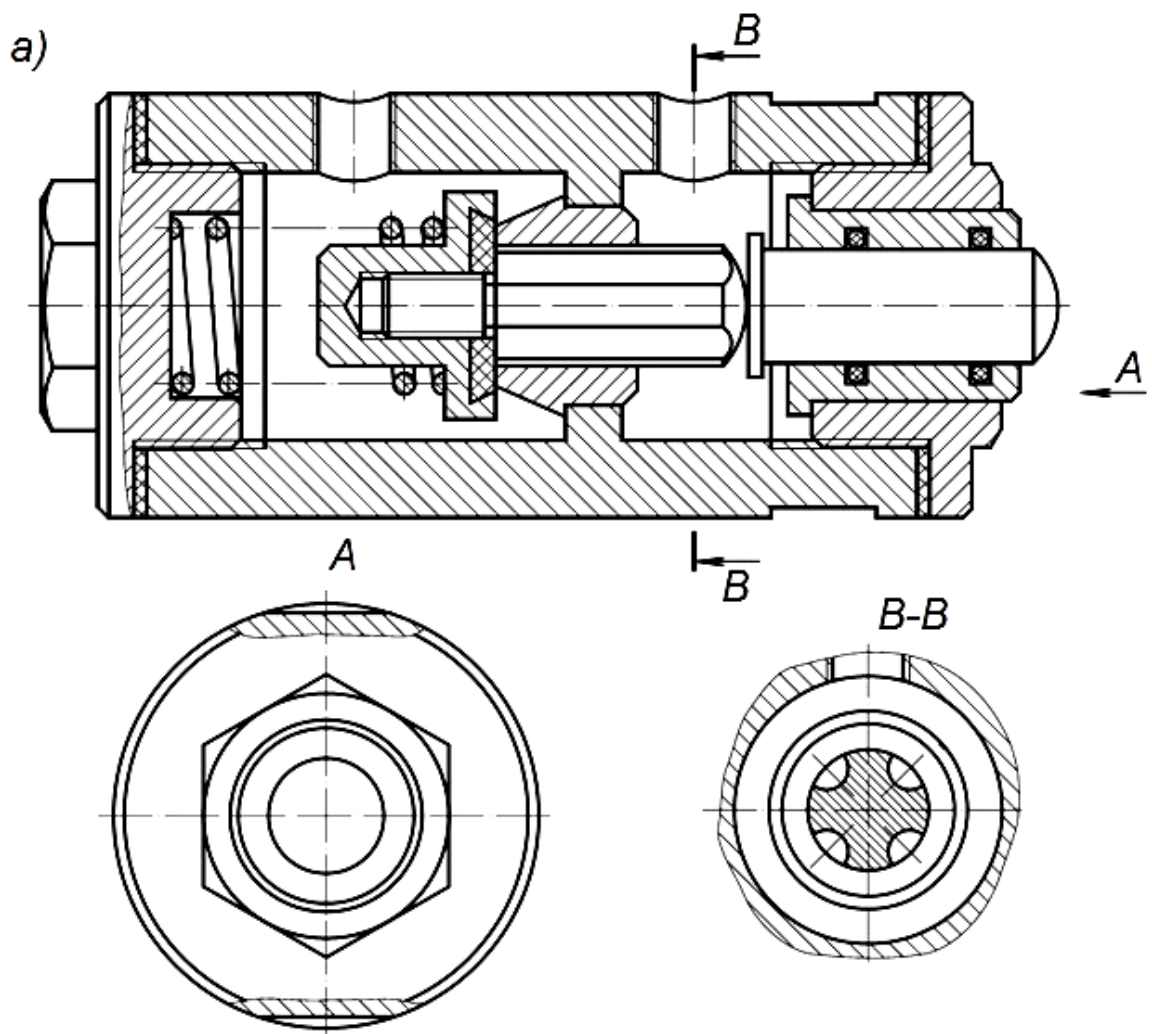


34-shakl. Aksonometriya qurish usullariga misol

35-shakl, a da yig`ish birligining umumiy ko`rinish chizmasi, 35-shakl, b da esa uning qirqim berilgan dimetrik tasviri keltirilgan.

Rezbalar aksonometriyada standartlarga asosan shartli belgilanadi (34-shakl, b; 35-shakl, b). Shuningdek rezba profilini to`liq yoki qisman ko`rsatishga ham ruxsat etiladi (35-shakl, b).

Aksonometrik proyeksiyalarda ichi g`ovak (bo`sh) bo`lmagan o`qlar, vallar, sterjenlar va h. lar kesilmasdan tasvirlanadi (35-shakl, b).



35-shakl. Yig`ish birligining umumiy ko`rinish chizmasi va aksonometriyasi

2.5. BUYUM AKSONOMETRIK PROYEKSIYASINI QURISH KETMA-KETLIGI

Buyum aksonometrik proyeksiyasini qurishning quyidagi ikkita variantini tavsiya qilish mumkin:

1. buyum kesim shaklini koordinata tekisliklariga parallel tekisliklardan foydalanib qurish va uni buyumning to'liq aksonometrik tasviri hosil bo'lgunicha to'ldirib borish (36-shakl).

2. buyumning aksonometriyasini to'liq bajarish va shundan keyin koordinata tekisliklariga parallel tekisliklardan foydalanib uning qirqimini bajarish (37-shakl.).

Birinchi usulda chizmada ortiqcha chiziqlar kam bo'lishi uchun ham u afzalroq hisoblanadi. Aksonometriyani qaysi usulda bajarilishiga qaramasdan aksonometriya qurish jarayonini ikki bosqichga ajratilishi maqsadga muvofiq.

Birinchi bosqich – tayyorgarlik:

- 1) berilgan chizmani o'qish;
- 2) aksonometrik proyeksiya turini tanlash;
- 3) buyumning ichki tuzilishini ko'rsatish uchun qanday kesimlardan foydalanish kerakligini aniqlash (kesuvchi tekisliklar $x'O'z'$ va $y'O'z'$ koordinata tekisliklariga parallel bo'lishi kerak);
- 4) buyumni chegaralab turgan sirtlarning tasvirini qurish ketma-ketligini aniqlash.

Ikkinchi bosqich – grafik (36-shakl);

1) berilgan buyumni dekart koordinatalar sistemasiga o'tkazib, detalning kompleks chizmasida koordinata o'qlarining proyeksiyalarini tasvirlash (36-shakl, a);

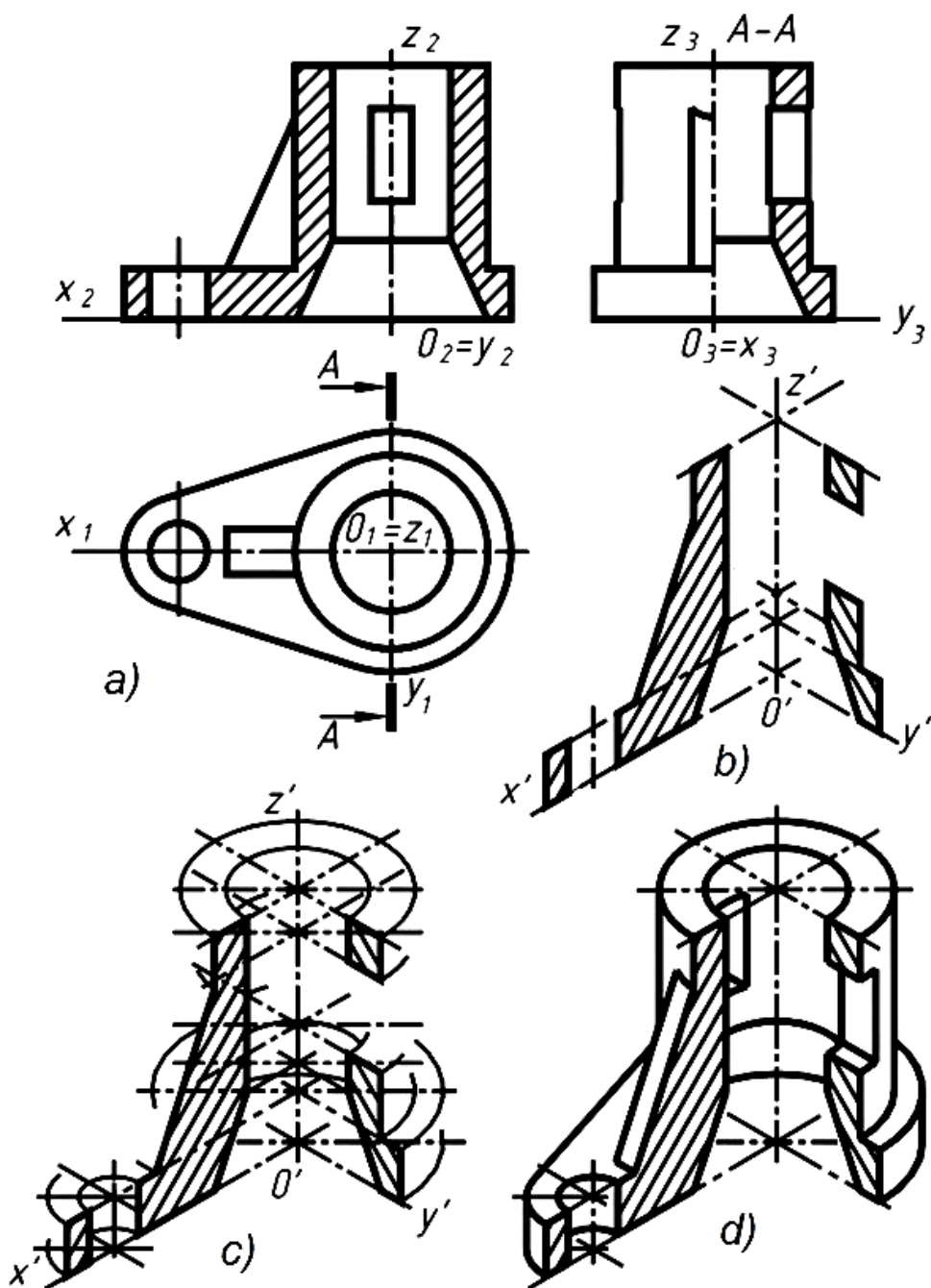
2) $x'O'z'$ va $y'O'z'$ koordinata tekisliklari bilan aksonometrik o'qlar va kesimlarning aksonometrik proyeksiyalari quriladi; bir vaqtning o'zida barcha aylana markazlarining aksonometrik markazlari belgilab olinadi (36-shakl, b);

3) detalning alohida qismlarini chegaralab turgan tsilindr va konus asoslari aylanalarining proyeksiyalari bo'lgan ellipslarni qurish (36-shakl, c);

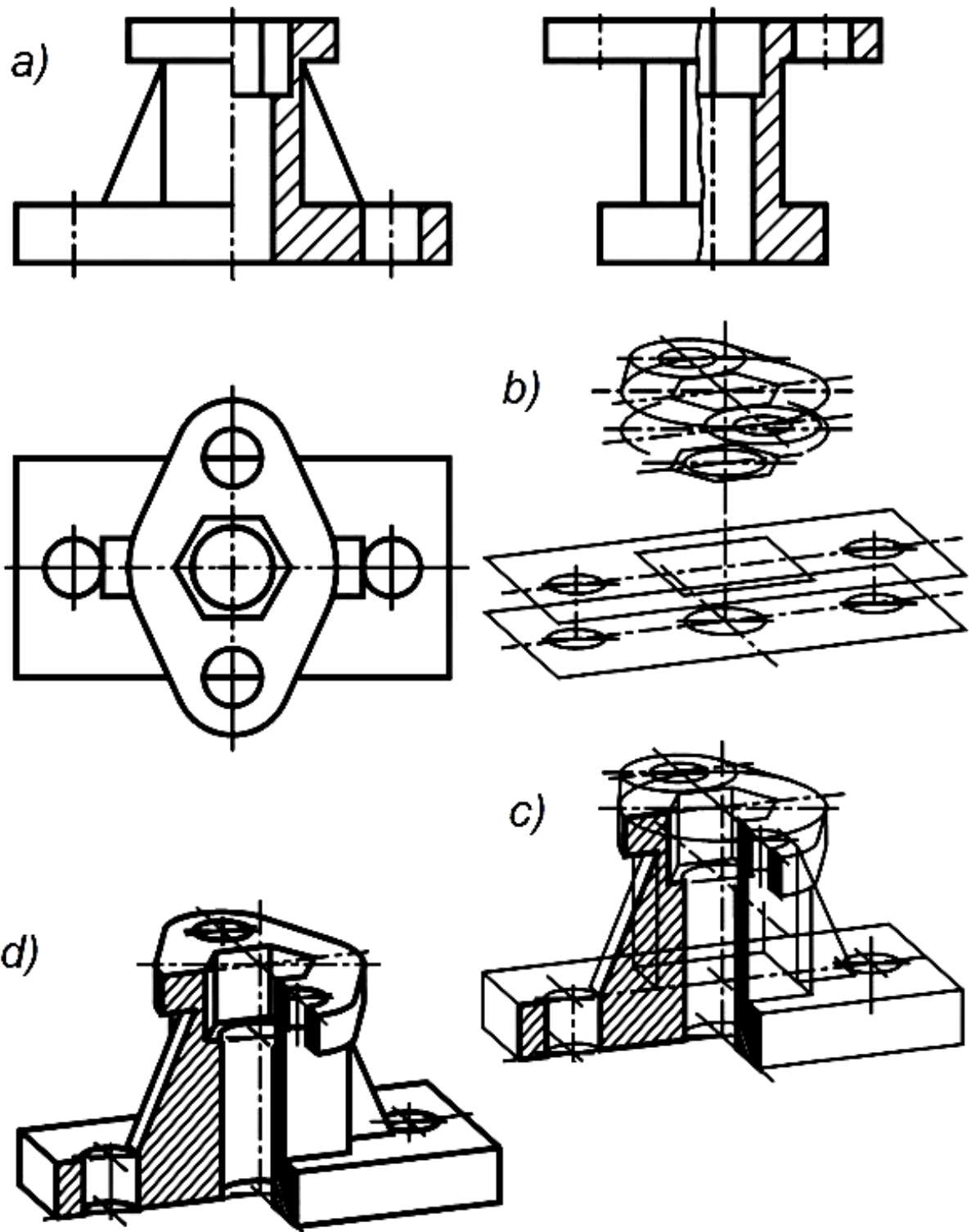
4) aksonometriyadagi to'g'ri chiziqli uchastkalarni qurib, detal konturining ko'rinadigan chiziqlari ustidan qalamda yurguzib chiqish (36-shakl, d);

5) yordamchi yasash chiziqlarini o'chirish, chizmani shtrixlash va chiziqlarning ustidan qalamda yurguzib chiqib, chizmani yakuniy taxt qilish.

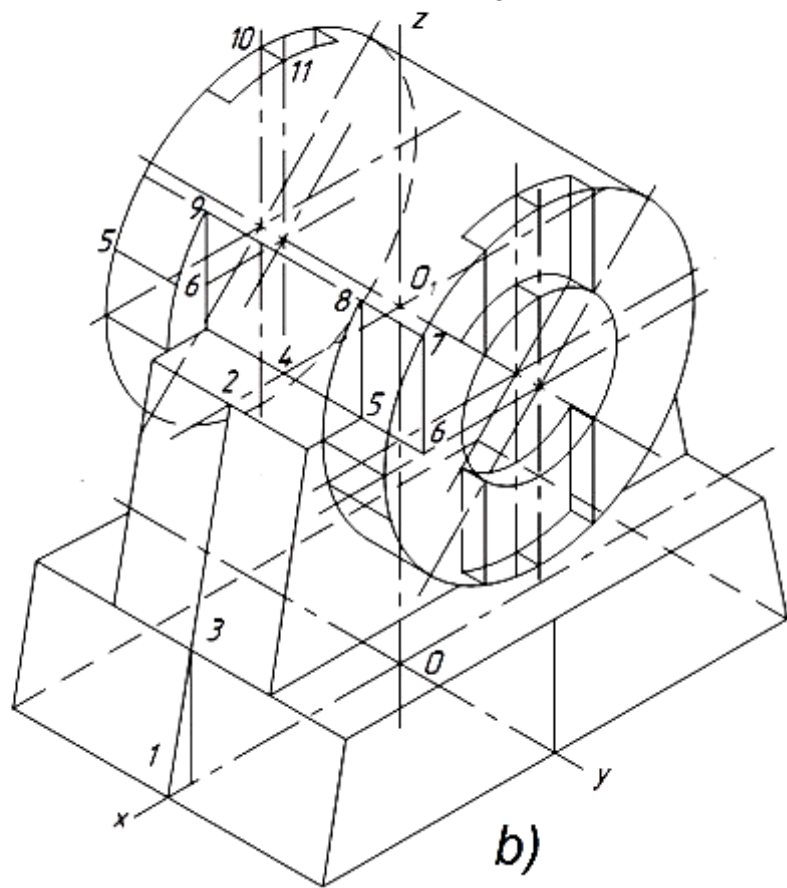
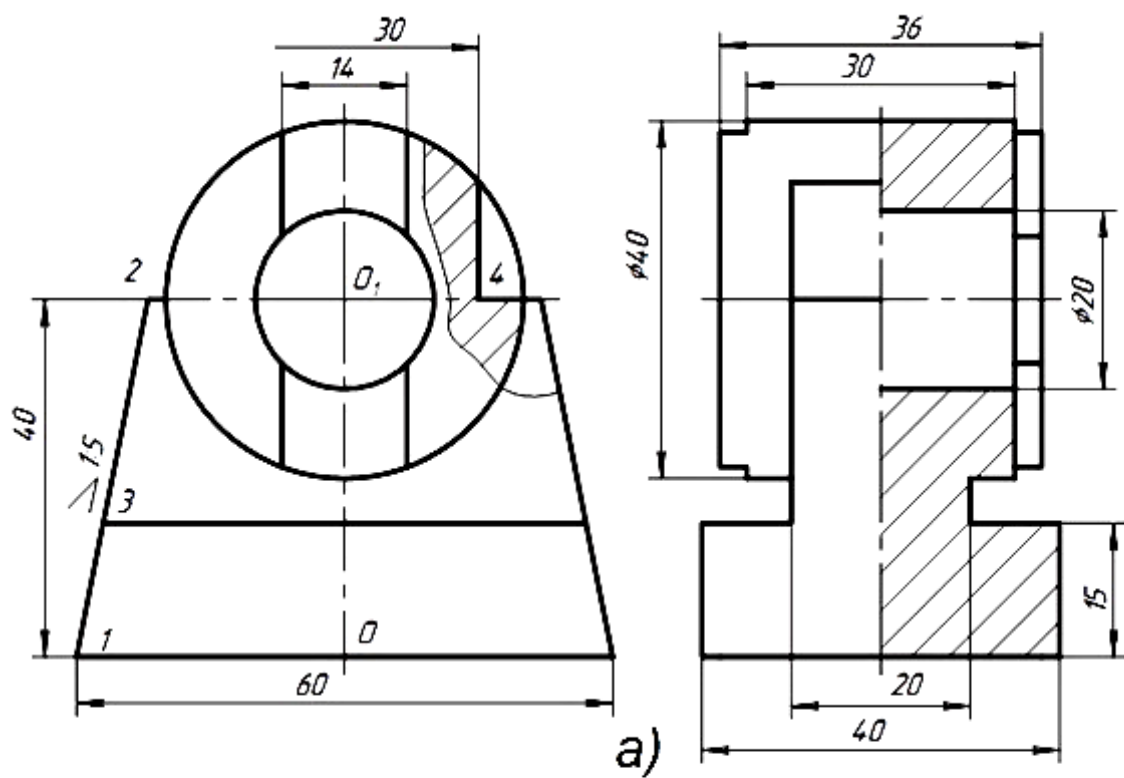
Aksonometriya qurishning ikkinchi usulining grafik bajarilishi 37-shaklda tasvirlangan.



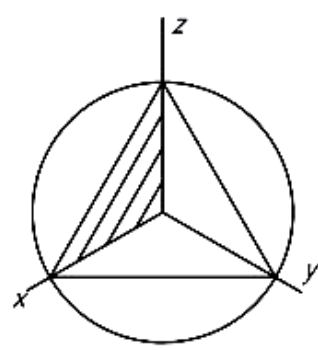
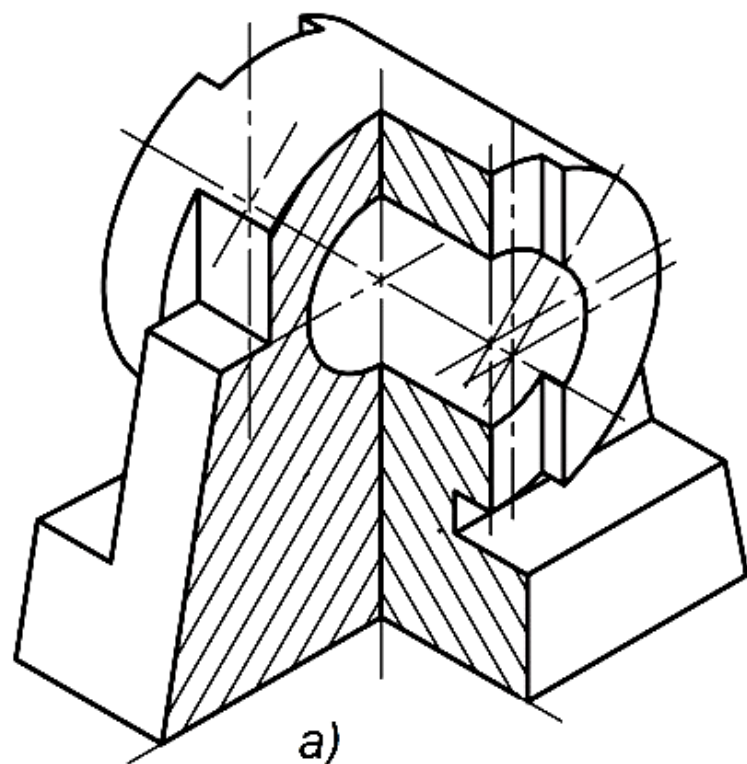
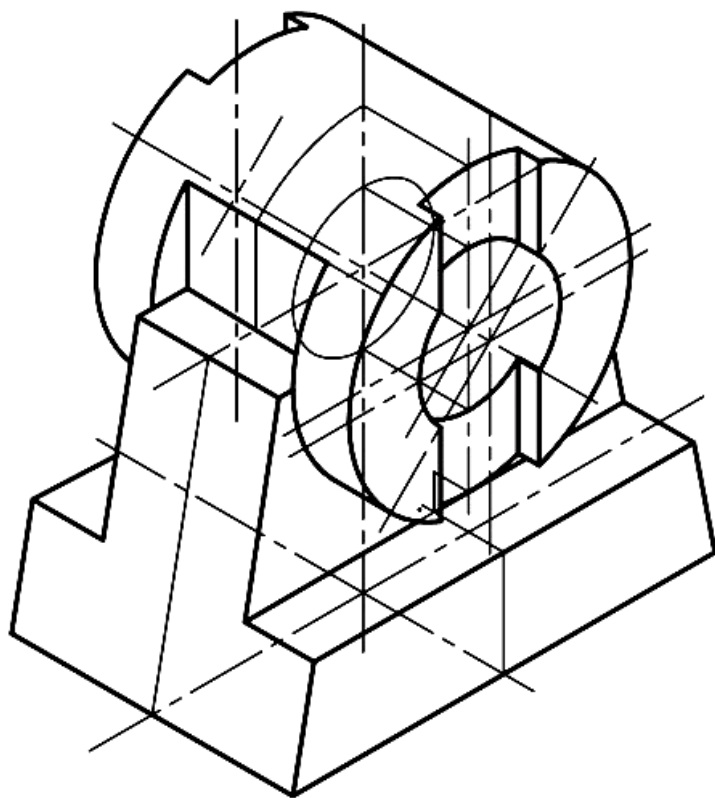
36-shakl.



37-shakl.



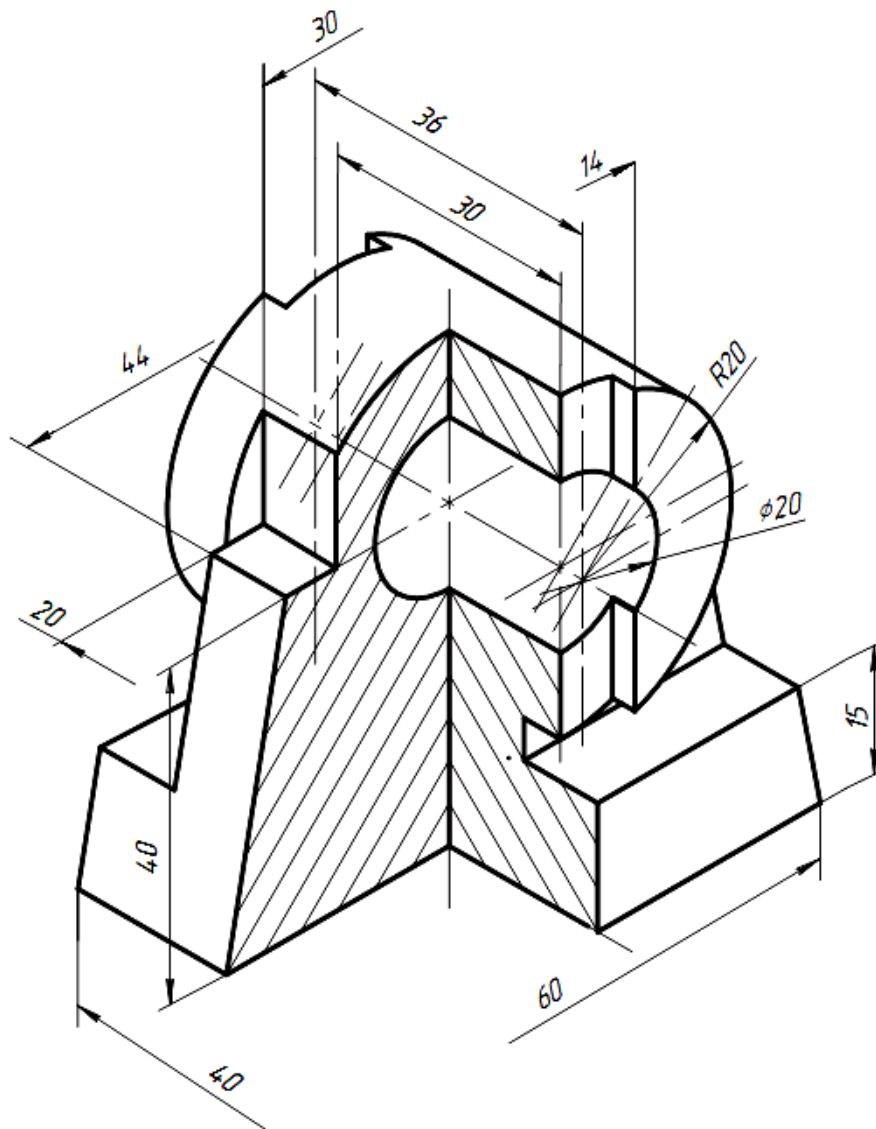
38-shakl. Aksonometrik chizmani taxt qilish ketma-ketligiga misol



38-shaklning davomi

2.6. AKSONOMETRIYADA O`LCHAM QO`YISH

Odatda aksonometrik proyeksiyalarga o`lchamlar qo`yilmaydi. O`lchamlar qo`yilgan aksonometriyalardan o`quv maqsadlarida foydalaniladi va unga misol 39-shaklda keltirilgan.

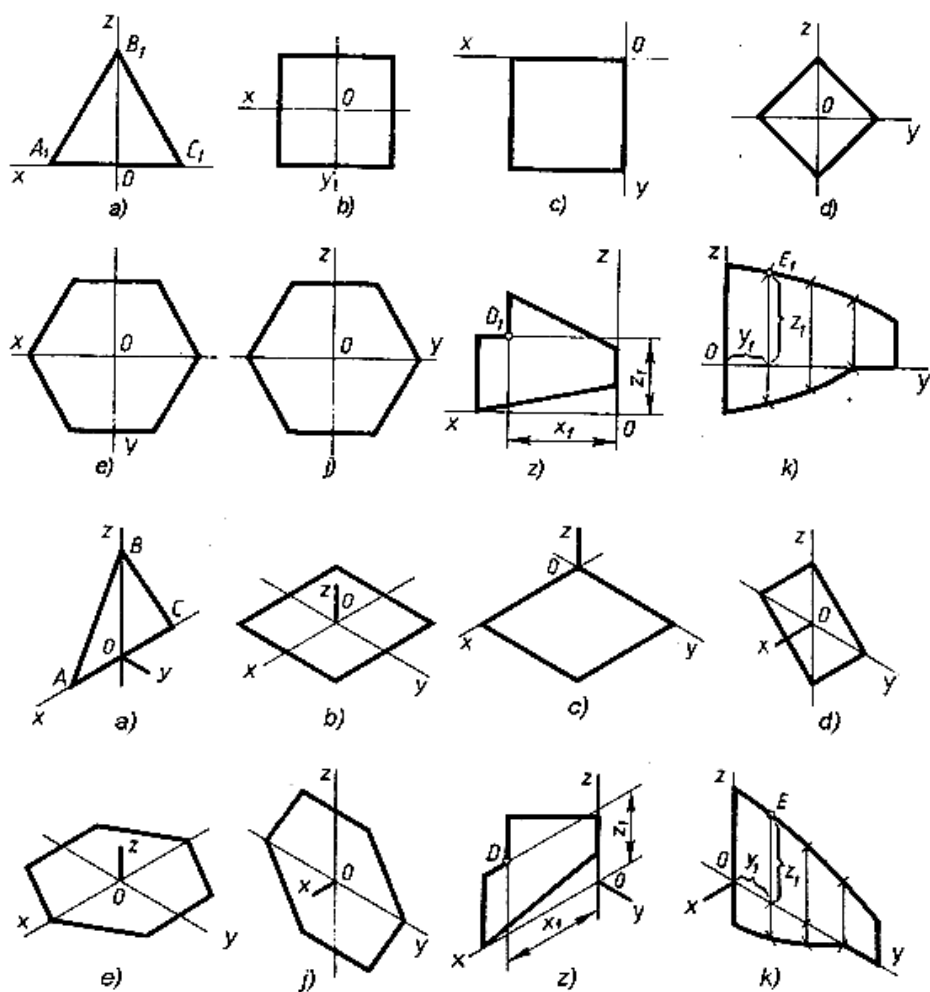


39-shakl. Aksonometrik proyeksiyada o`lcham qo`yishga misol

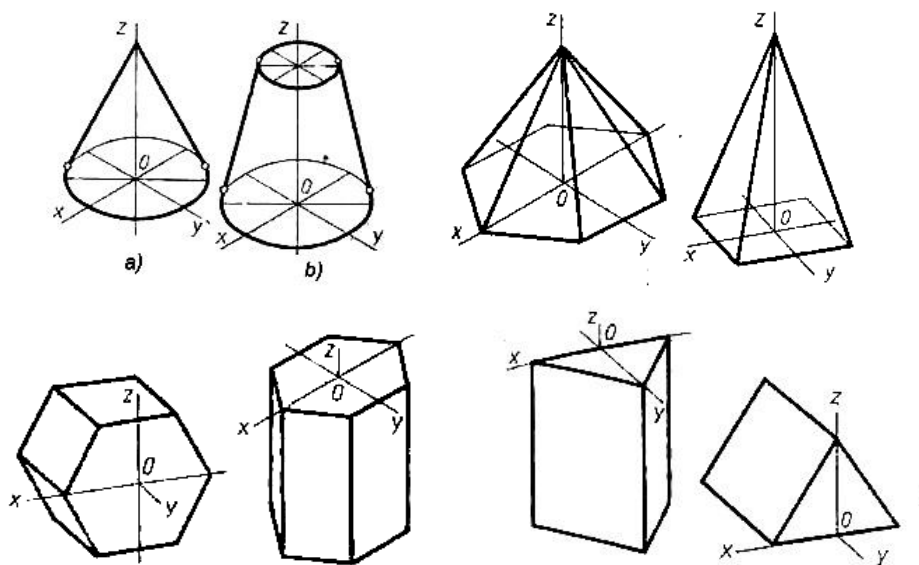
O`lcham qo`yishda chiqarish chiziqlarini aksonometriya o`qlariga, o`lcham chiziqlarini esa o`lchanayotgan kesmaga parallel qilib o`tkaziladi. Chizma bajarishga qo`yiladigan boshqa qoidalar ham aksonometriya bajarishda qo`llaniladi.

O`lcham sonlari o`lcham chizig`iga parallel qatorga yoki chiqarish chizig`i tokchasiga gorizontol qatorga yoziladi.

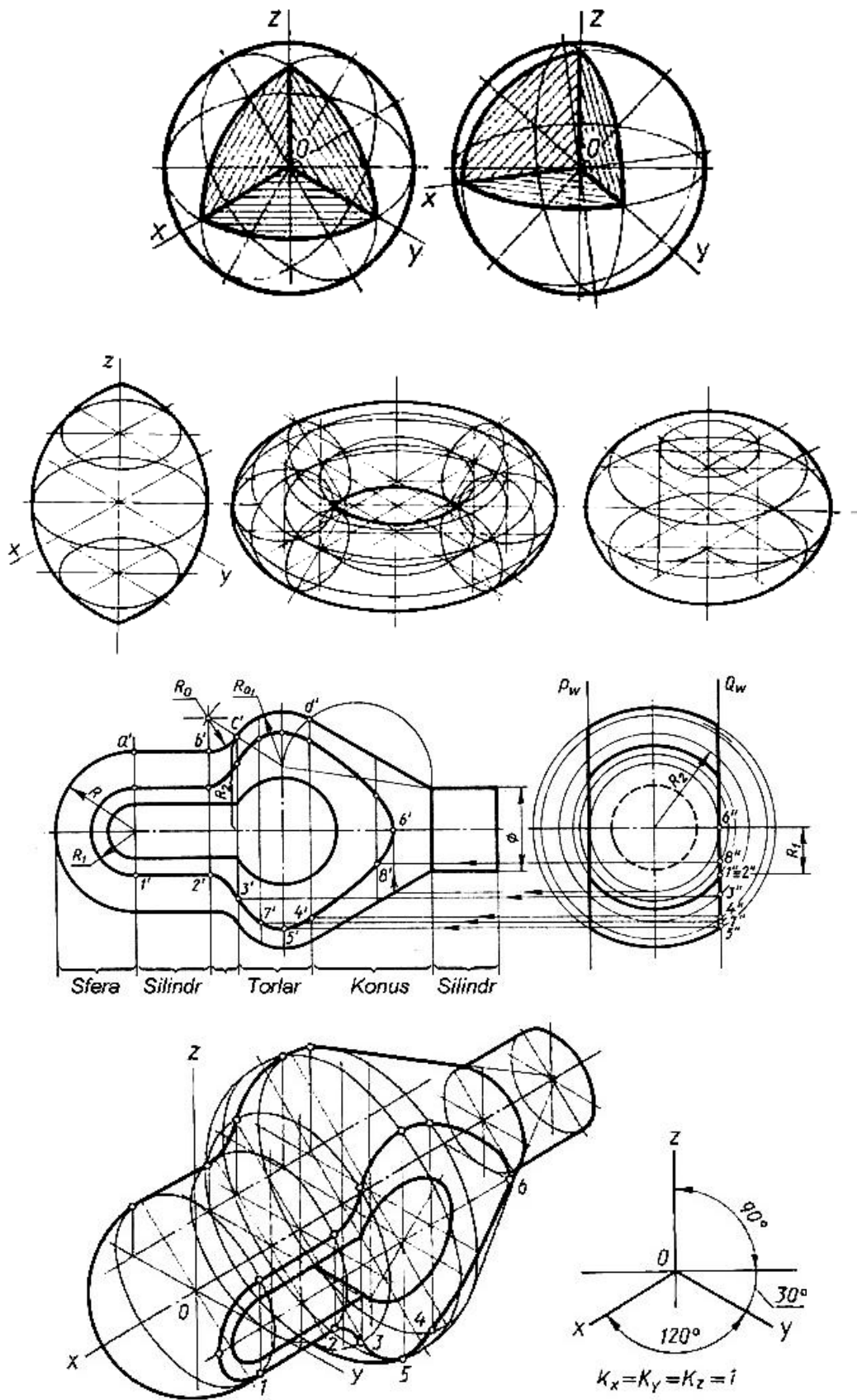
2.7. TURLI SHAKL VA PREDMETLARNING AKSONOMETRIYALARI VA ULARNI BAJARISH BOSQICHLARIGA MISOLLAR



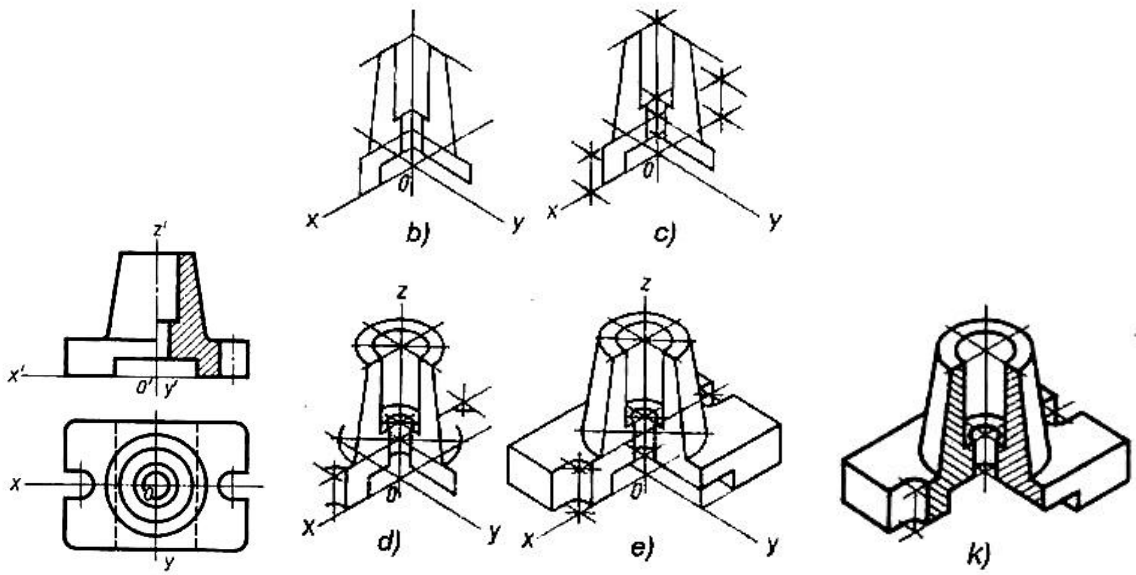
40-shakl. *Turli proyeksiya tekisliklaridagi yassi geometrik shakllar va ularning aksonometriyalari*



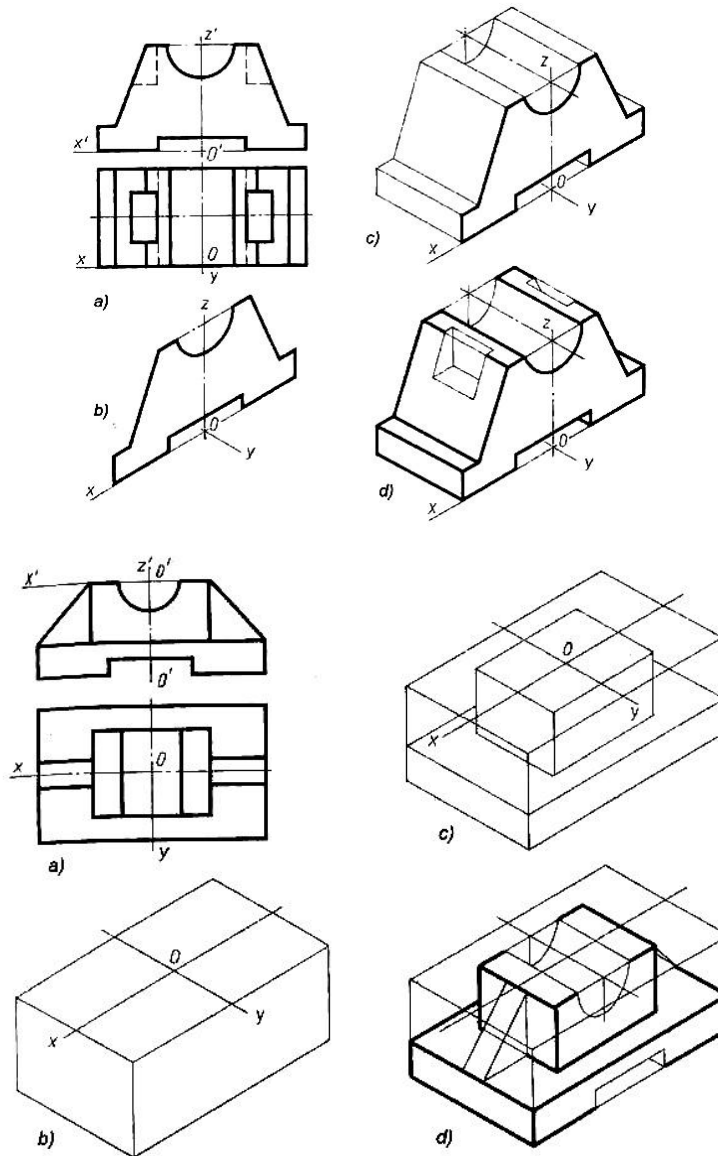
41-shakl. *Geometrik jismlarning aksonometriyalari*



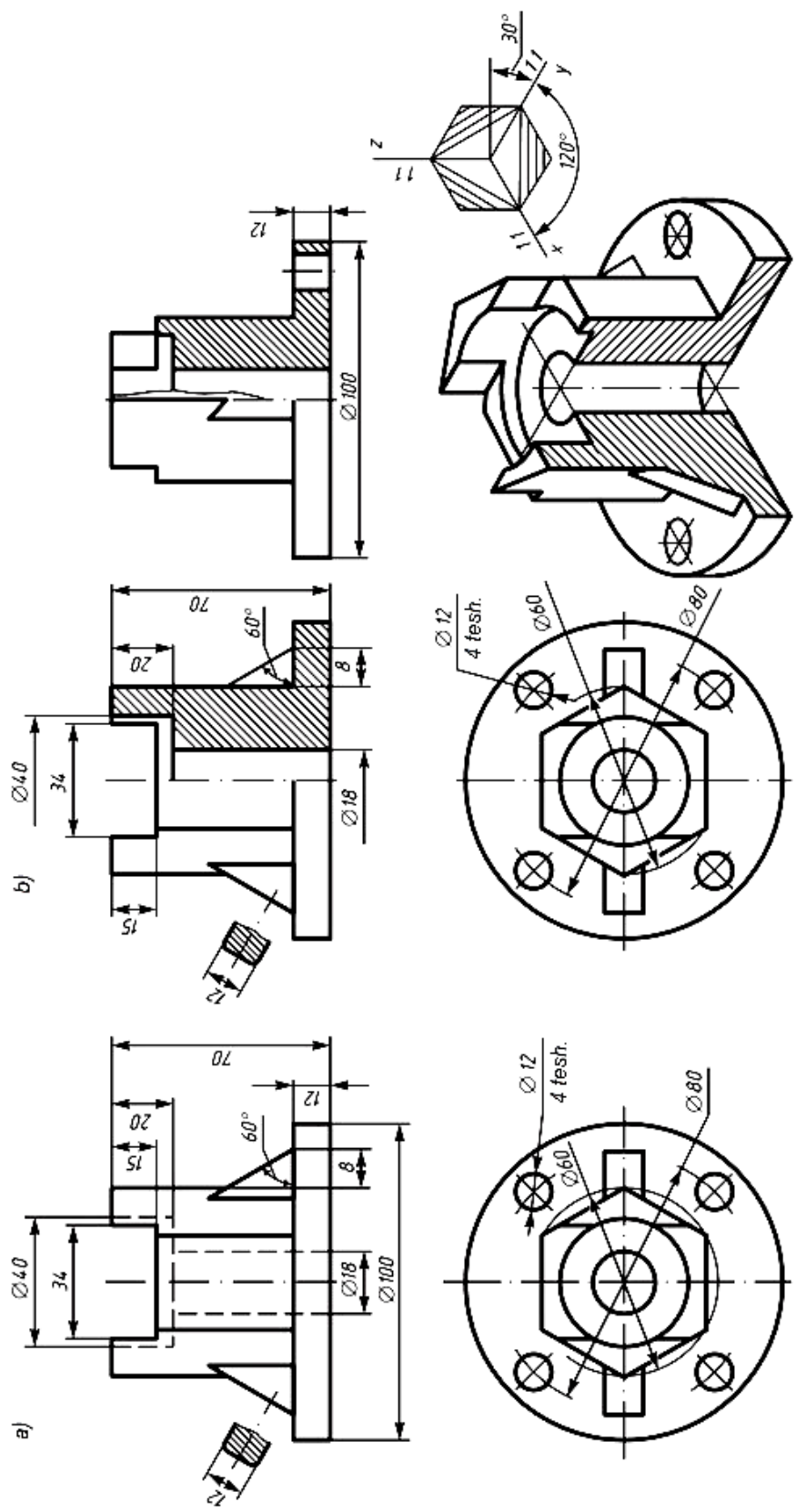
42-shakl. Aylanish jismlarining aksonometriyasini qurish namunalari



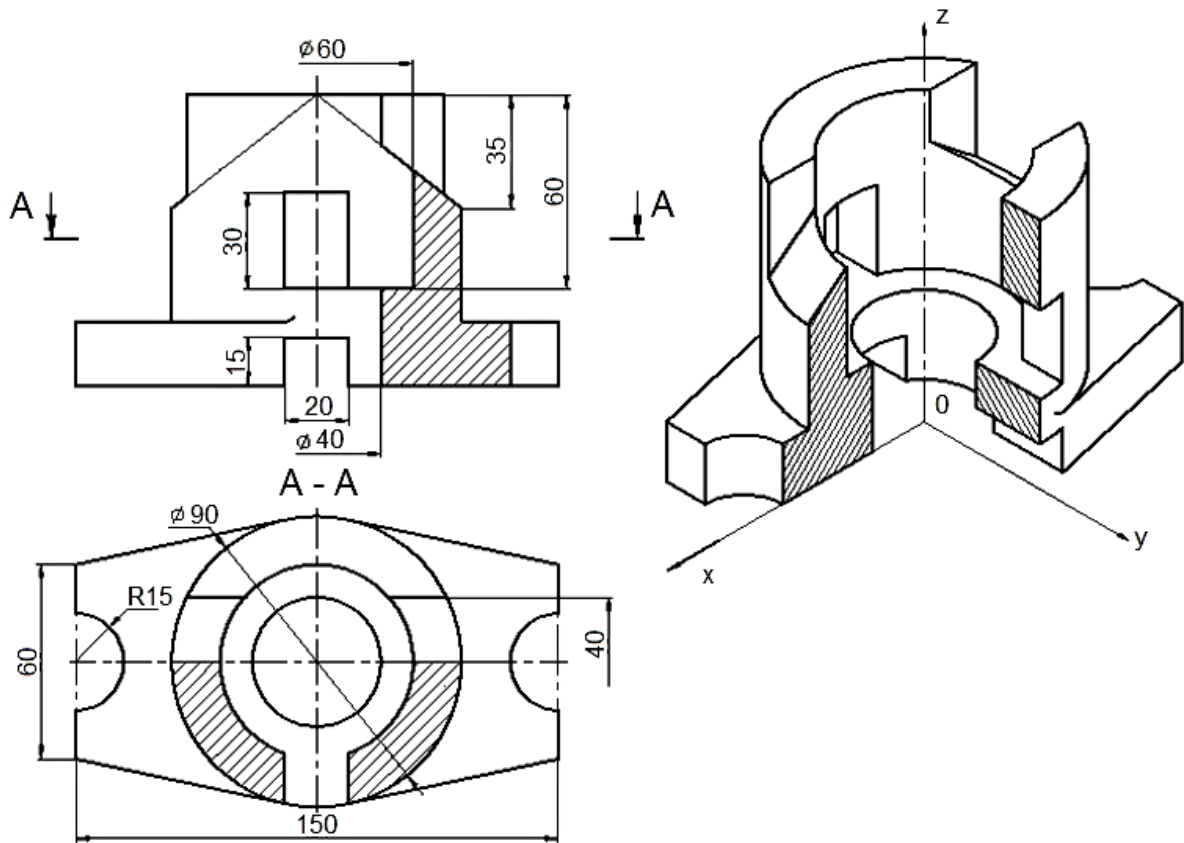
43-shakl. *Detal aksonometriyasini qurish bosqichlari namunasi*



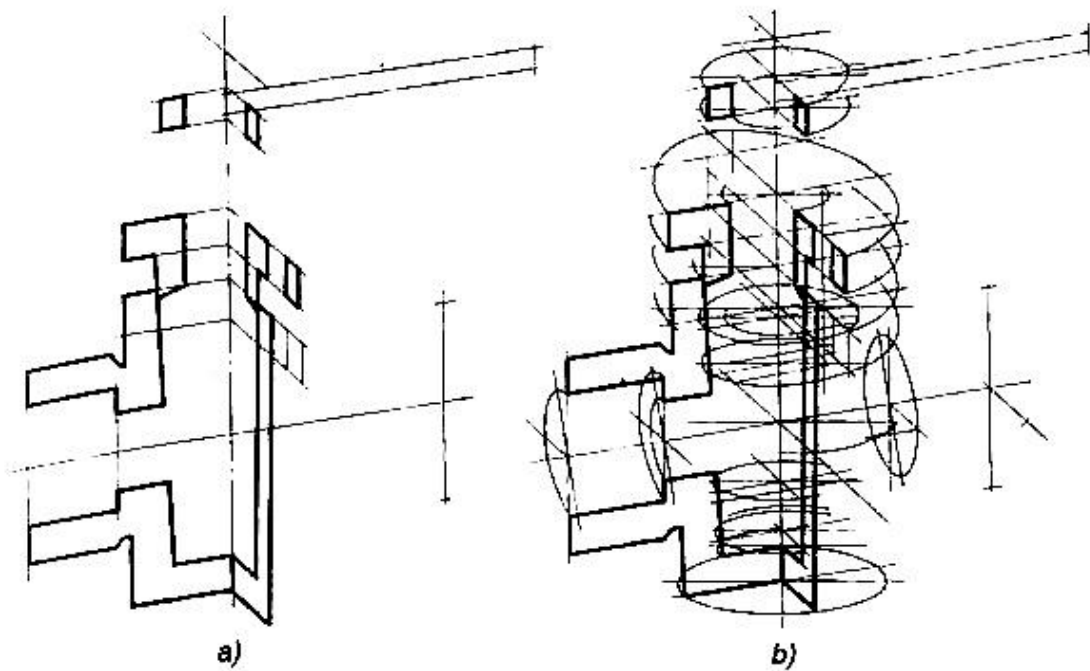
44-shakl. *Detal aksonometriyasini qurish bosqichlari namunalari*



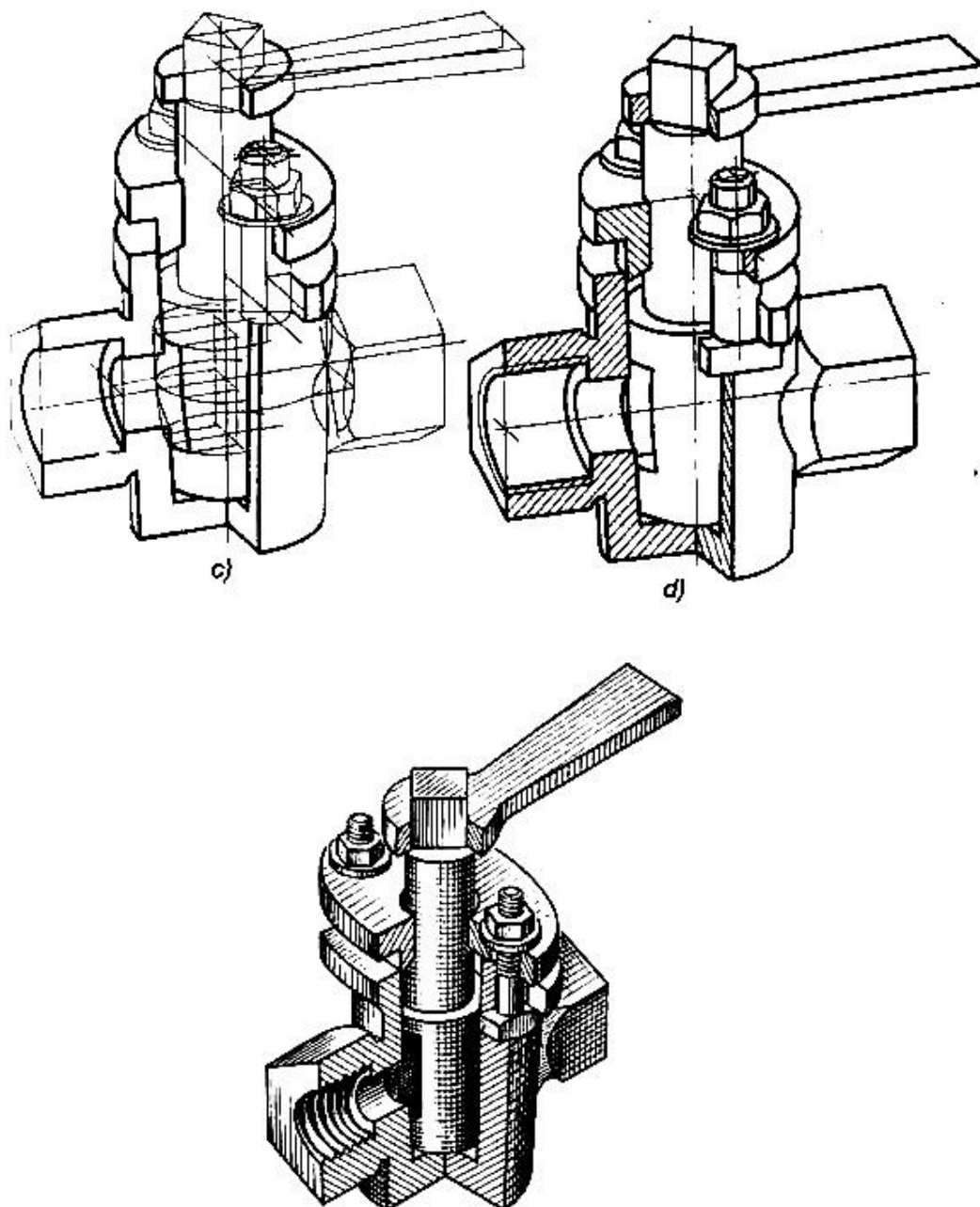
45-shakl. Detaning uchta proyeksiyasi, zarur qirqimlari va aksonometriyasini qurish namunasi



46-shakl. Aksonometrik proyeksiyalar topshirig`ini taxt qilinishi namunasi



47-shakl. Yig`ish birligi aksonometriyasini bajarish bosqichlari namunasi



47-shakl (davomi). Yig`ish birligi aksonometriyasini bajarish bosqichlari namunasi

2.8. GRAFIK ISHLARNI BAJARISH BO`YICHA UMUMIY METODIK KO`RSATMALAR

Bajarilgan grafik ishlar listlari semestr oxirida yig`ilib, A4 formatli papka shaklida tikiladi va amaliy mashg`ulot o`qituvchisiga topshiriladi. Papkaning oldingi varag`i shaffof list, birinchi varaq titul listi va undan keyin amaliy mashg`ulot o`qituvchisi tomonidan qabul qilingan barcha grafik ishlar tartib bo`yicha joylashtirib, tikiladi.

Titul listi tomonlarining o'lchamlari 297x210 bo'lgan A4 formatli chizma qog'ozida 48-shaklda keltirilgan ko'rinishda bajariladi. Titul listini kompyuter grafikasi vositalaridan foydalanib, A4 formatli standart yozuv qog'ozlarida bajarishga ham ruxsat qilinadi. Bu holda barcha yozuvlarni standart chizma shriftlarida bajarilishi talab qilinadi. Titul listidagi yozuvlarni bajarishda B tipdagi qiya yoki to'g'ri №5, 7 va 10 chizma shriftlaridan foydalaniladi.

The image shows a sample layout for the title page of a drawing album. The text is enclosed in a rectangular border. On the left side, three lines with arrows point to specific text elements, each labeled with a font size: 'SHRIFT №5' points to the university name, 'SHRIFT №10' points to the department name, and 'SHRIFT №5' points to the author's name. The layout includes the following text elements:

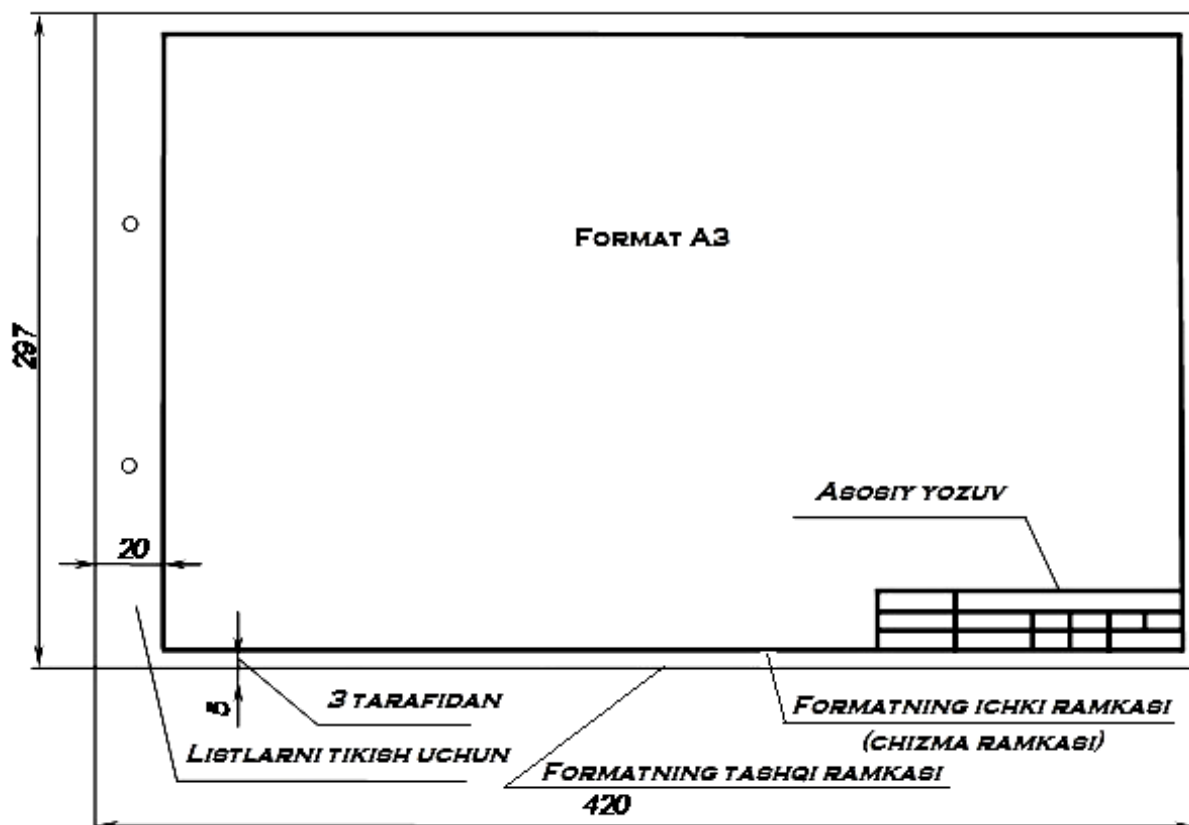
- Urganch davlat universiteti
- FAKULTET
- "Tasviriy san'at va muhandislik grafikasi" kafedrası
- Chizma geometriya fanidan grafik ishlar albomi
- Bajardi: talaba _____
TALABANING FAMILIYASI, ISMI SHARIFI
- Guruh: _____
GURUH №, SHIFRI
- Tekshirdi: _____
O' QITUVCHINING FAMILIYASI, ISMI SHARIFI
- Urganch - 2014

48-shakl. Grafik ishlar albomi titul varag`ini taxt qilish namunasi

Barcha grafik topshiriqlar A3 formatli standart chizma qog'ozida, har bir topshiriqni bajarish bo'yicha keltirilgan namunaga asosan taxt qilinadi. Topshiriqlarni o'qituvchiga tekshirishga topshirib, ko'rsatilgan xato va kamchiliklari tuzatiladi va to'g'rilangan grafik ishga o'qituvchining ishni taxt qilishga ruxsat beradigan imzodan keyin ish qalamda yurgizib chiqib taxt qilinadi. A3 formatli chizma listini taxt qilinishiga misol 49-shaklda keltirilgan.

Grafik ishlar uchun asosiy yozuv, o'lchamlari va uni to'ldirish tartibi 50-shaklda keltirilgan. Asosiy yozuv chizmaning o'ng tarafdagi pastki burchagida yo'g'on tutash chiziq bilan bajariladi. Asosiy yozuv matni B tipdagi №7 va №5 chizma shriftlarida to'ldiriladi.

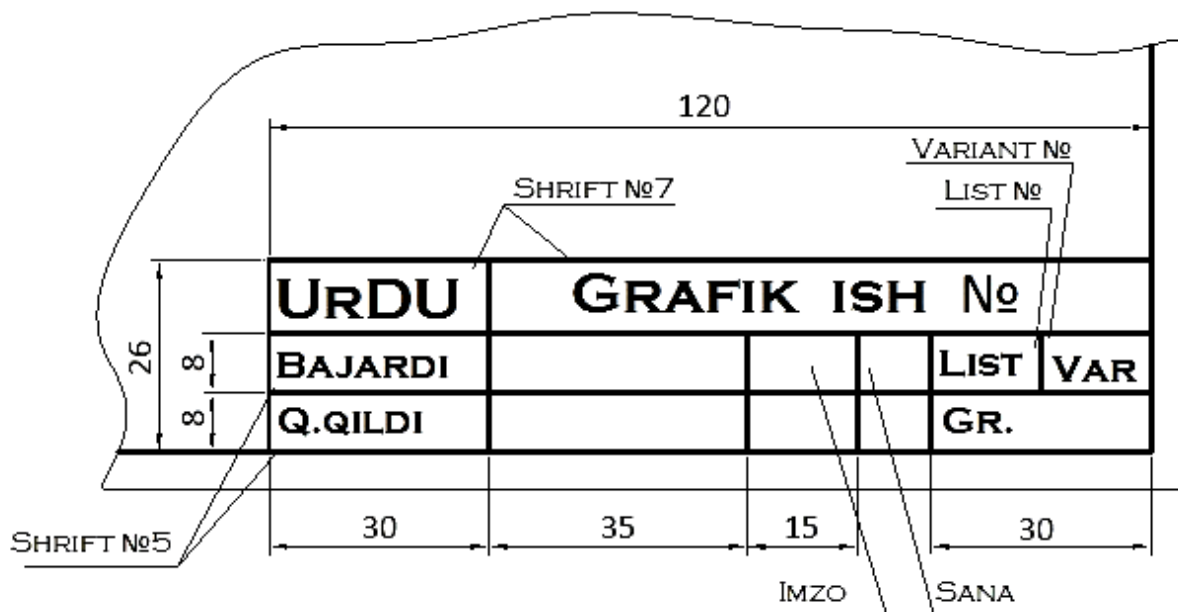
Proyeksion, mashinasozlik va qurilish chizmalarida KHYaT ga asosan standart "Asosiy yozuv" bajariladi. Bu chizmalarda tayyor tipografiya ramkasi, jadvali va uning ostidagi asosiy yozuvi tushirilgan standart formatlardan foydalanishga ham ruxsat qilinadi.



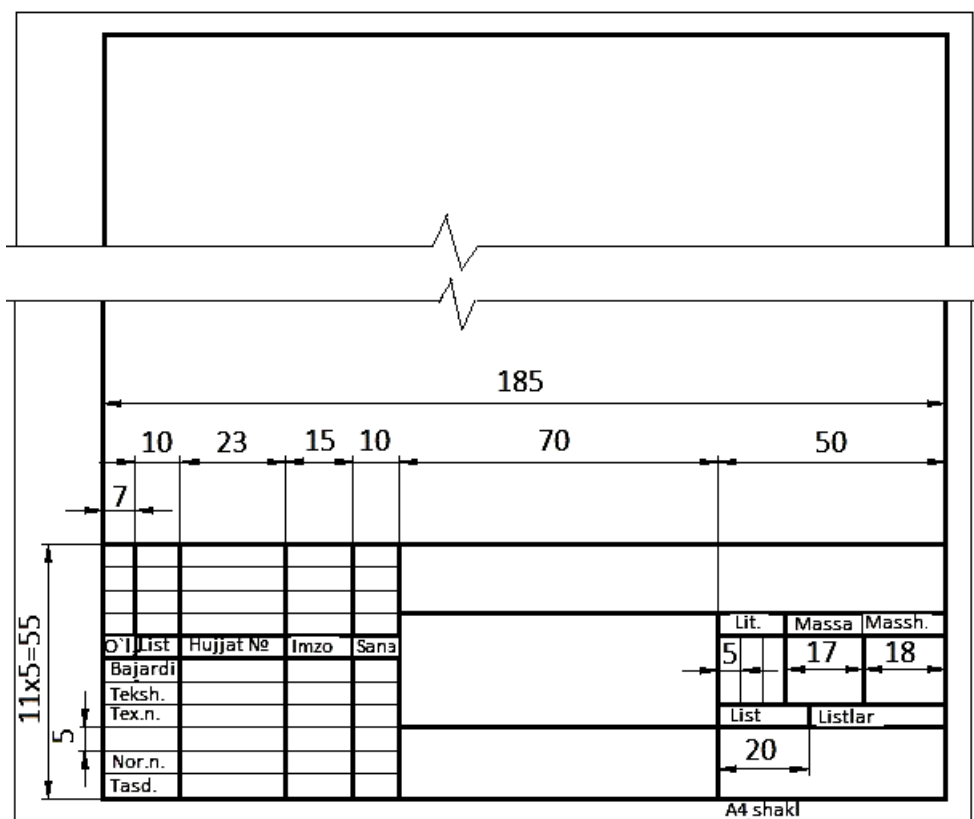
49-shakl. A3 formatli chizma listini taxt qilish namunasi

Chizma va sxemalarda qo'llaniladigan 1-shakldagi asosiy yozuv 51-52-shakllarda, matnli hujjatlarning sarvarag'ida qo'llaniladigan 2-shakldagi asosiy yozuv 53-shaklda keltirilgan. A4 formatlarda asosiy

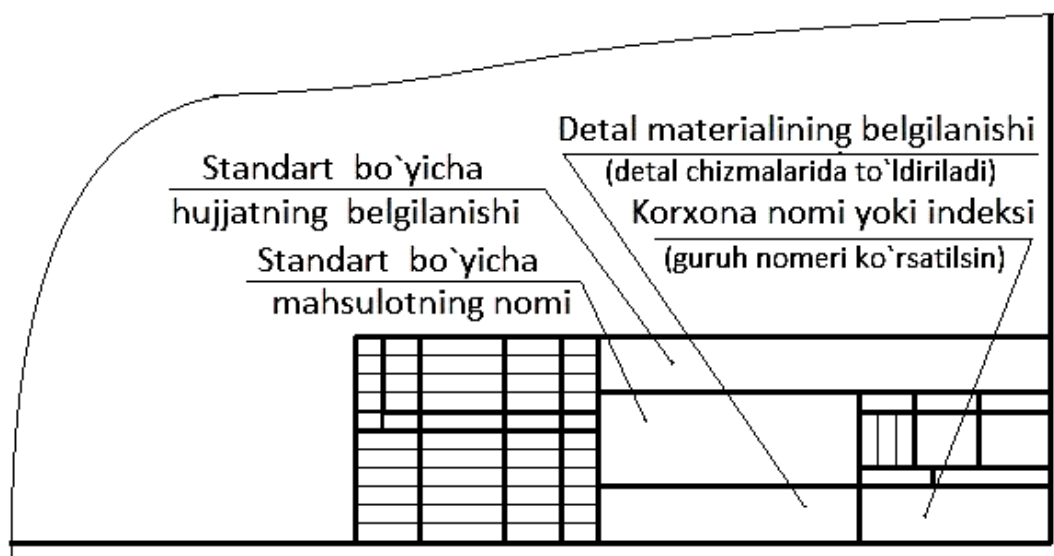
yozuv chizma ramkasining faqat qisqa tomonida, boshqa formatlarda, jumladan A3 formatli chizma qog'ozida ham qisqa va uzun tomonlari bo'yicha joylashtirilishi mumkin.



50-shakl. Asosiy yozuvni to'ldirish namunasi



51-shakl. Chizma va sxemalarda qo'llaniladigan asosiy yozuv namunasi



52-shakl. Asosiy yozuv grafalarini to'ldirish

8	15	Format	Zona	Poz.	Belgilanishi	Nomi	Soni	Esl.
		6	6	8				
					70	63	10	22

53-shakl. Matnli hujjatlarning sarvarag'ida qo'llaniladigan asosiy yozuv namunasi

1- grafik topshiriq. Prizma va piramida ortogonal proyeksiyalarini qurish

1-vazifa. Prizma proyeksiyasining gorizontaal proyeksiyasini qurishni yakunlab oxiriga etkazing va uning profil proyeksiyasini quring.

2-vazifa. Piramida proyeksiyasining gorizontal proyeksiyasini qurishni yakunlab oxiriga etkazing va uning profil proyeksiyasini quring.

Topshiriq variantlari 1-jadvaldan olinadi. Ushbu topshiriq aksonometriya qurishning tayyorgarlik bosqichiga tegishli bo'lgani uchun fan o'qituvchisi undan sirtlarning tekislik bilan kesishishi mavzusini o'rganish jarayonida foydalanishi ham mumkin. Grafik topshiriqlarni ikkalasini ham bitta A3 formatli chizmachilik qog'ozida bajaring va 54 va 55-shakllardagi namunalar bo'yicha taxt qilib topshirishga tayyorlang.

2-grafik topshiriq. Aksonometrik proyeksiyalarni qurish.

1-vazifa. Piramidaning to'g'ri burchakli dimetriyasini quring.

2-vazifa. Tsilindrning to'g'ri burchakli izometriyasini quring.

Topshiriq variantlari o'qituvchi ko'rsatmasi bo'yicha 1-vazifa uchun 2-jadvaldan, 2-vazifa uchun 3-jadvaldan olinadi.

2-grafik topshiriq A3 formatli chizmachilik qog'ozida bajariladi va 56 va 57-shakllardagi namunalar bo'yicha taxt qilinadi.

Kursda aksonometrik proyeksiyalarni o'rganishga ajratilgan o'quv soatlari miqdorini hisobga olgan holda, kafedra yig'ilishi qarori bo'yicha o'qituvchi talabalarga ushbu vazifalardan birini bajarishni vazifa qilib berishi ham mumkin.

3-grafik topshiriq. Geometrik jismlar aksonometriyasini qurish.

Berilgan geometrik jismning profil proyeksiyasi va to'g'ri burchakli izometriya yoki to'g'ri burchakli dimetriyada aksonometriyasini quring.

Shakli frontal proyeksiyada tasvirlangan yon tarafida bo'ylama teshigi bo'lgan, ichi bo'sh geometrik jismning uchta proyeksiyadagi chizmasini bajaring. Gorizontal proyeksiyadagi etishmaydigan chiziqlarni qurib oxiriga etkazing. O'lchamlarini qo'ying.

Talabalar topshiriq variantini o'qituvchi ko'rsatmasi bo'yicha 4-jadvaldan oladilar. Aksonometriya turini tanlashda uning yaqqollik darajasi yetarlicha aniqlikda bo'lishi hisobga olinadi. Topshiriqni bajarish namunasi 58-shaklda keltirilgan.

4-grafik topshiriq. Geometrik jismlarning ortogonal proyeksiyalari, qirqimlari va aksonometriyasini qurish.

Modelning berilgan ikkita proyeksiyasi bo`yicha vertikal va gorizontal qirqimlarni qo`llagan holda uchinchi proyeksiyasini quring. Proyeksiyalorvchi tekislikdan hosil bo`lgan kesimni quring. Model aksonometriyasini quring.

Topshiriq variantlari 5-jadvaldan o`qituvchining ko`rsatmasi bo`yicha olinadi va chizma 59-shakldagi namuna bo`yicha taxt qilinadi.

5-grafik topshiriq. Detalning proyeksiyasi.

A3 formatli chizmachilik qog`ozida detalning uchta proyeksiyasi va to`g`ri burchakli izometriyasini quring.

Topshiriq variantlari 6-jadvaldan o`qituvchi ko`rsatmasi bo`yicha olinadi. Topshiriqni bajarish namunasi 60-shaklda keltirilgan.

6-grafik topshiriq. Detalning ortogonal proyeksiyalari, aksonometriyasi va qirqimlari.

A3 formatli chizmachilik qog`ozida detalning uchta proyeksiyasi va to`g`ri burchakli izometriyasini quring. Ko`rinishlarda va aksonometriyada zarur qirqimlarni bajaring.

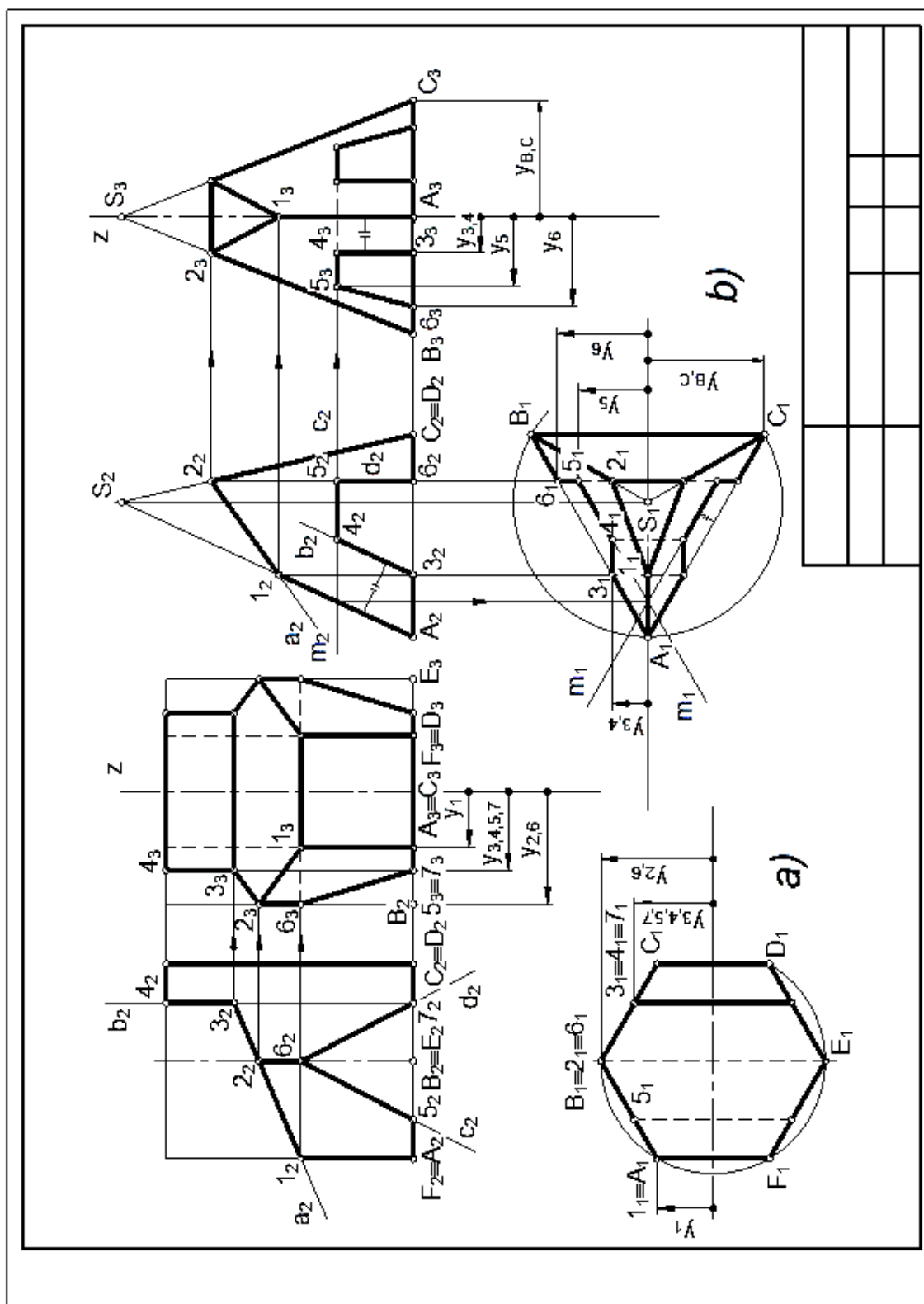
Topshiriq variantlari 7-jadvaldan o`qituvchi ko`rsatmasi bo`yicha olinadi. Topshiriqni bajarish namunasi 61-shaklda keltirilgan.

7-grafik topshiriq. Detalning etishmaydigan proyeksiyasi, aksonometriyasi va qirqimlarini qurish.

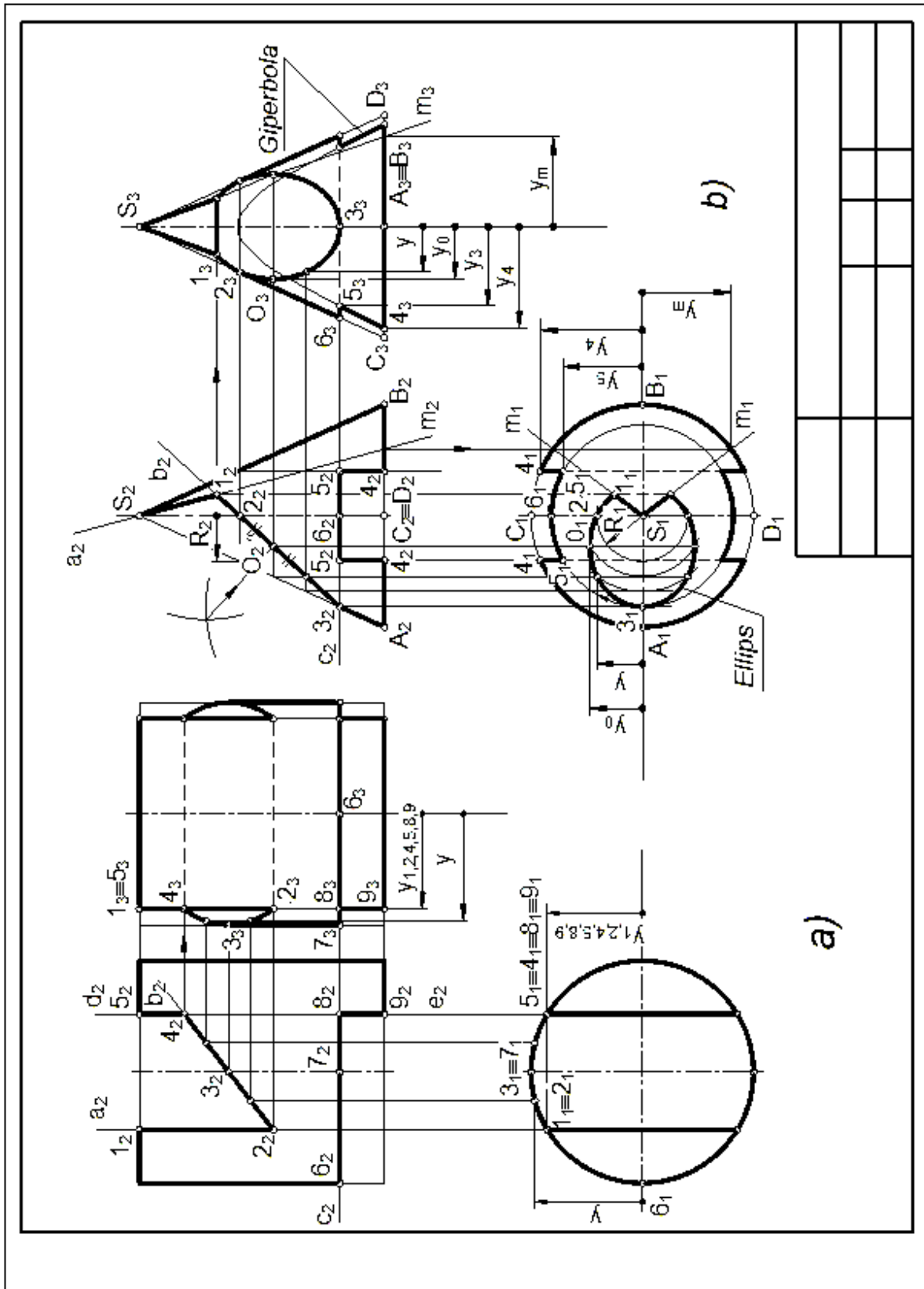
Detalning berilgan ikkita proyeksiyasi bo`yicha uning etishmaydigan uchinchi proyeksiyasini quring va sxemada ko`rsatilgan tartibda qirqimlarni bajaring. Izometrik proyeksiyasini uning oldindagi chorak qismini kesib olingan shaklda quring.

Topshiriq variantlari 8-jadvaldan o`qituvchi ko`rsatmasi bo`yicha olinadi. Topshiriqni bajarish namunasi 62-shaklda keltirilgan.

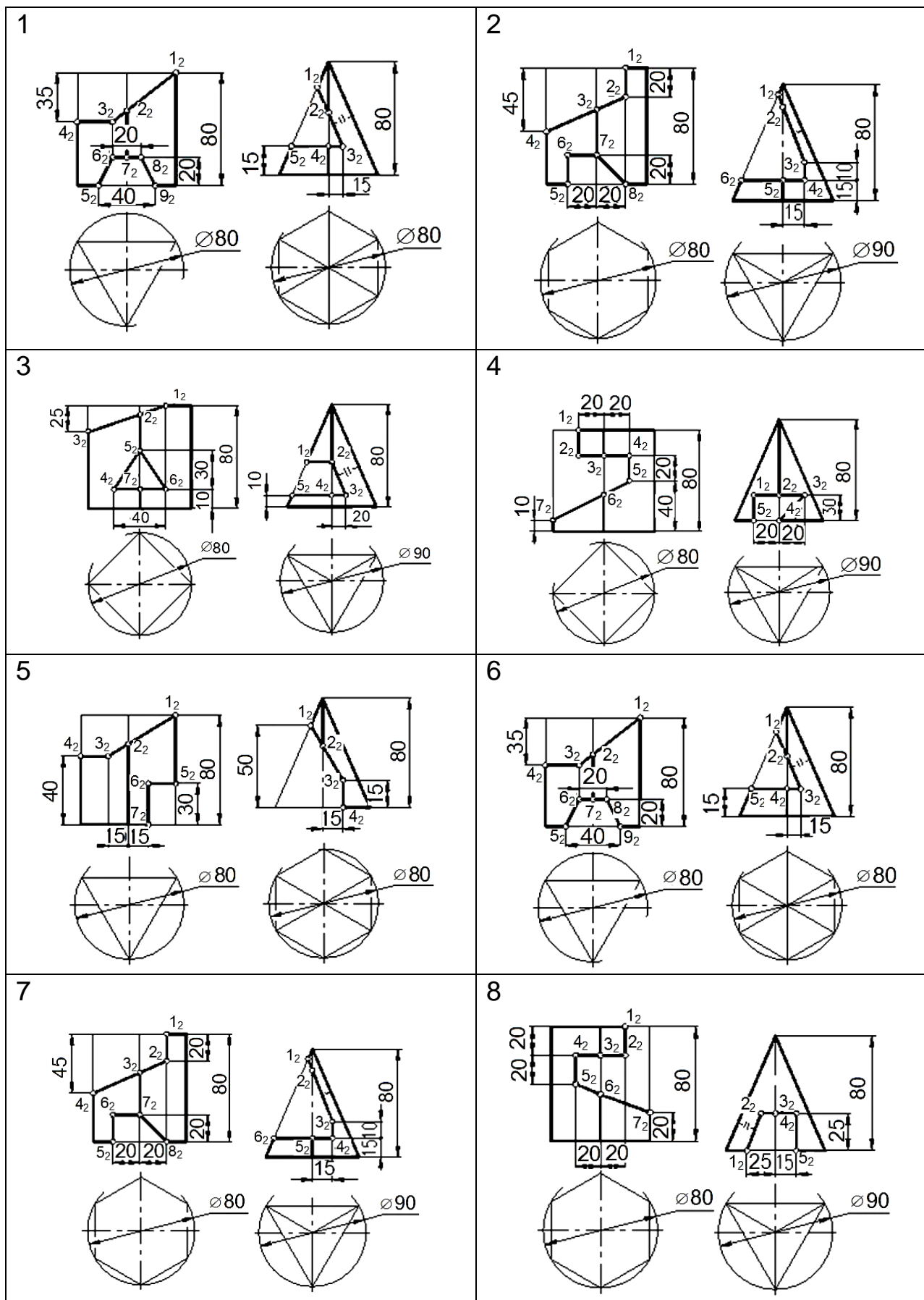
2.9. INDIVIDUAL GRAFIK TOPSHIRIQLAR VARIANTLARI

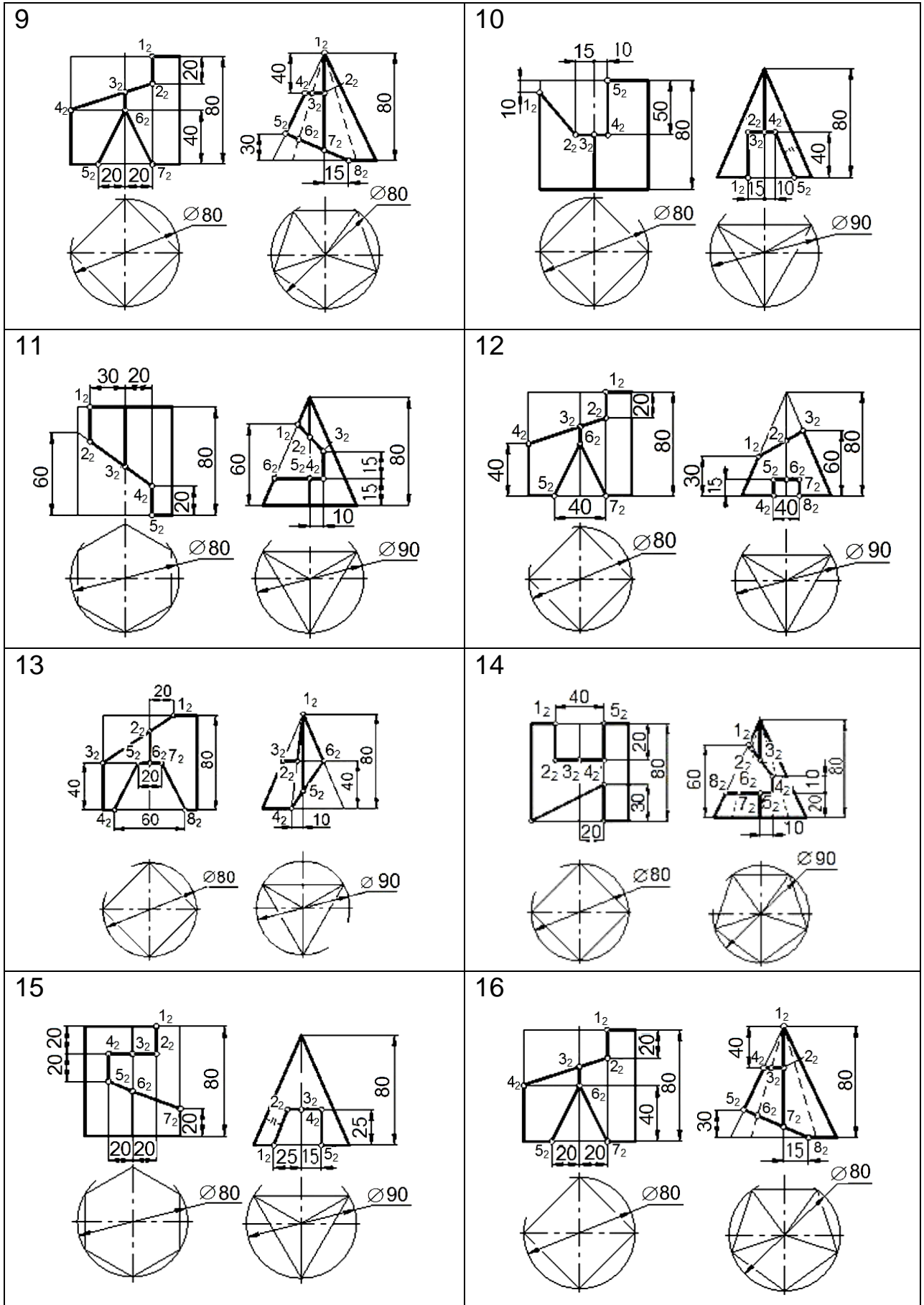


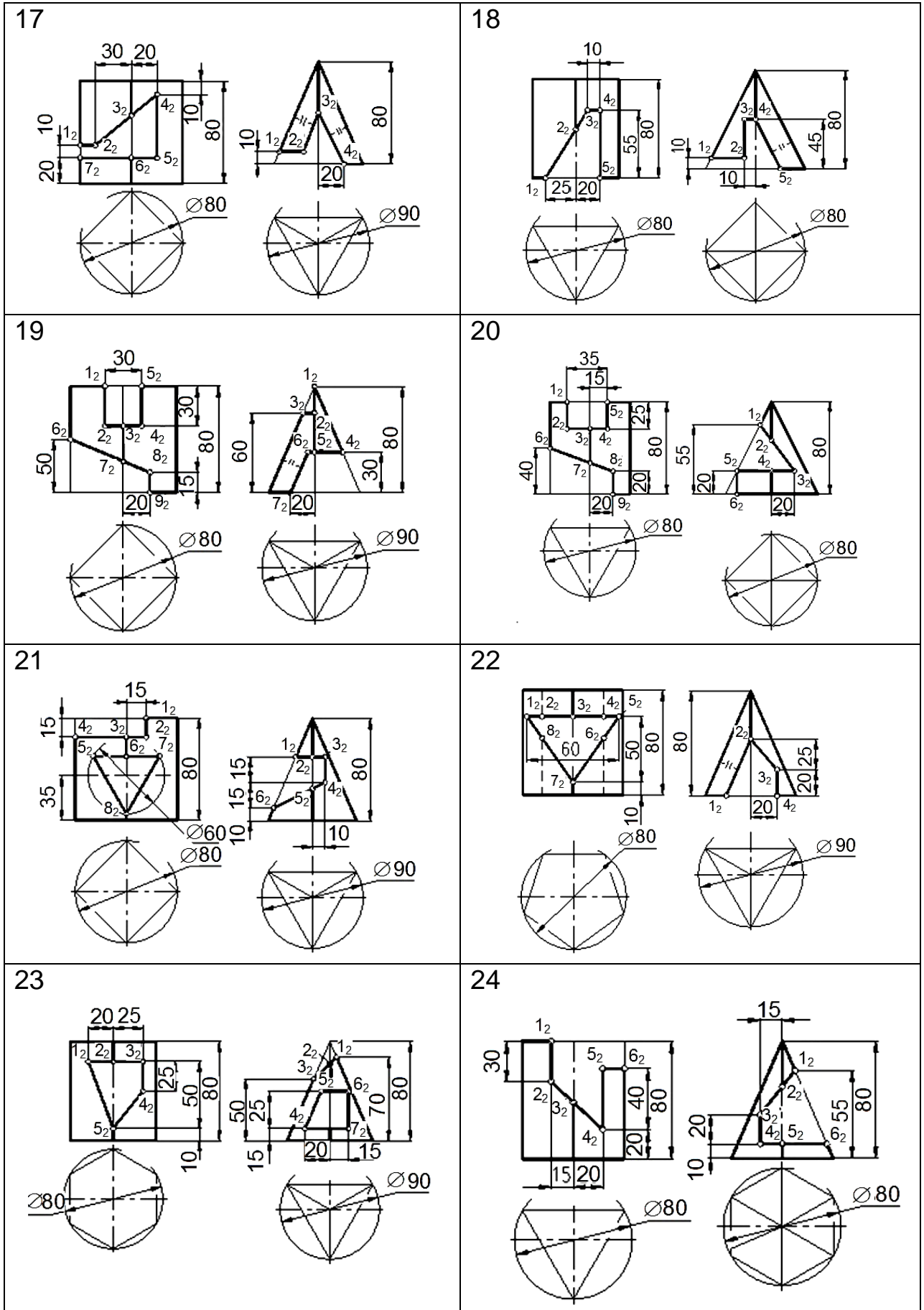
54-shakl. Prizma va piramida ortogonal proyeksiyalarini qurish topshirig`ini bajarish namunasi

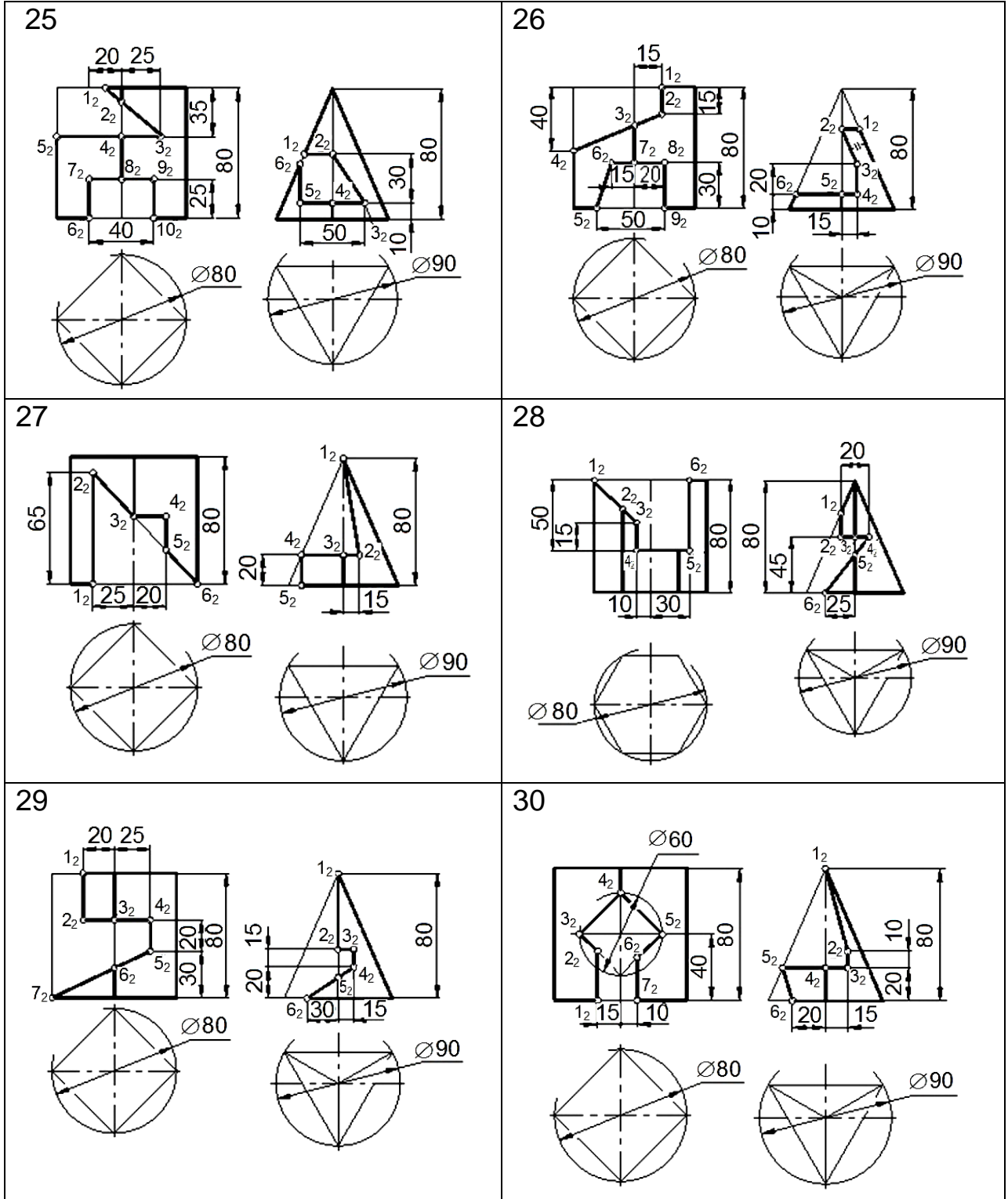


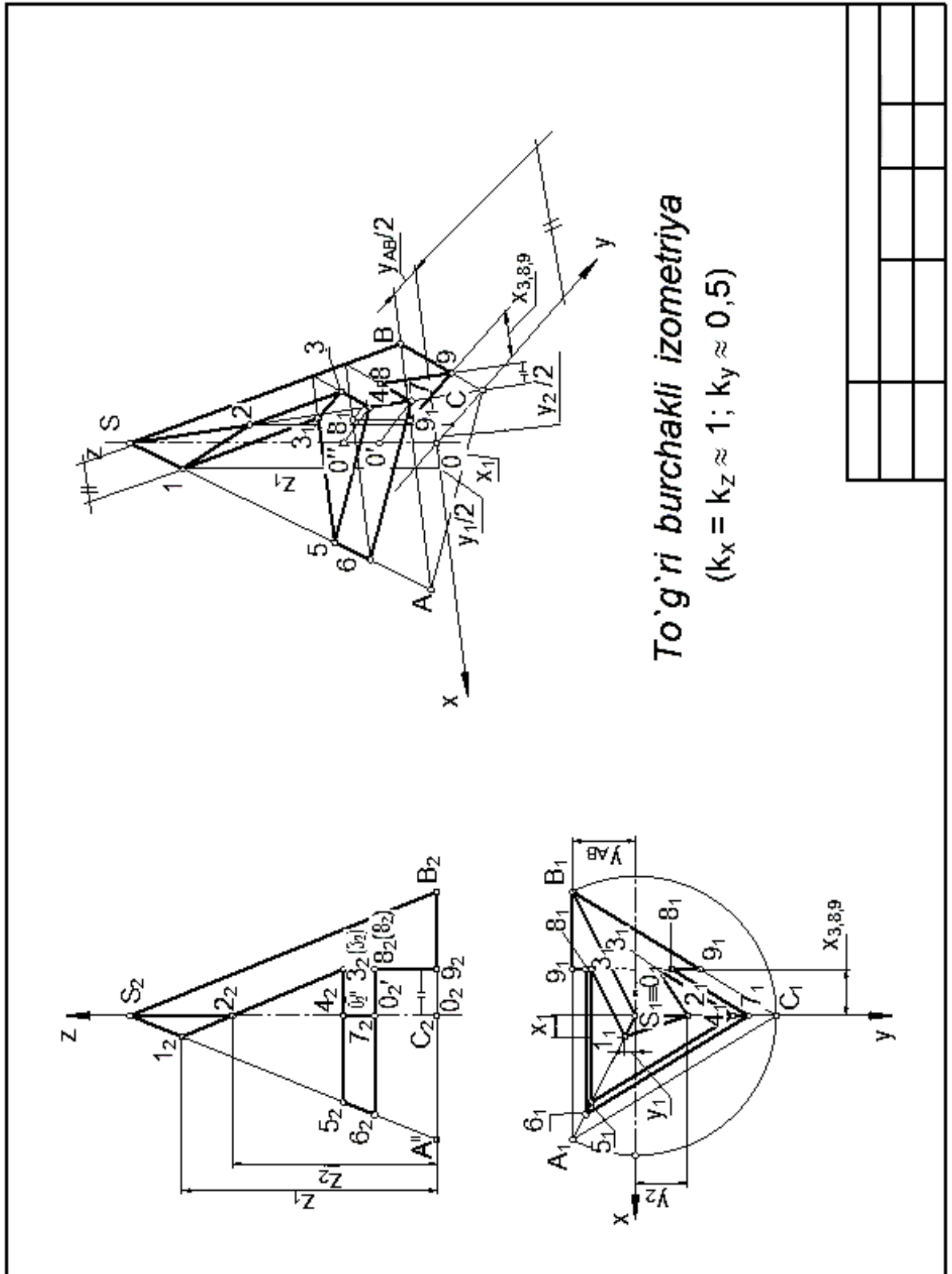
55-shakl. Tsilindr va konus ortogonal proyeksiyalarini qurish namunasi





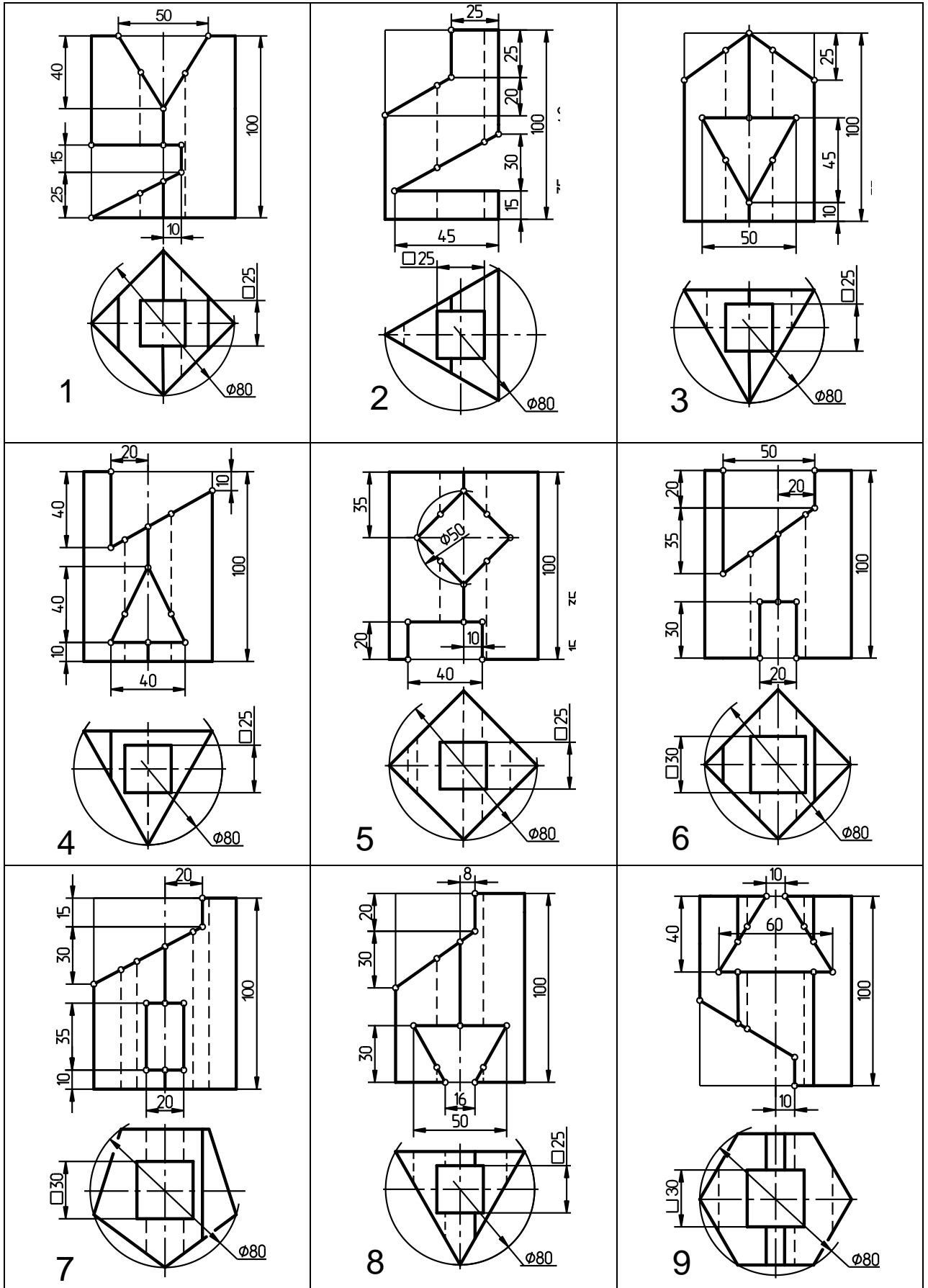


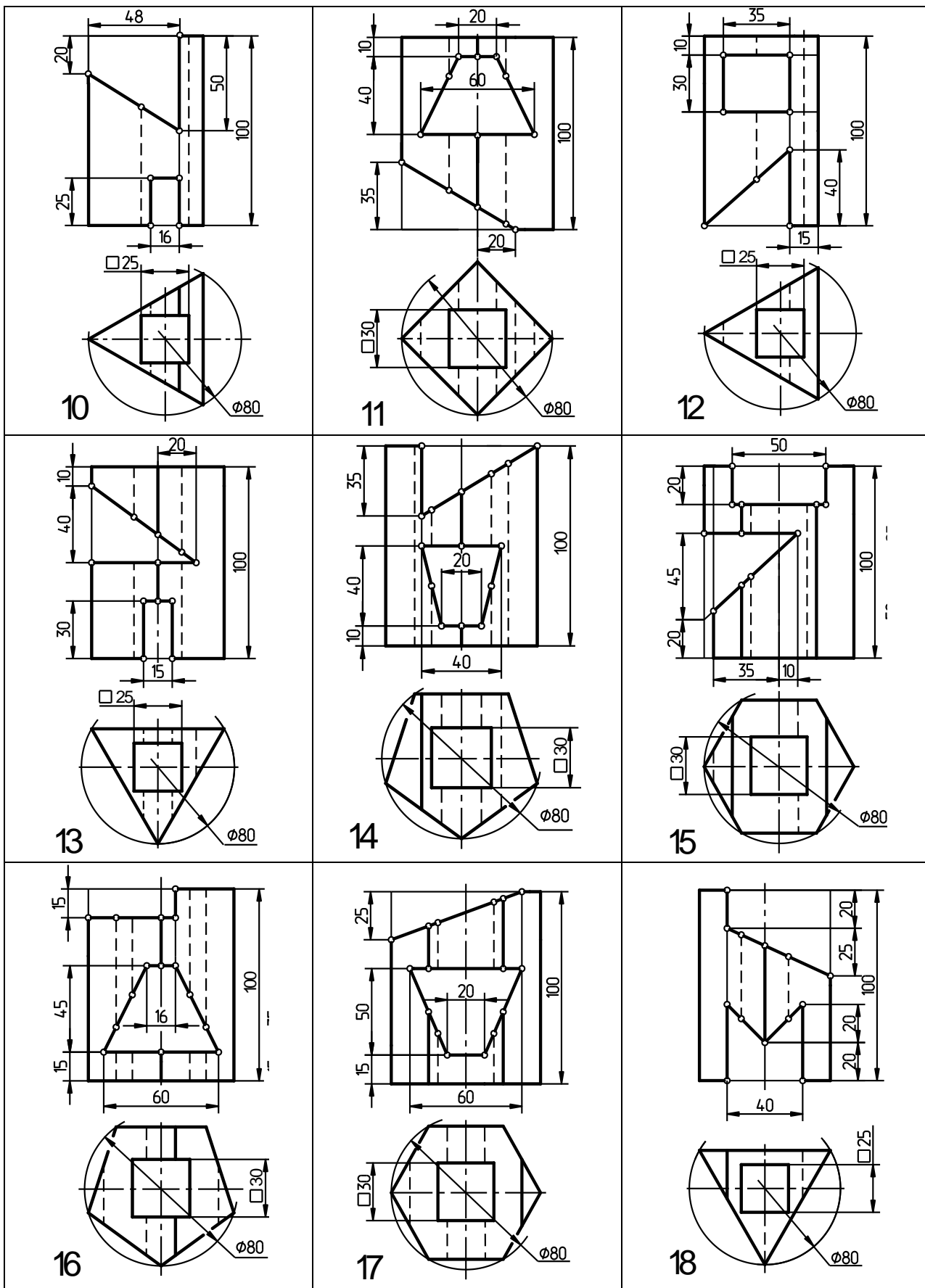


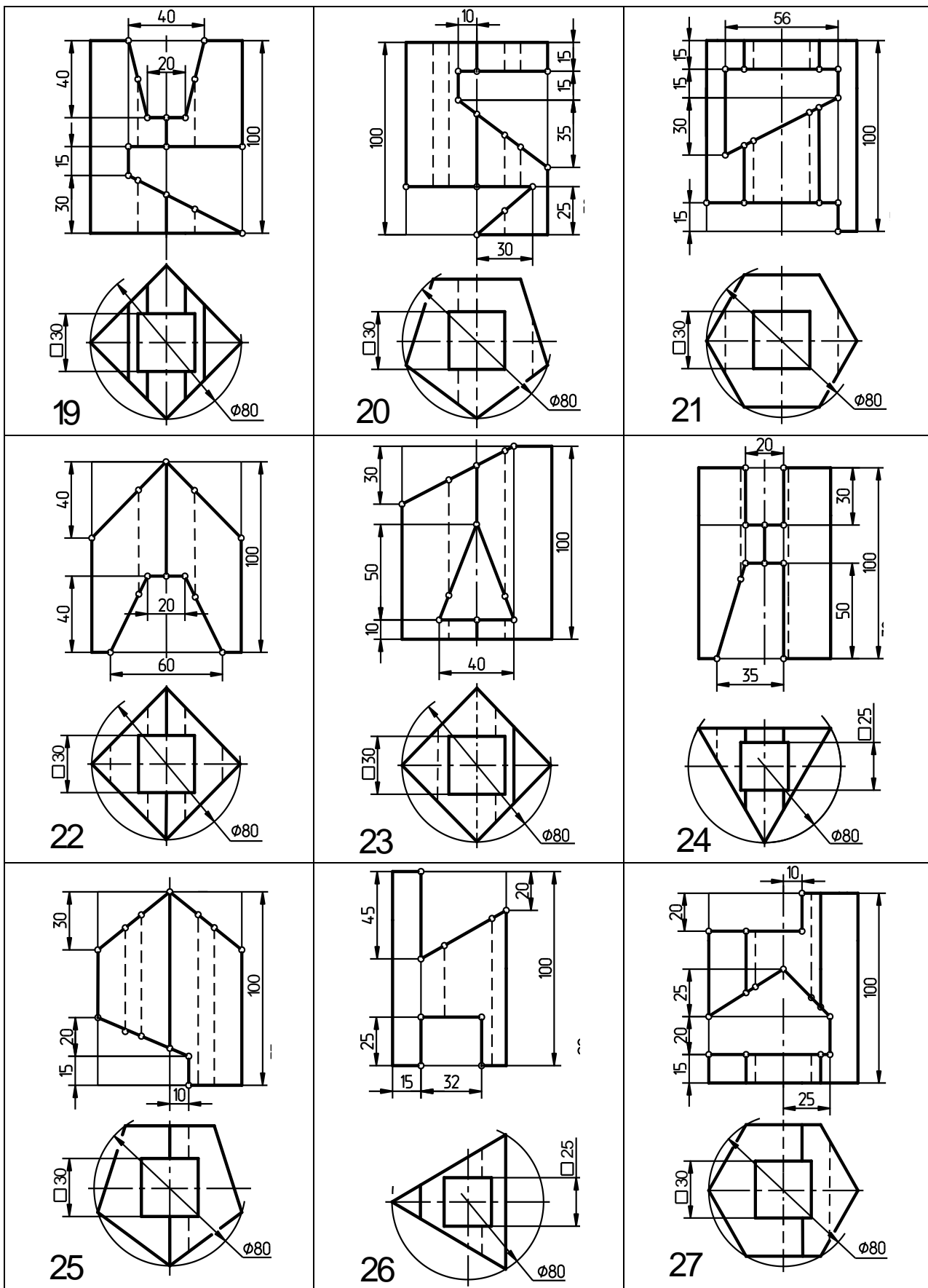


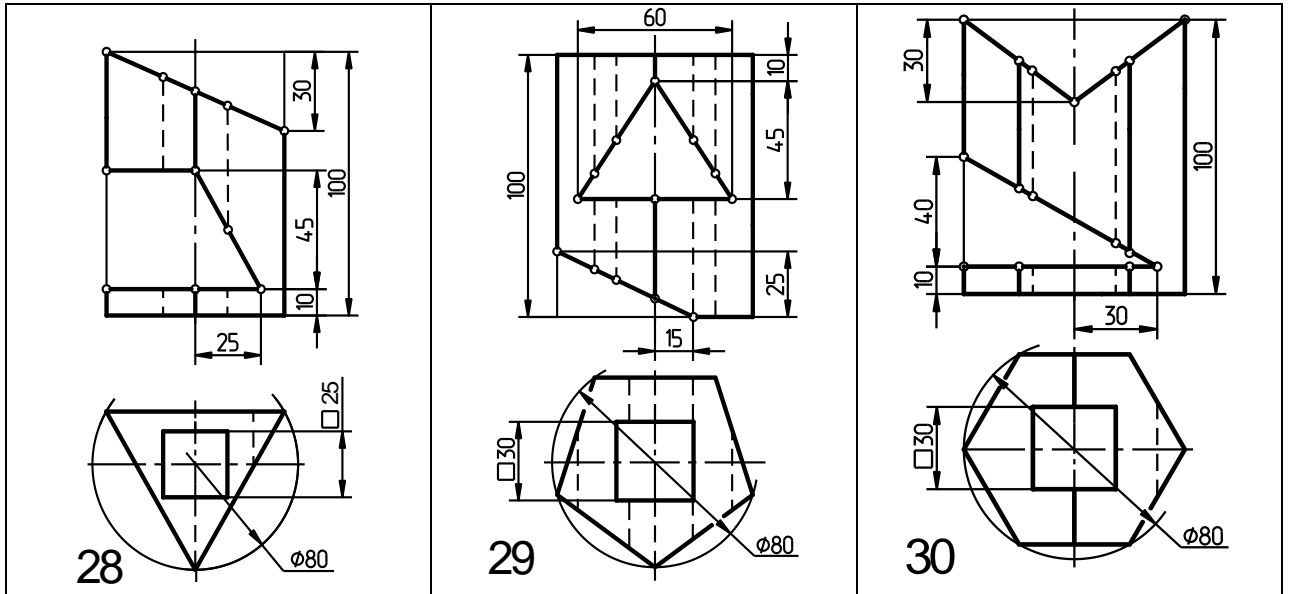
To'g'ri burchakli izometriya
 $(k_x = k_z \approx 1; k_y \approx 0,5)$

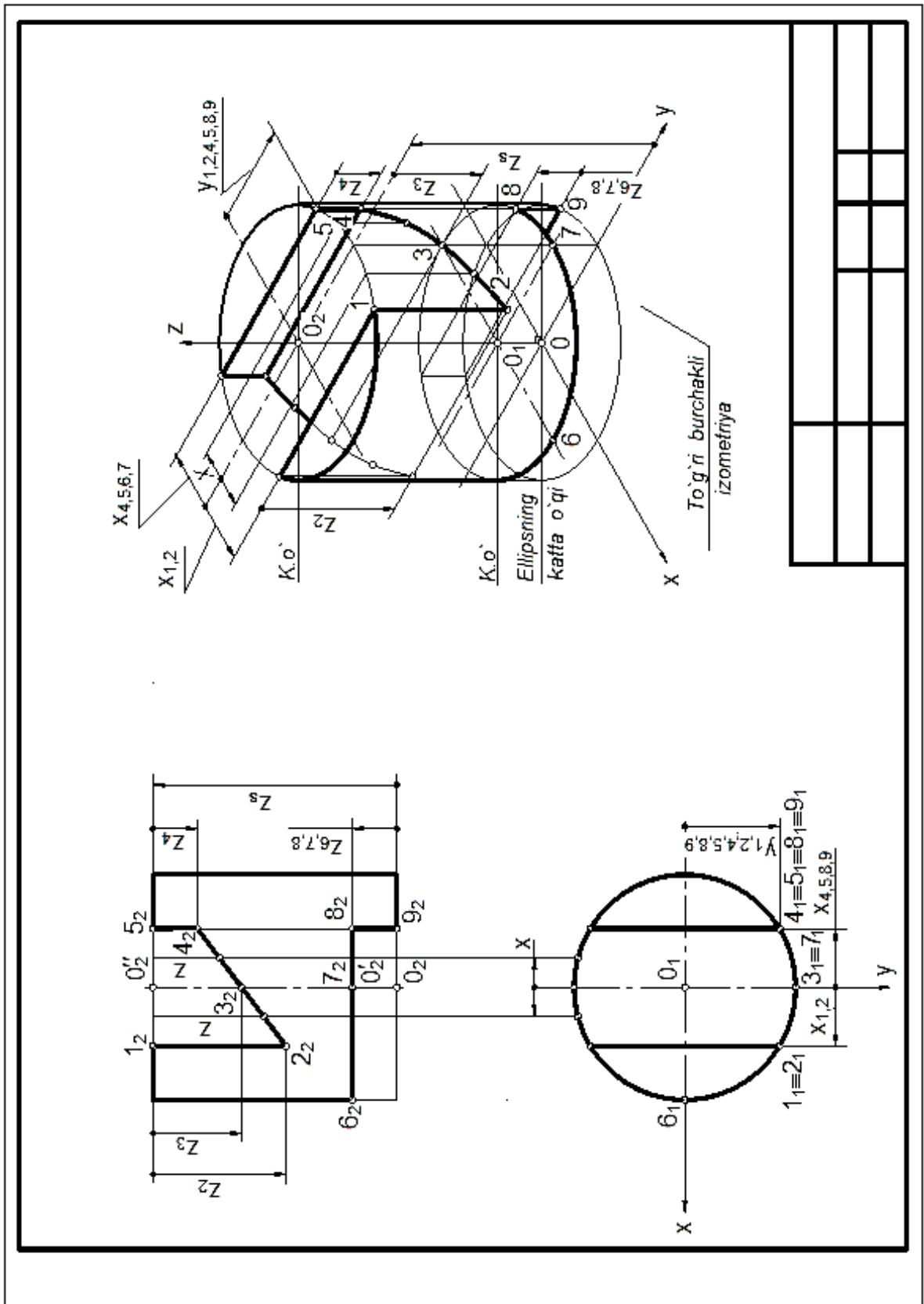
56-shakl. Piramida aksonometriyasini qurish topshirig`ini bajarish namunasi



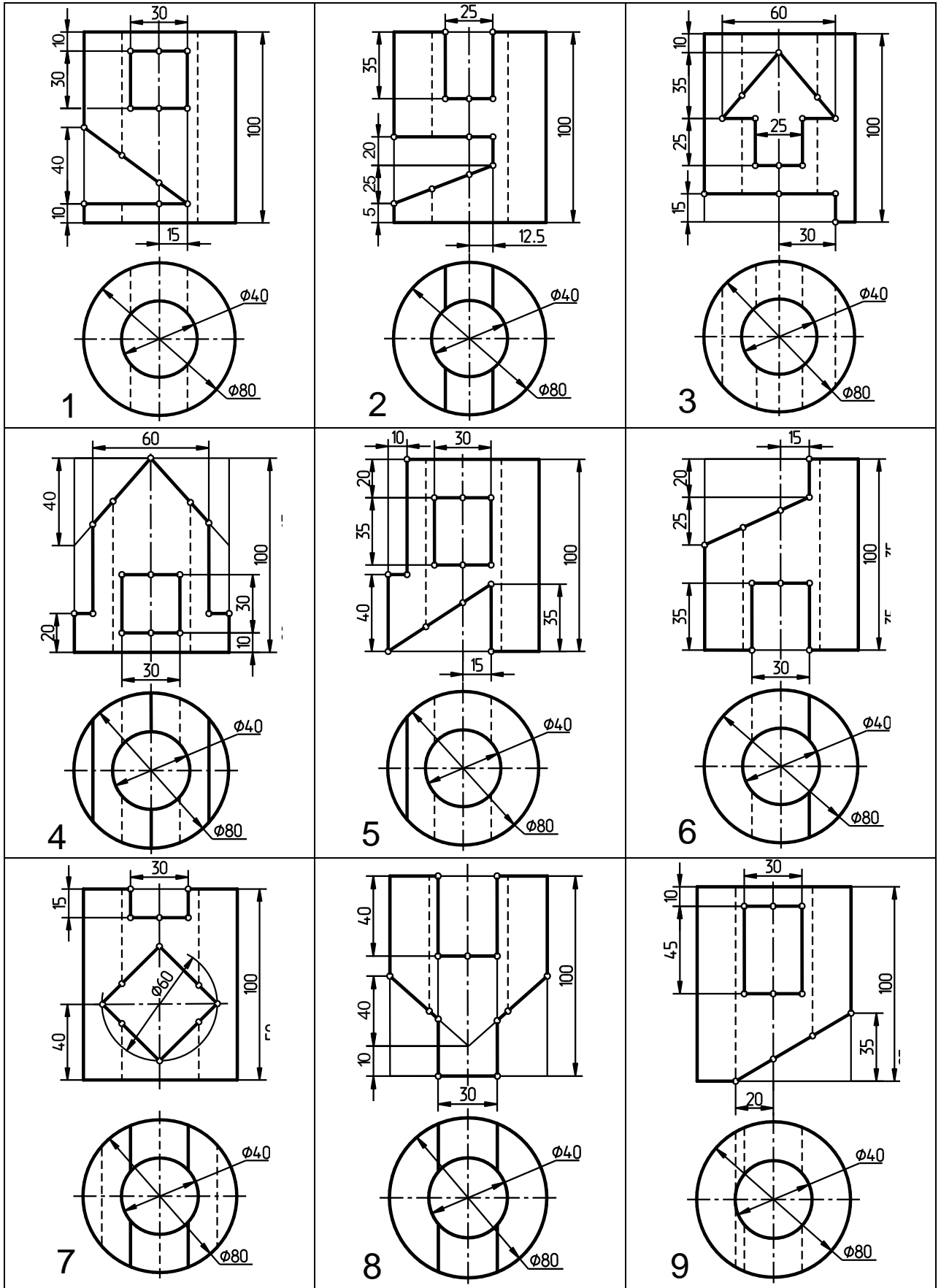


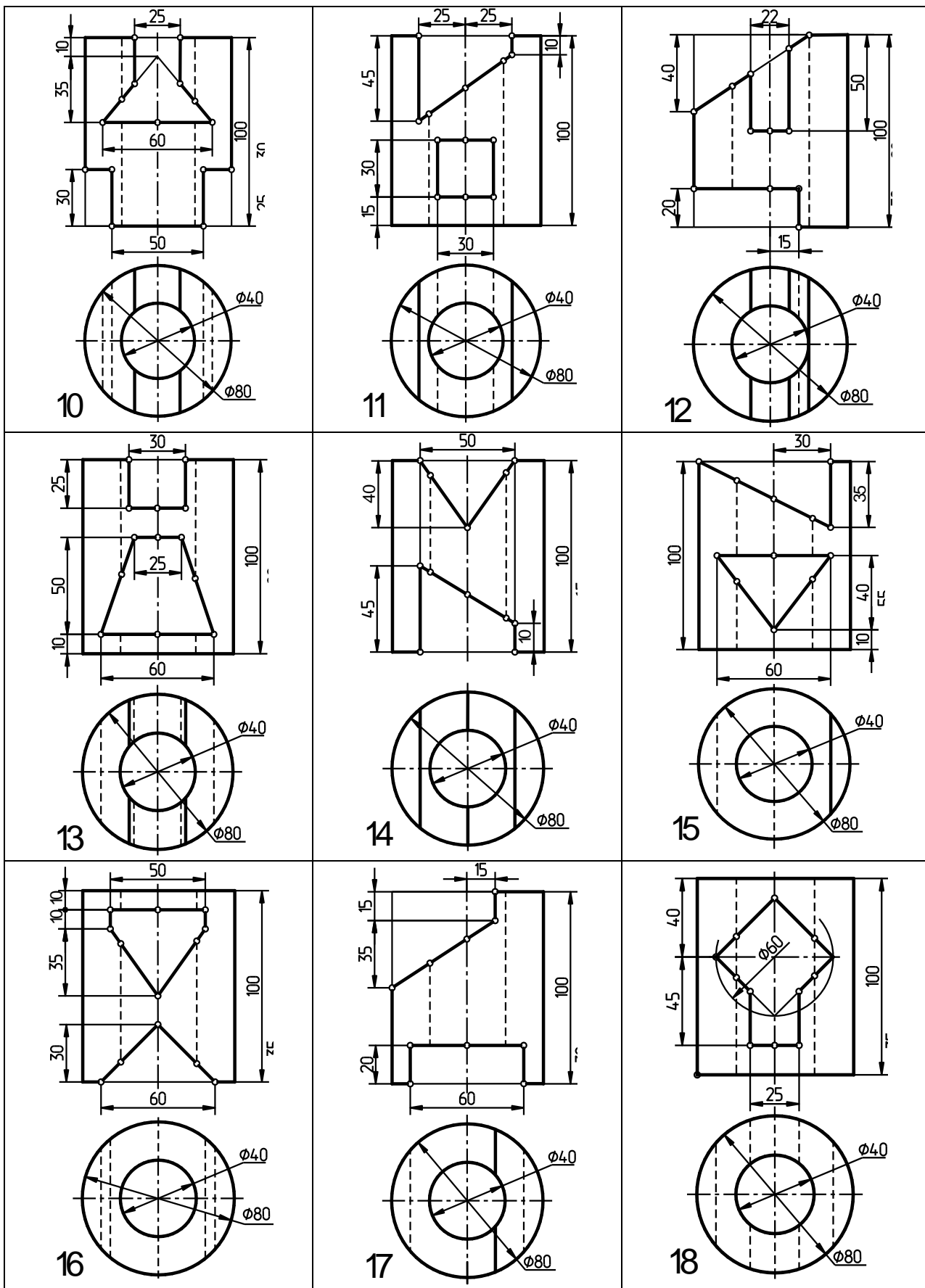


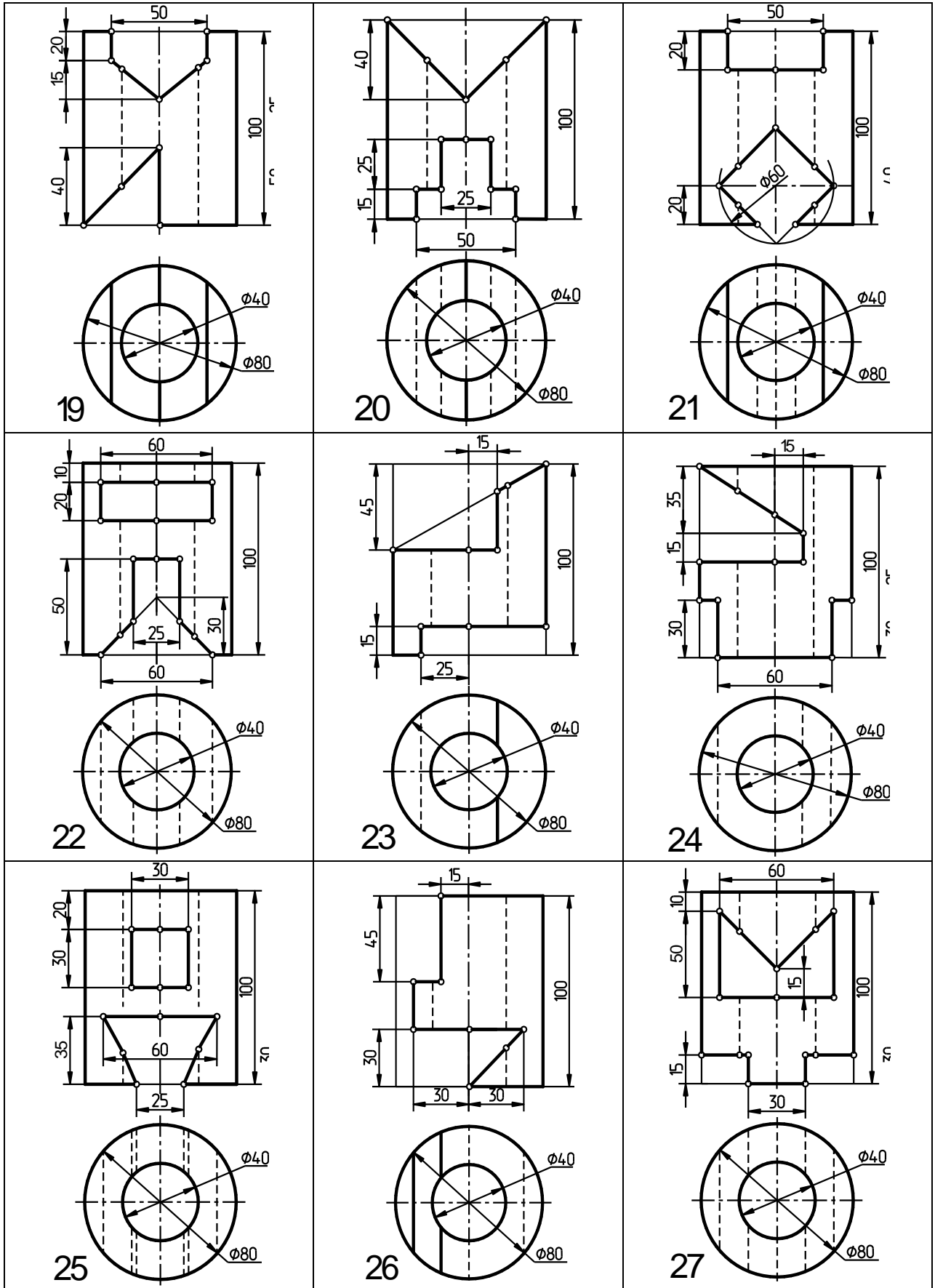


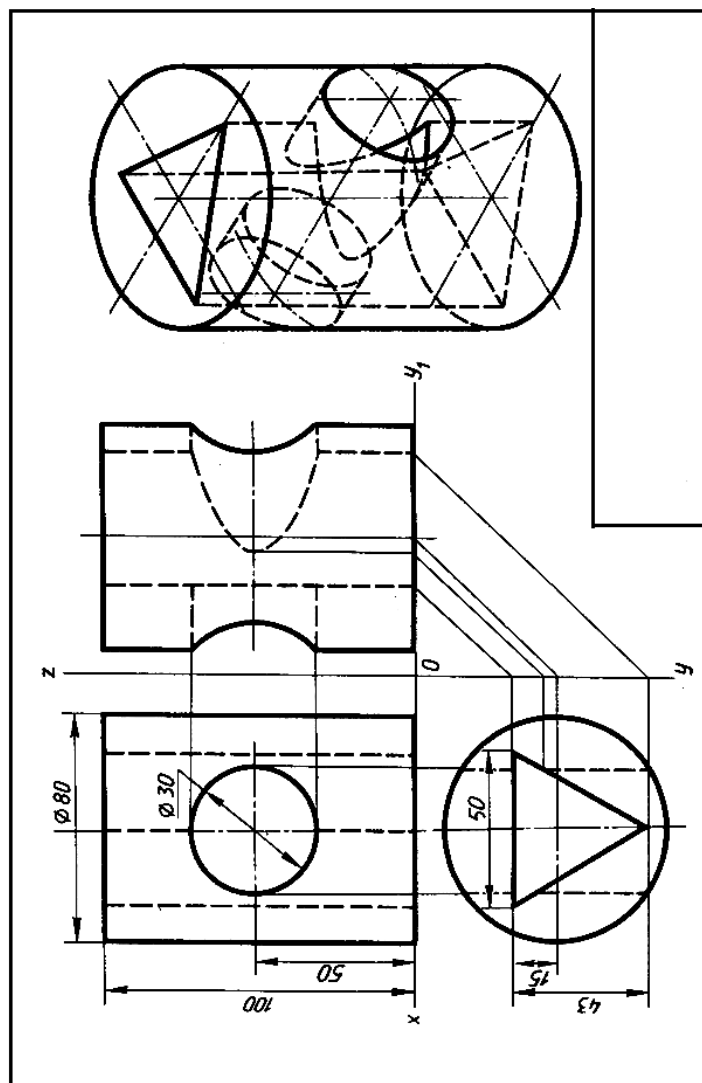
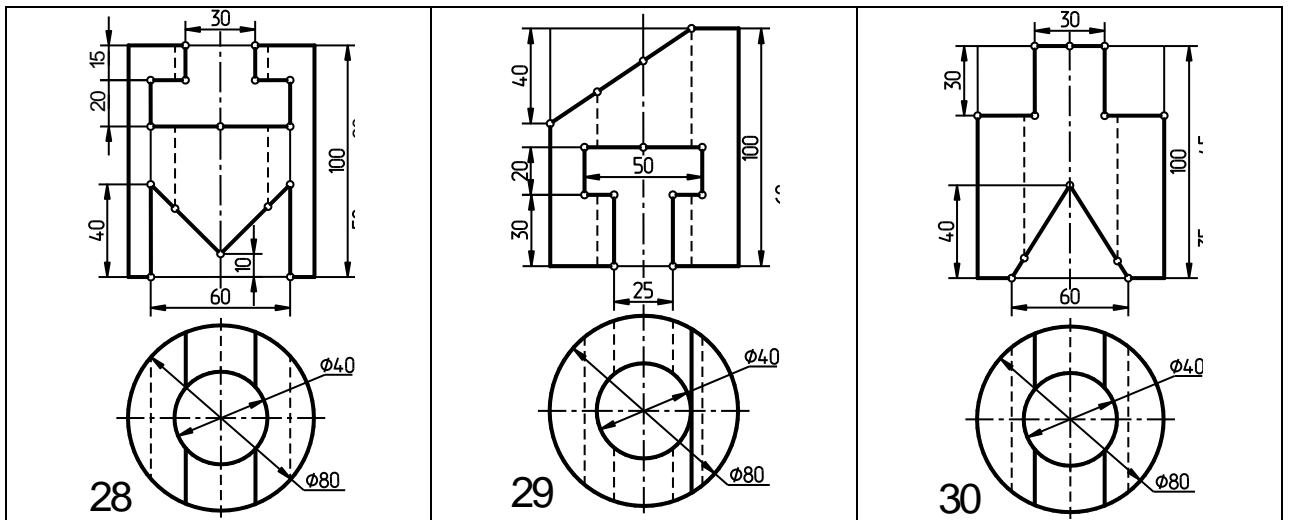


57-shakl. Tsilindrning aksonometriyasini qurish topshirig`ini bajarish namunasi

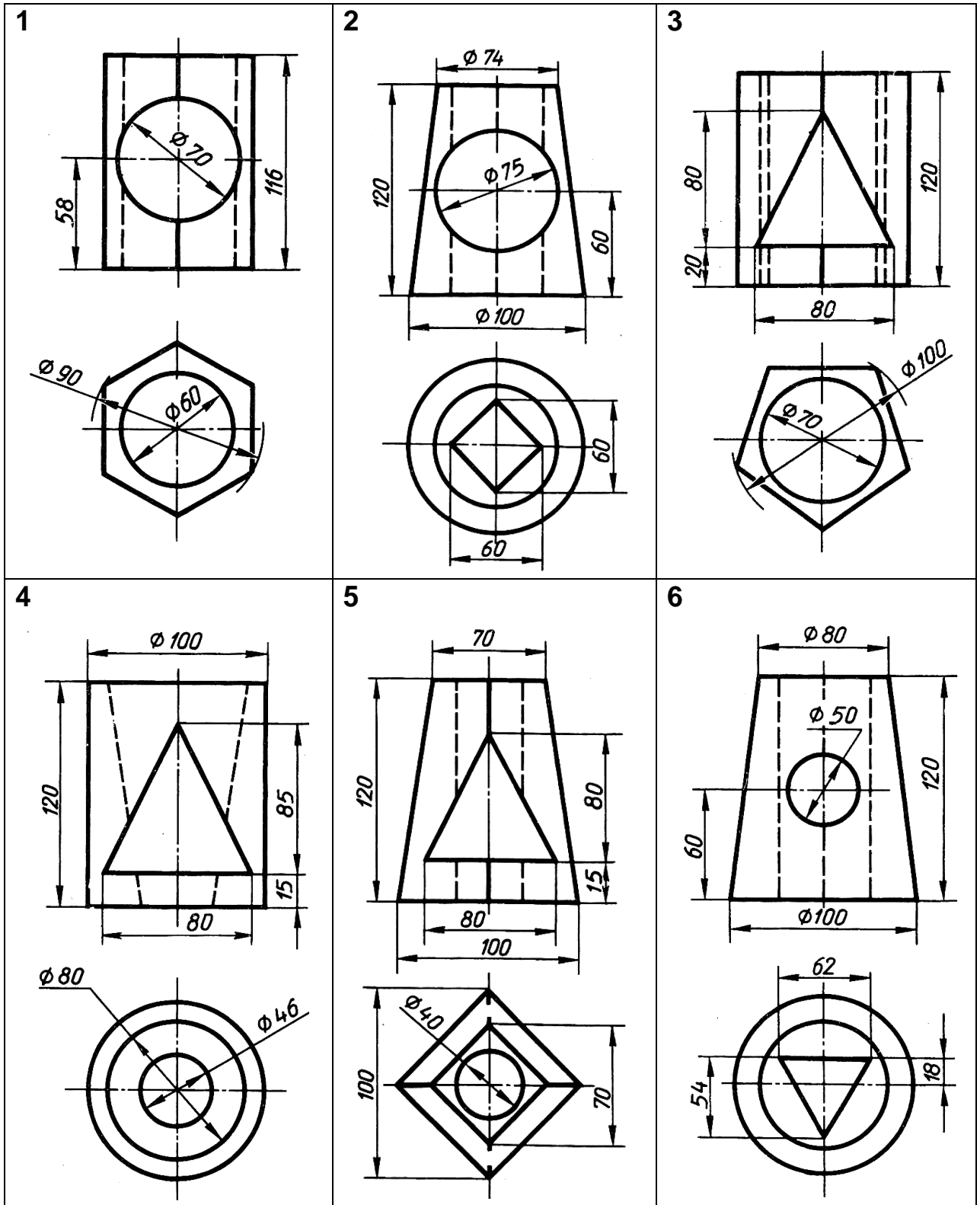


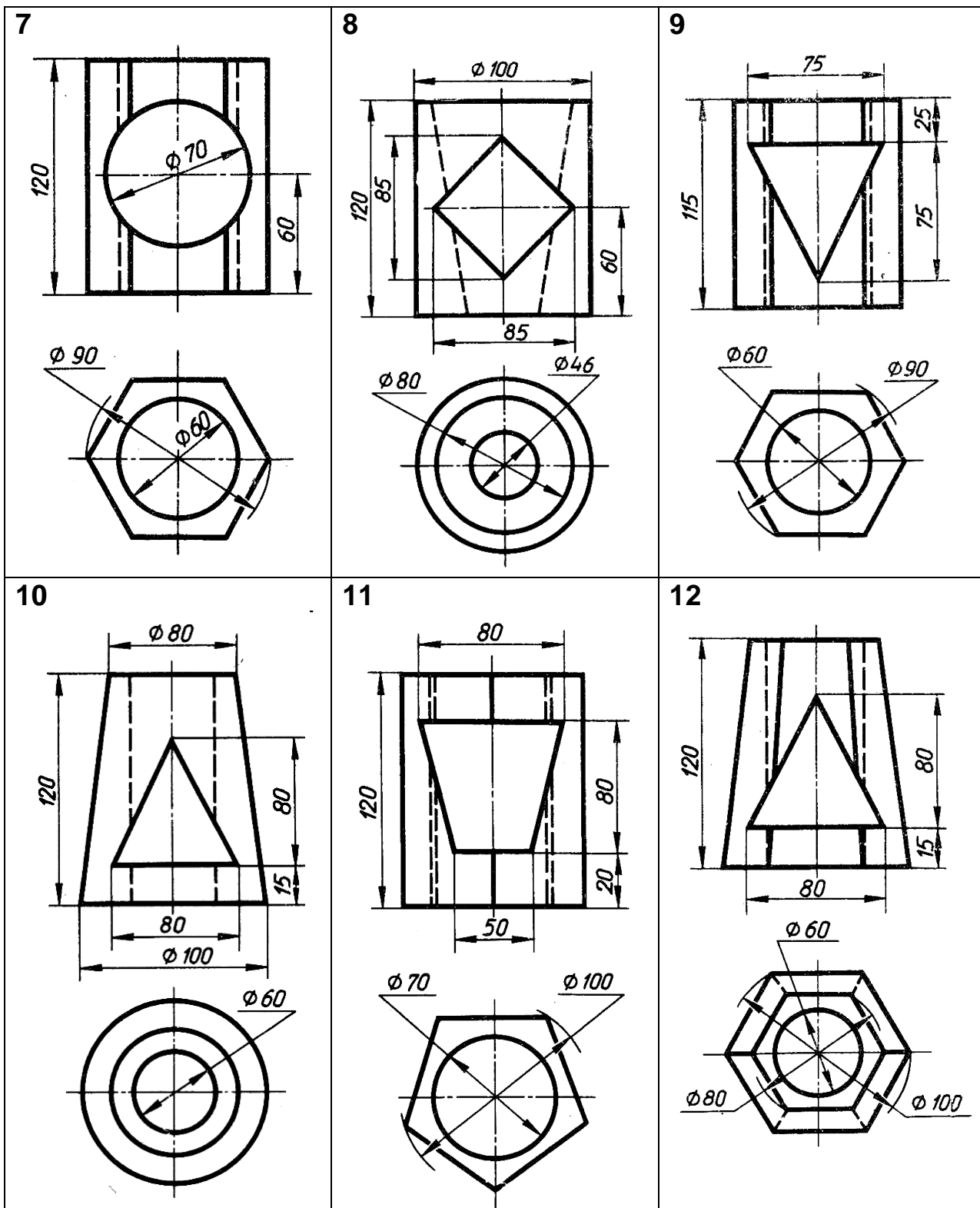


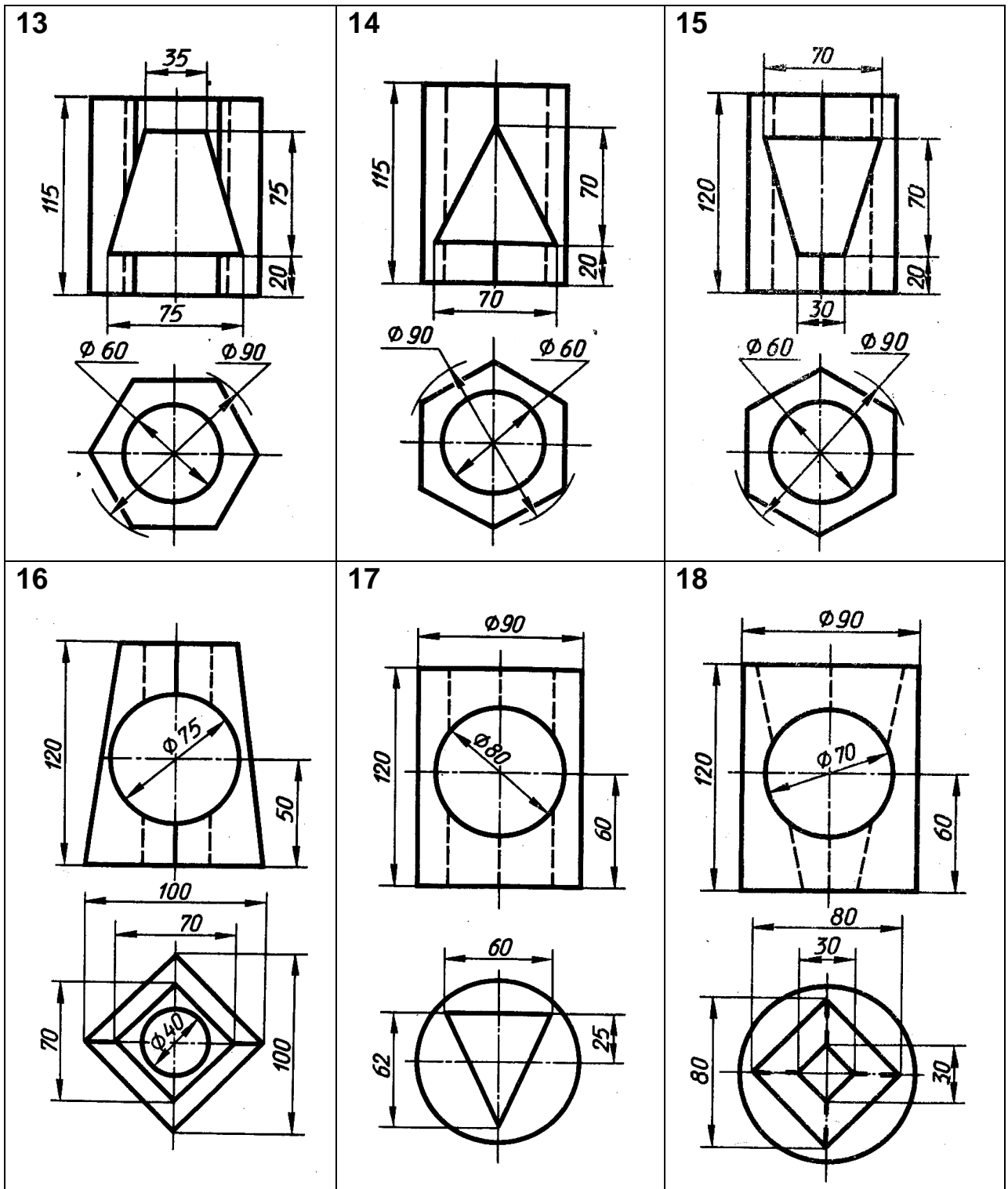


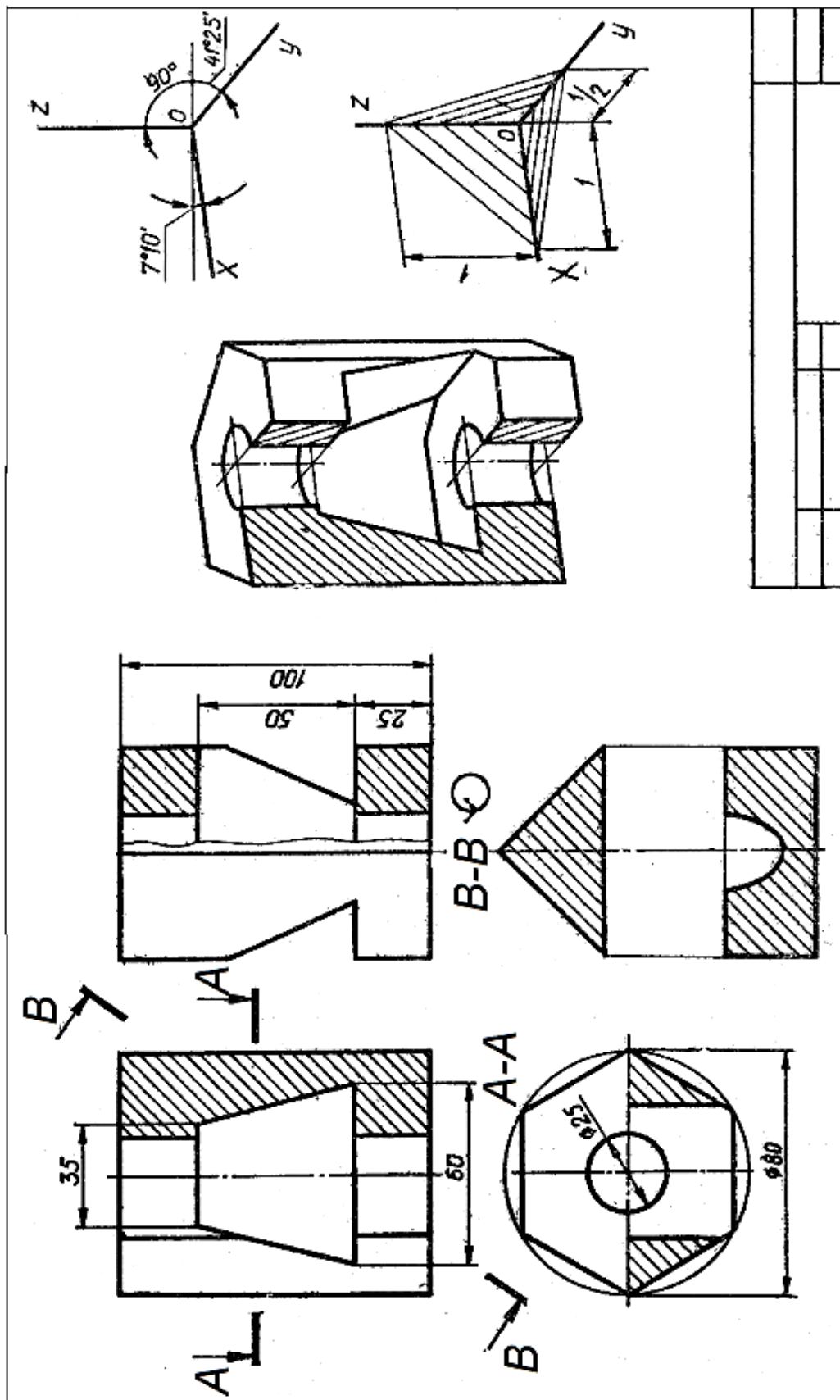


58-shakl. Geometrik jismlar aksonometriyasini qurish topshirig`ini bajarish namunasi

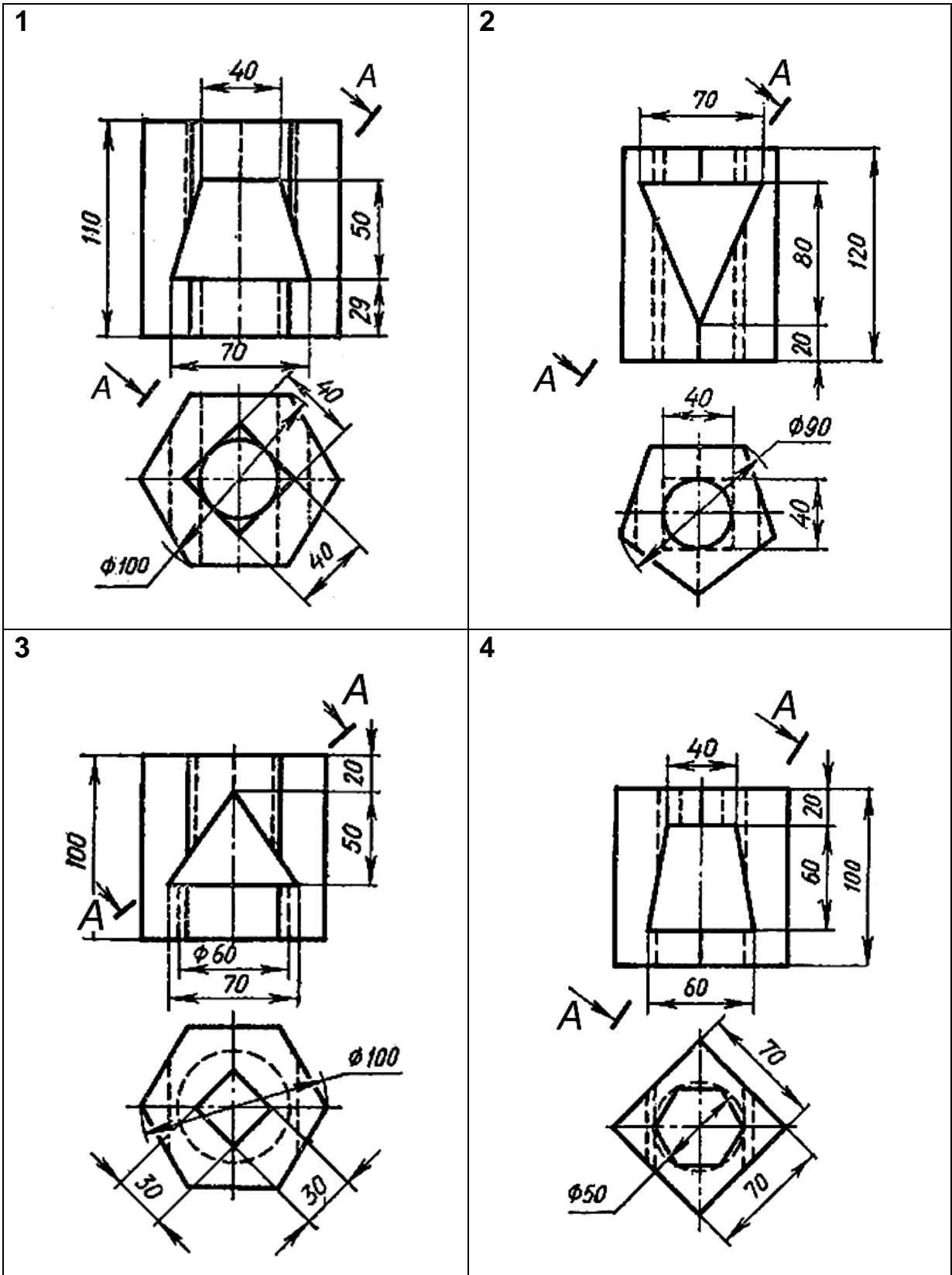


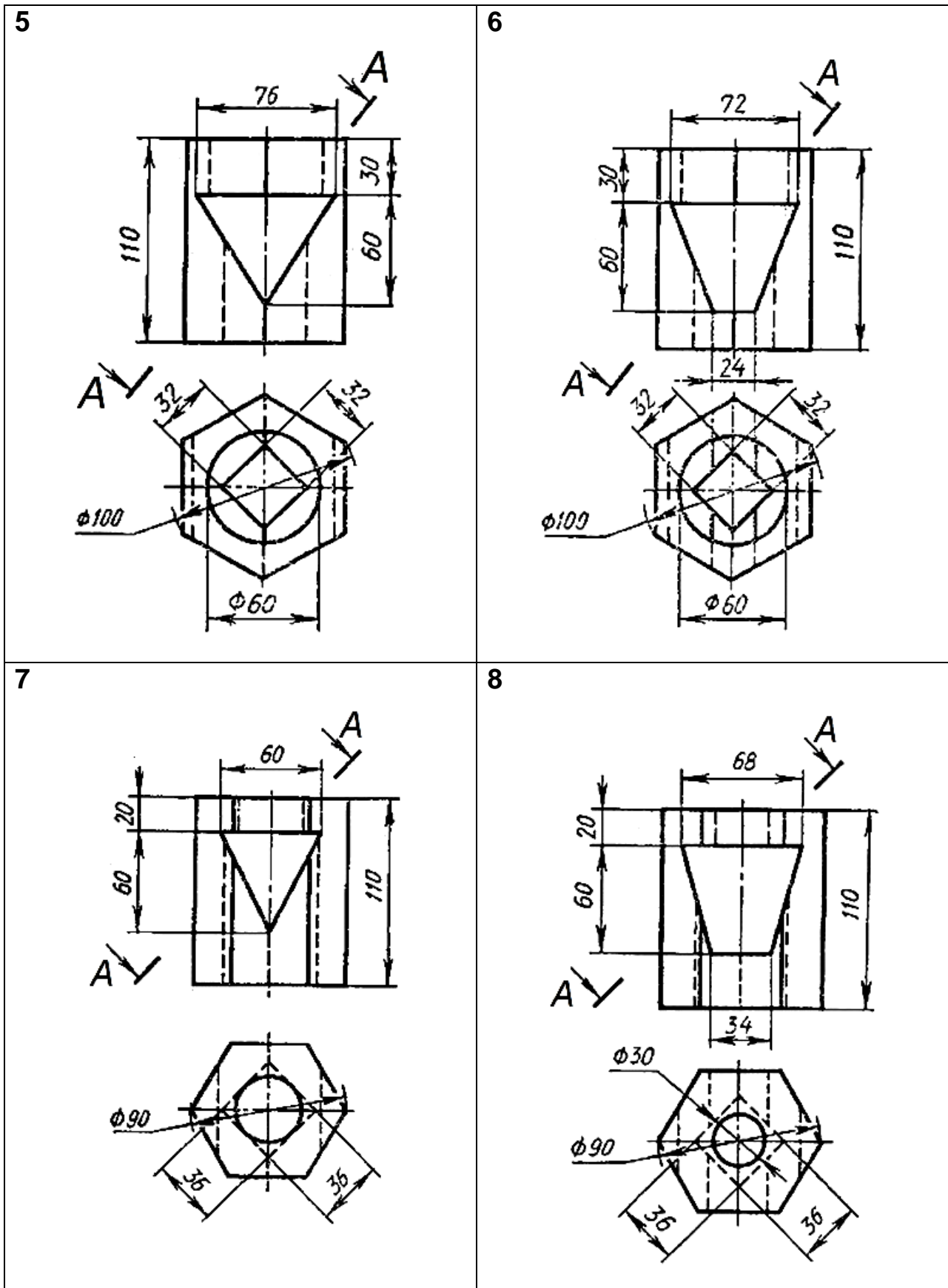




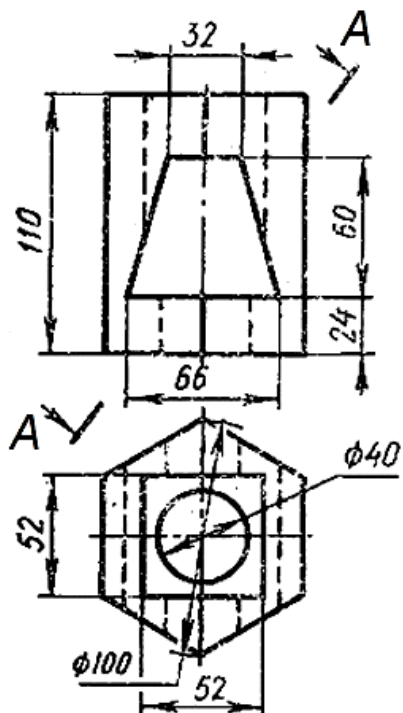


59-shakl. Geometrik jismlarning ortogonal proyeksiyalari, qirqimlari va aksonometriyasini qurish topshirig`ini bajarish namunasi

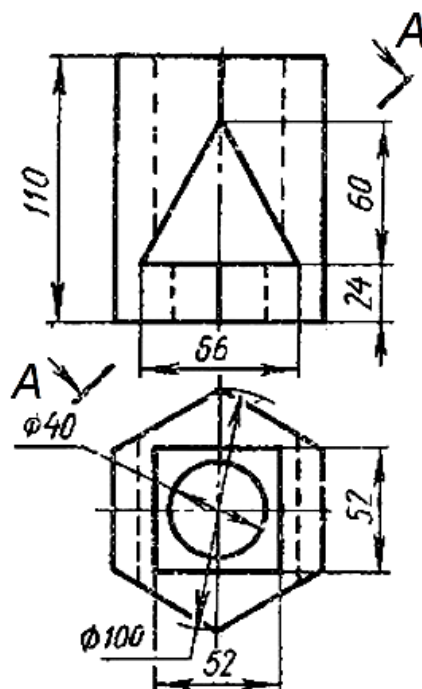




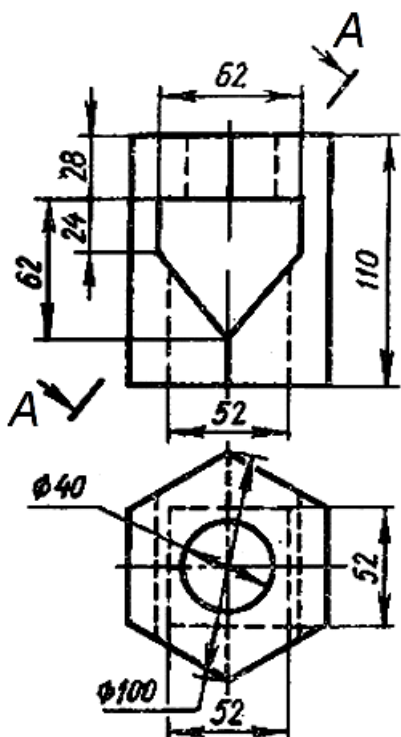
9



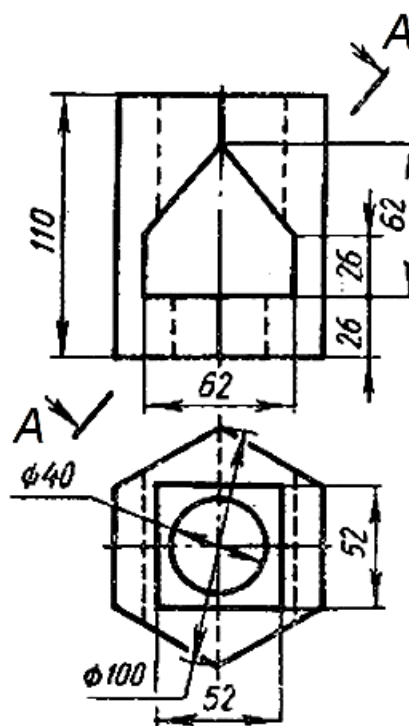
10



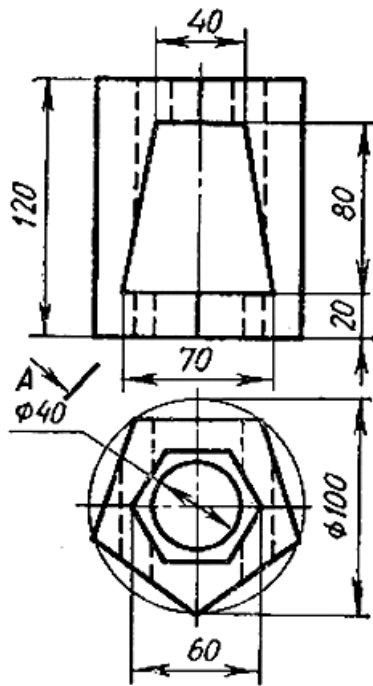
11



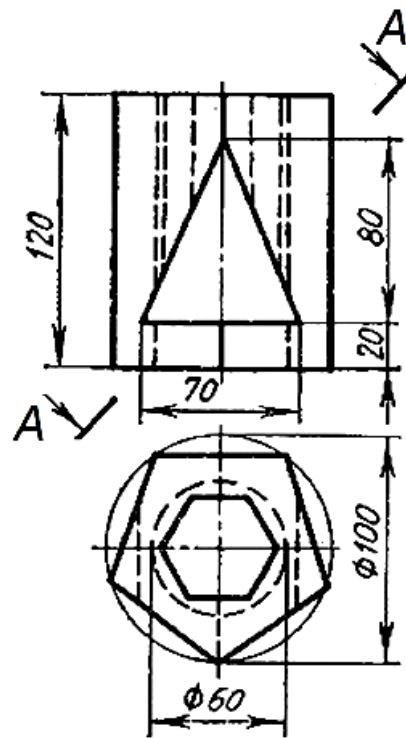
12



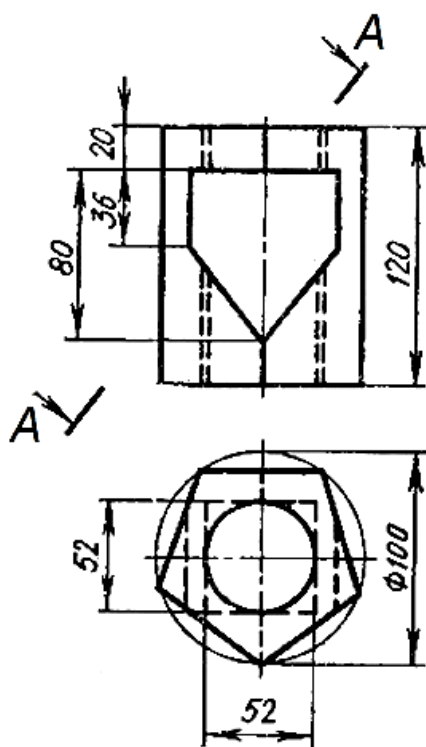
13



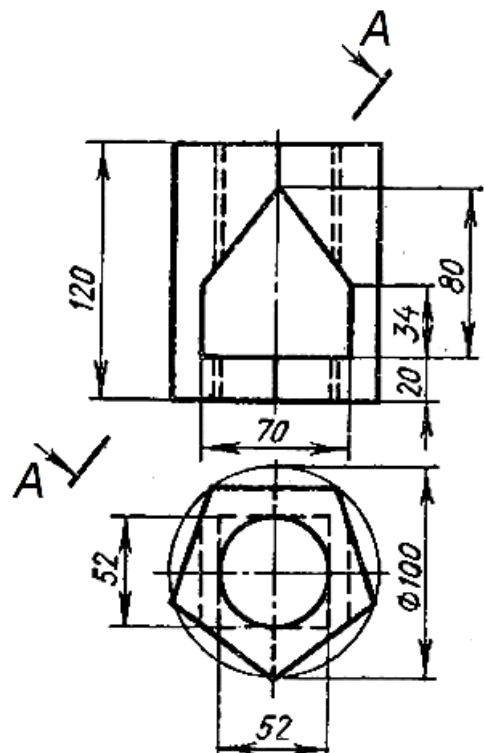
14

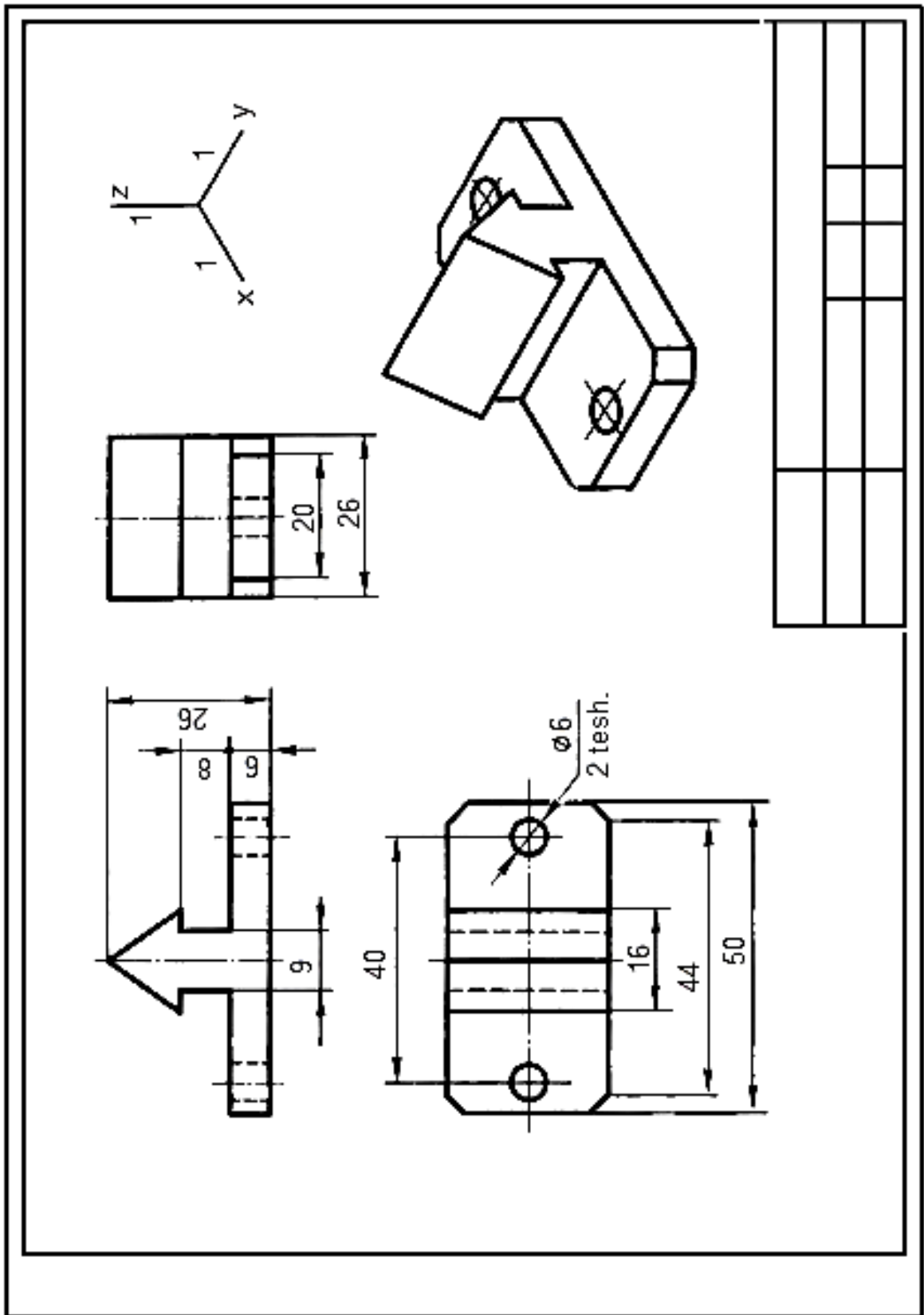


15



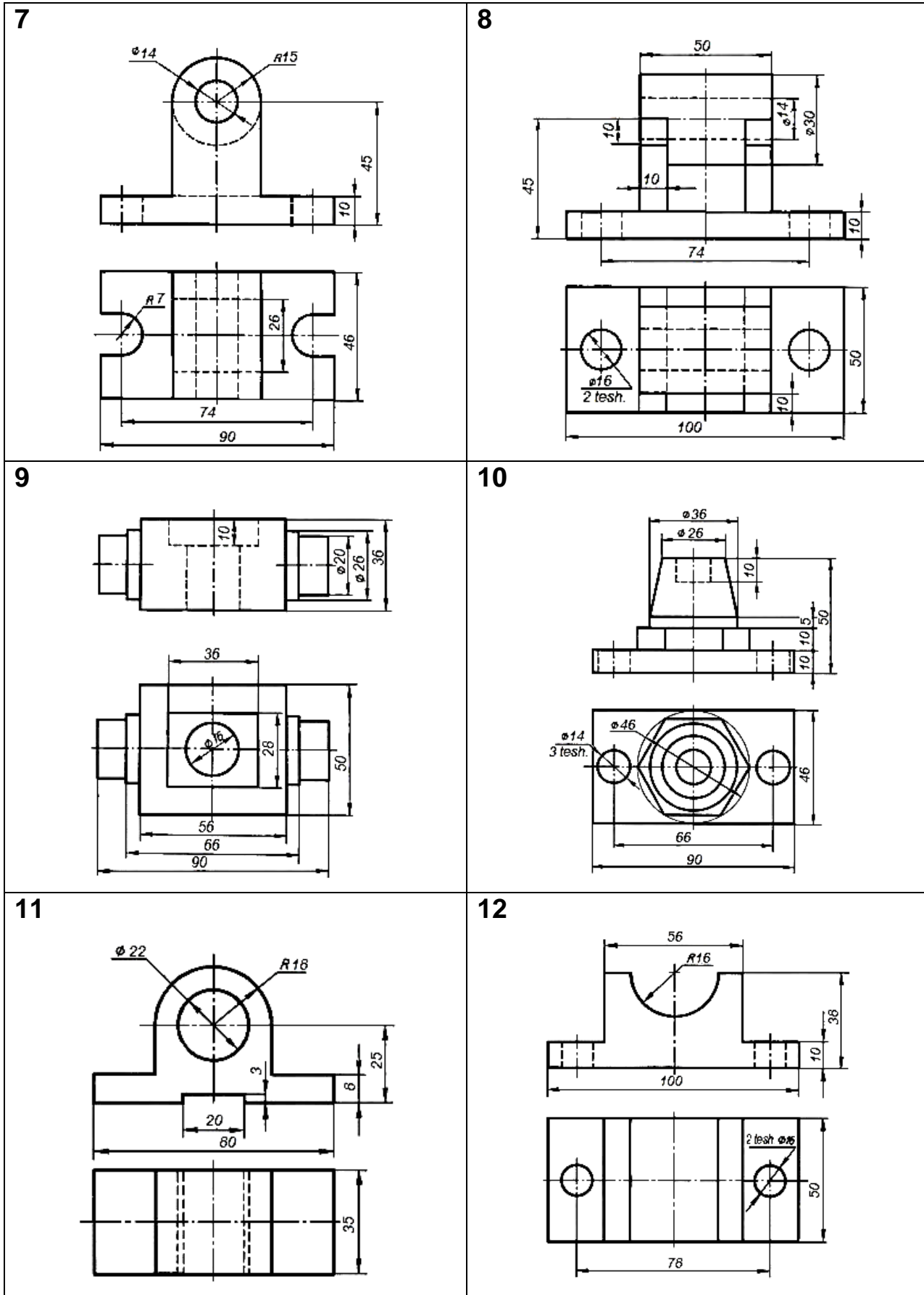
16



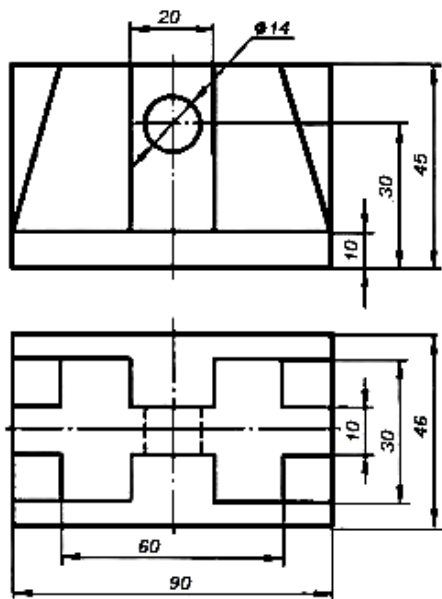


60-shakl. *Detailning etishmaydigan proyeksiyasi va aksonometriyasini qurish topshirig`ini bajarish namunasi*

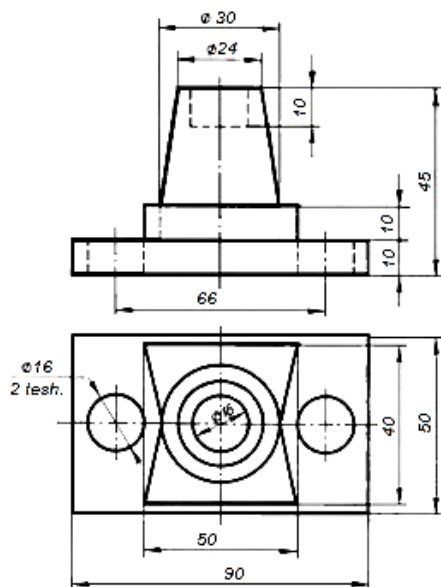
<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>5</p>	<p>6</p>



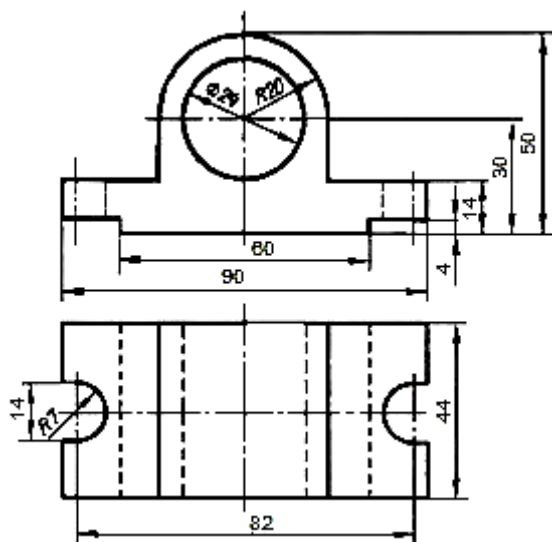
13



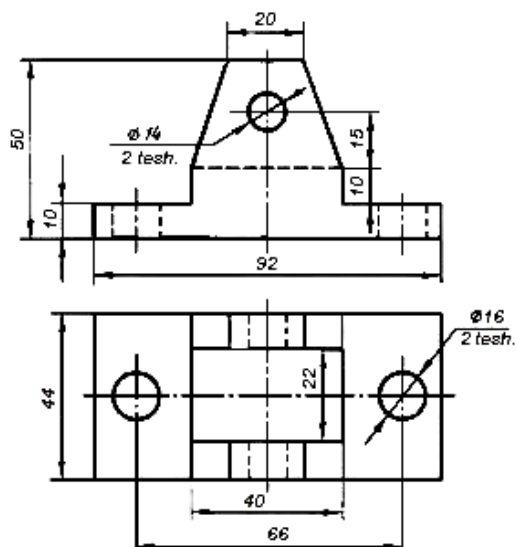
14

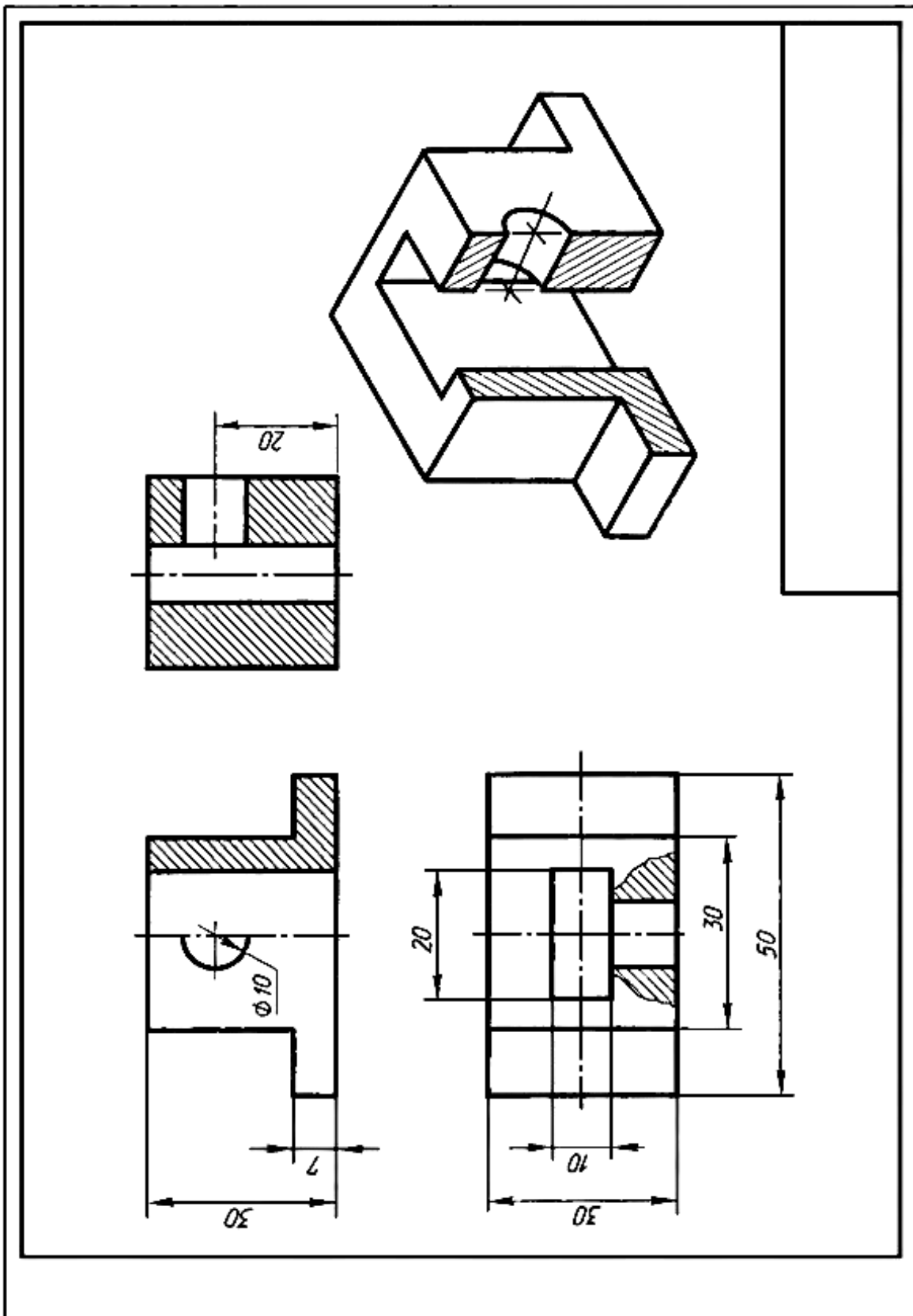


15

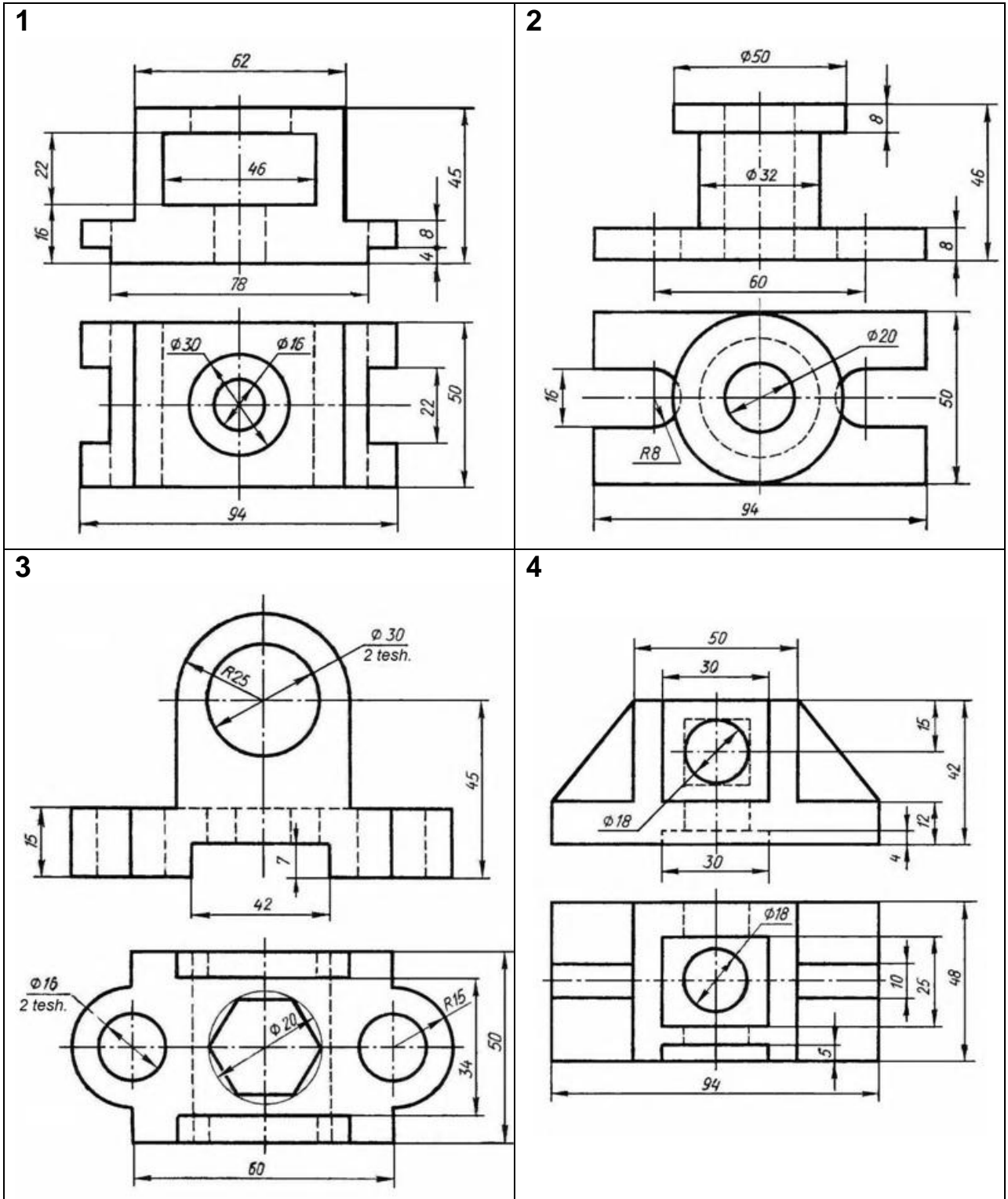


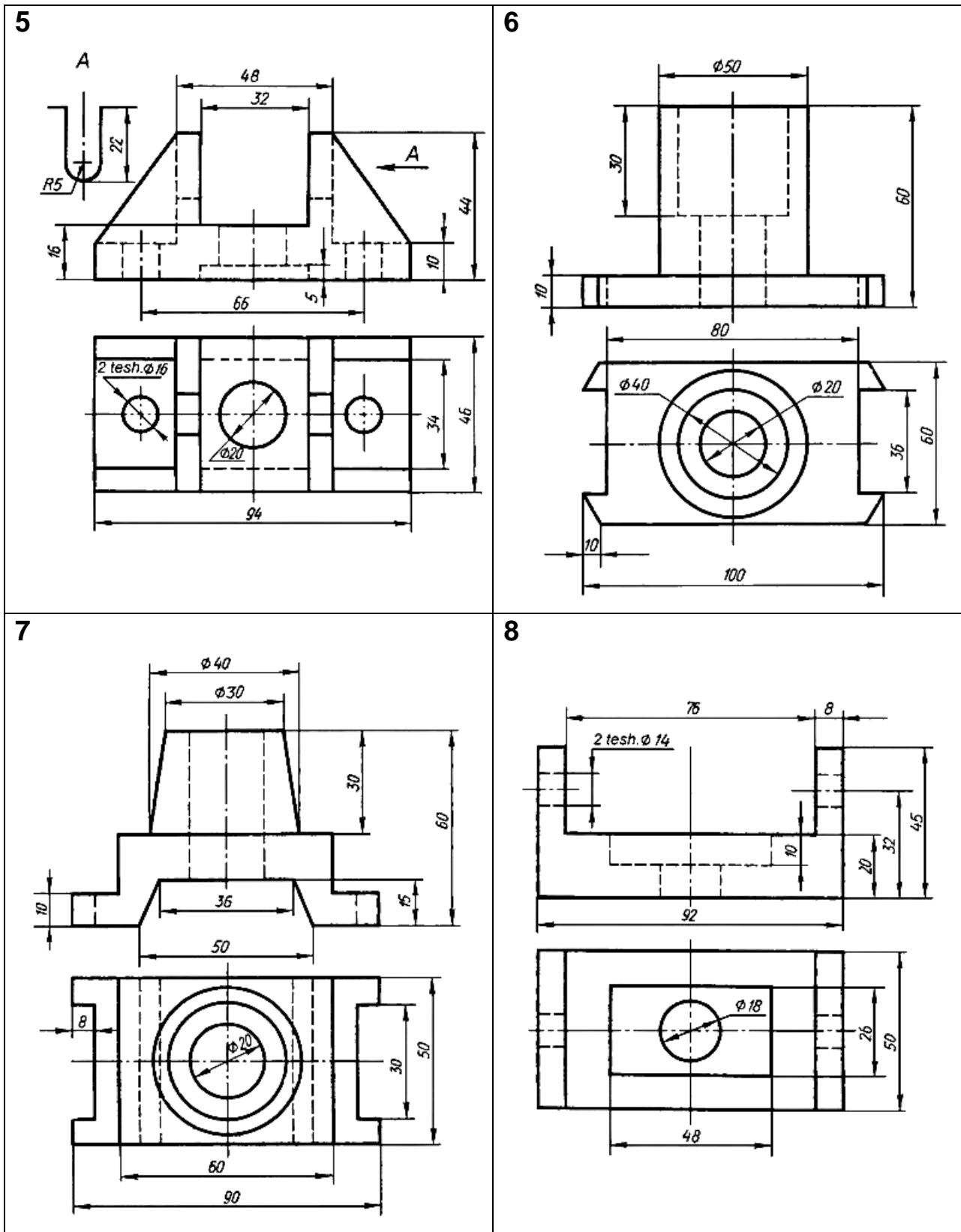
16

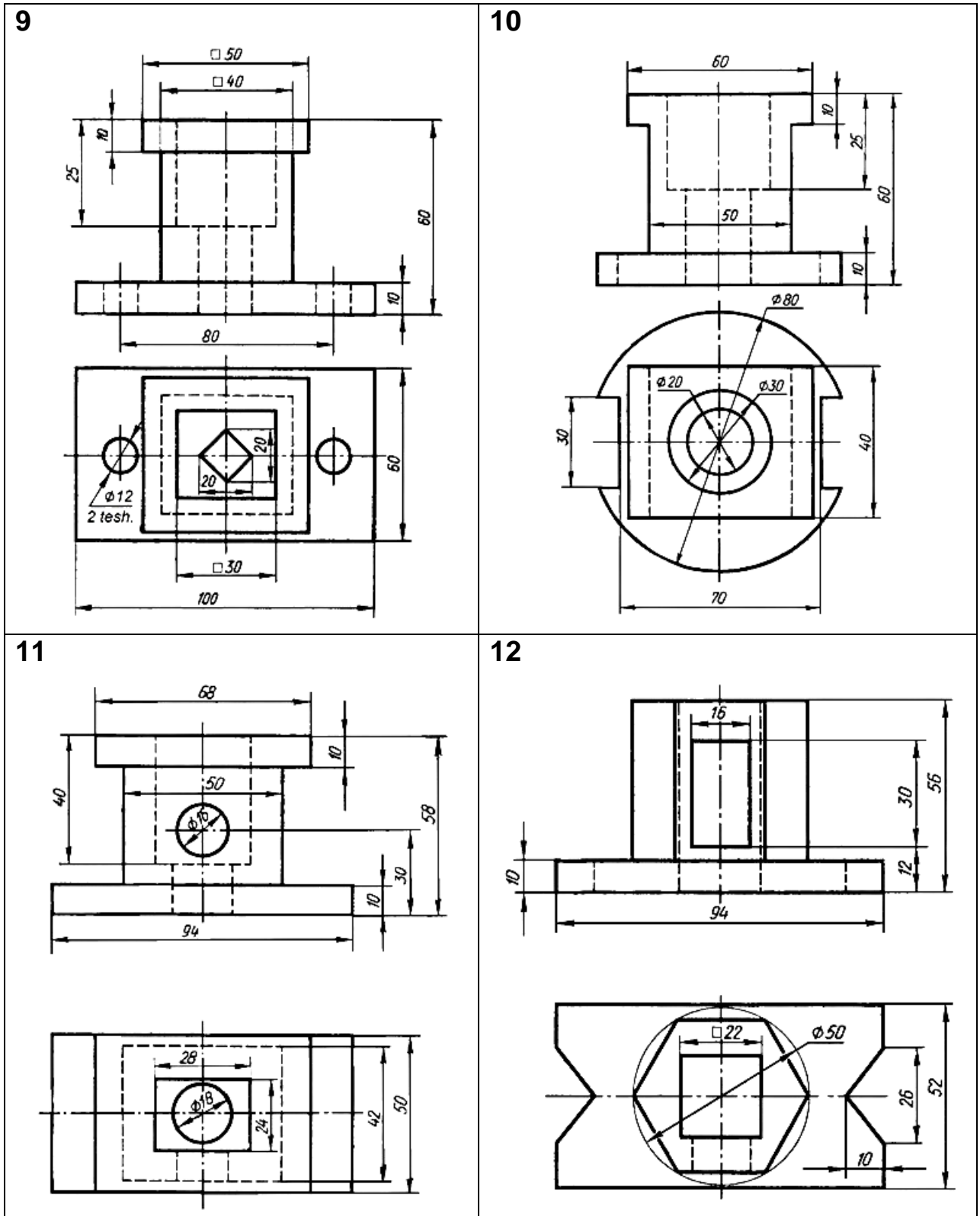




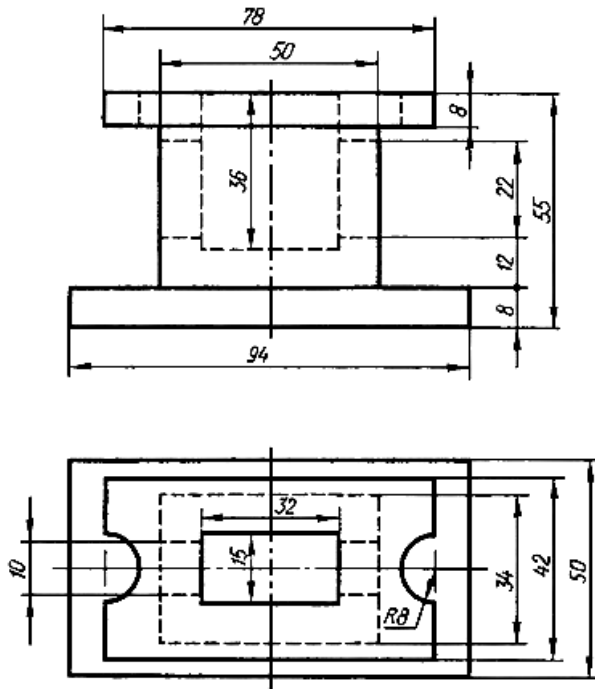
61-shakl. *Detailning etishmaydigan proyeksiyasi, aksonometriyasi va qirqimlarini qurish topshirig`ini bajarish namunasi*



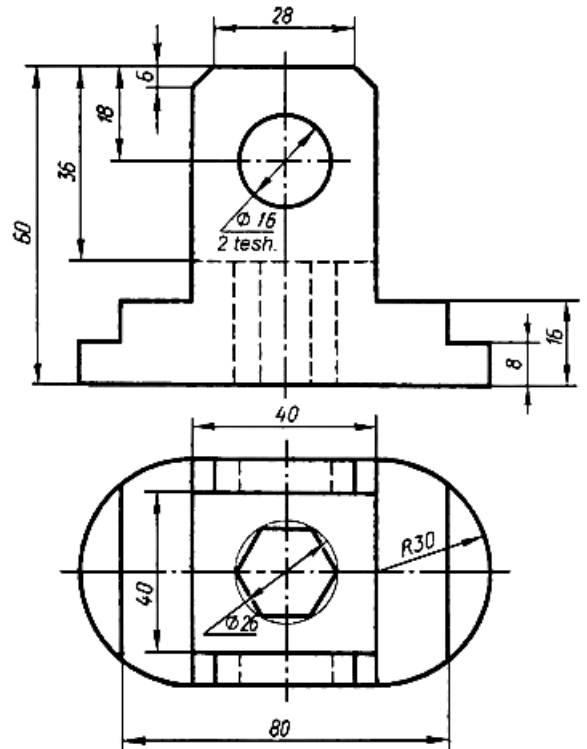




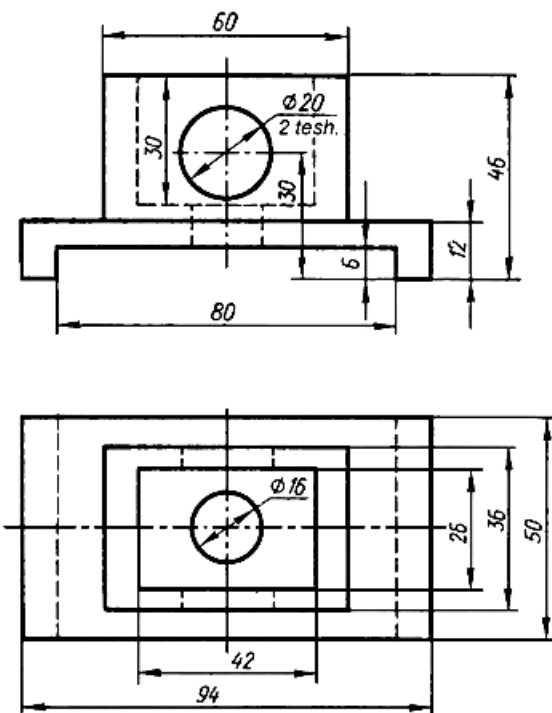
13



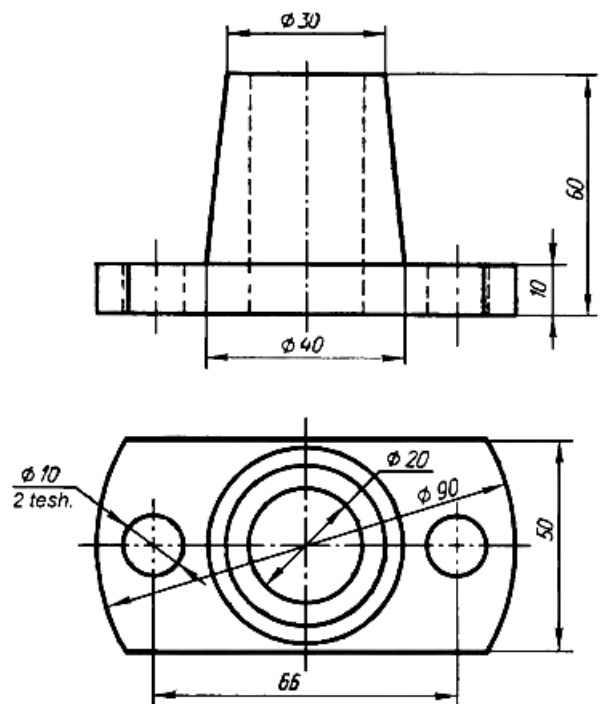
14

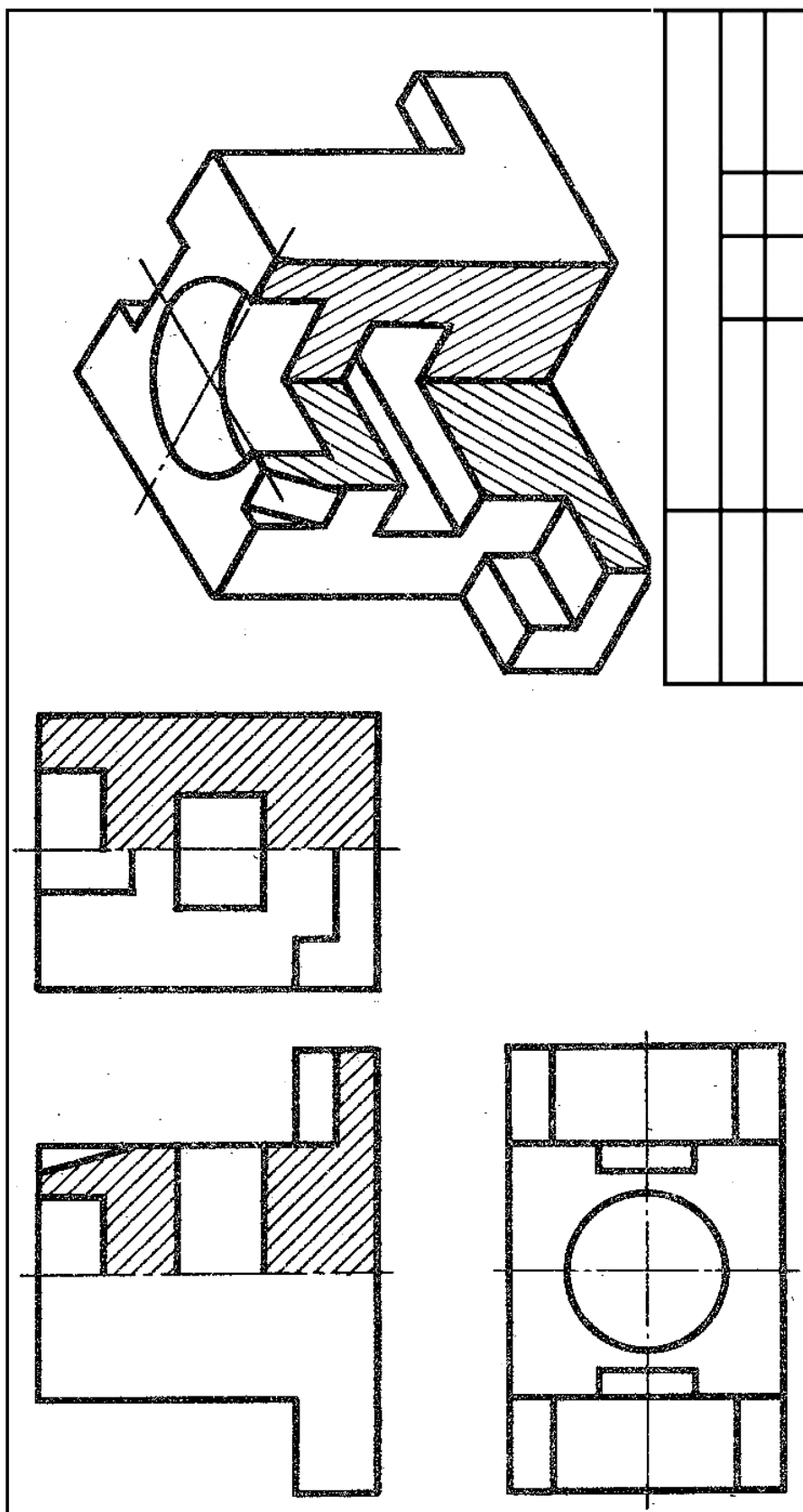


15

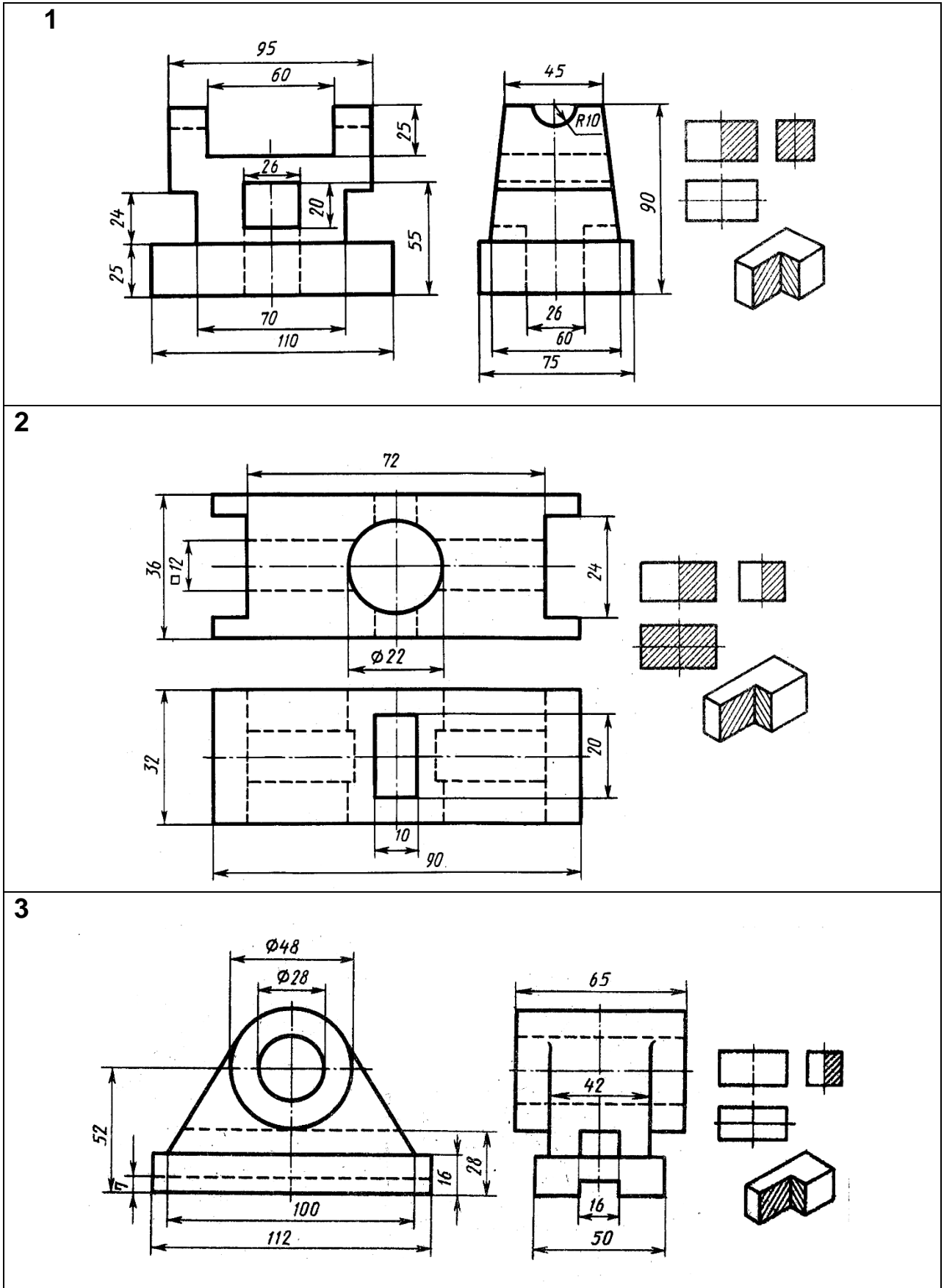


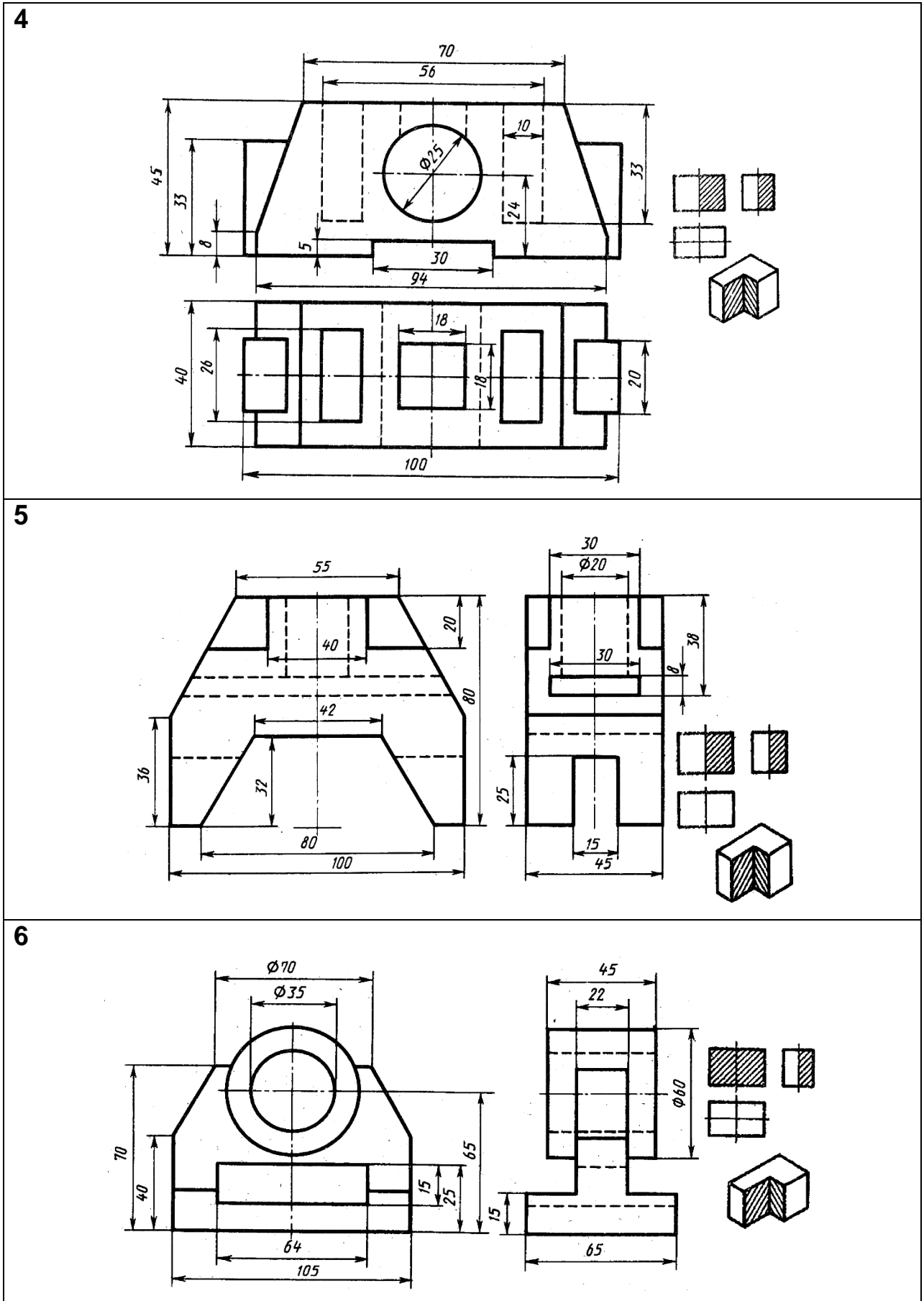
16



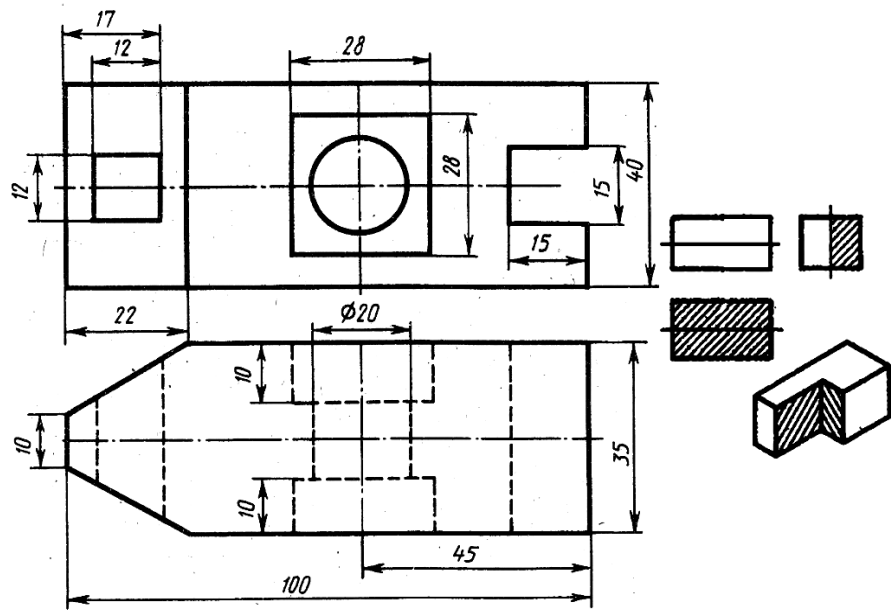


62-shakl. *Detailning etishmaydigan proyeksiyasi, aksonometriyasi va qirqimlarini qurish topshirig`ini bajarish namunasi*

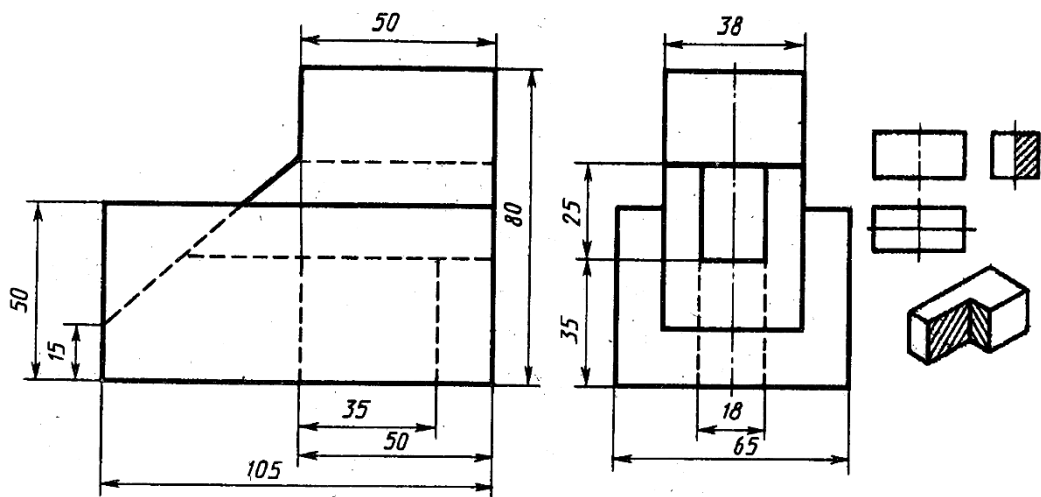




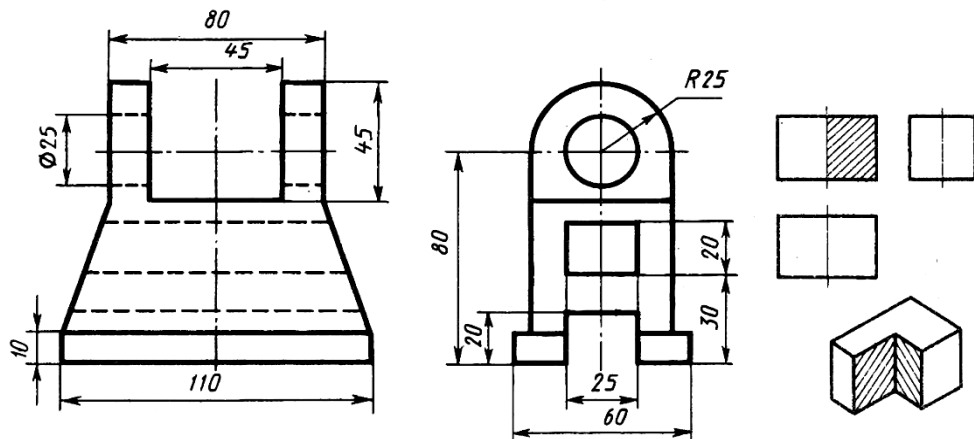
7



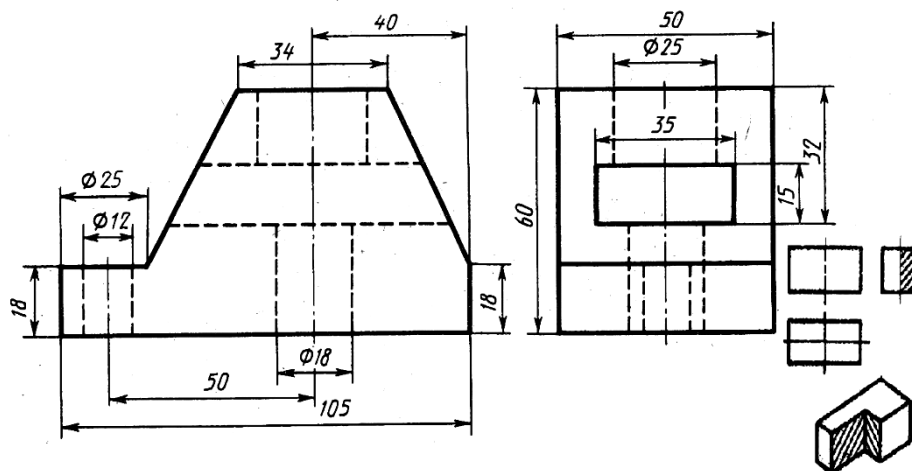
8



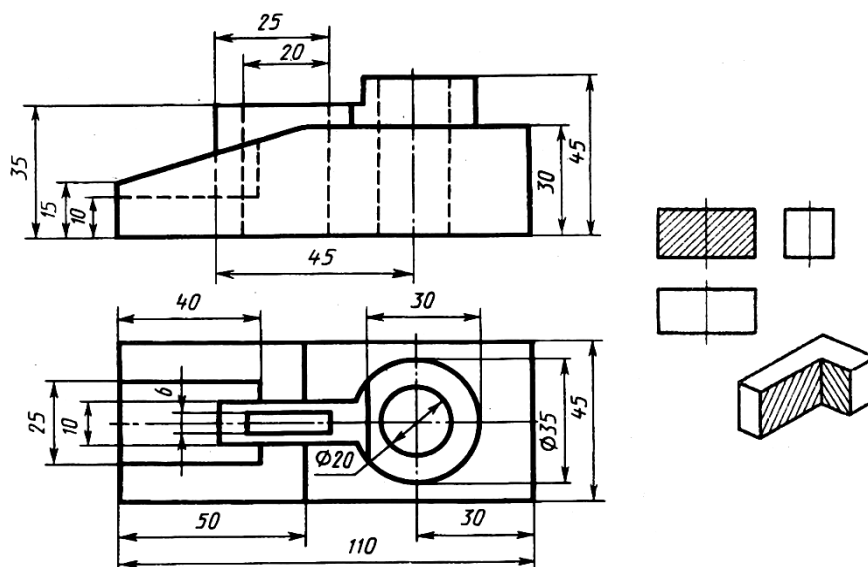
9



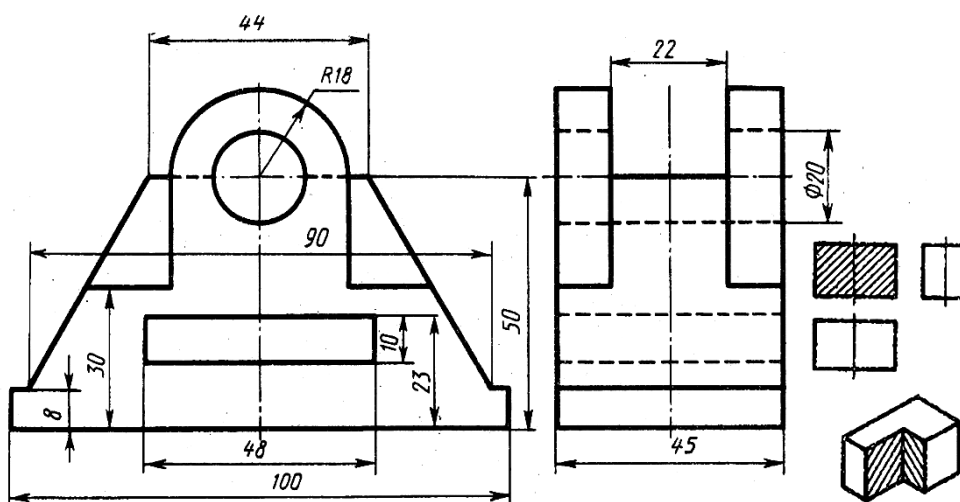
10



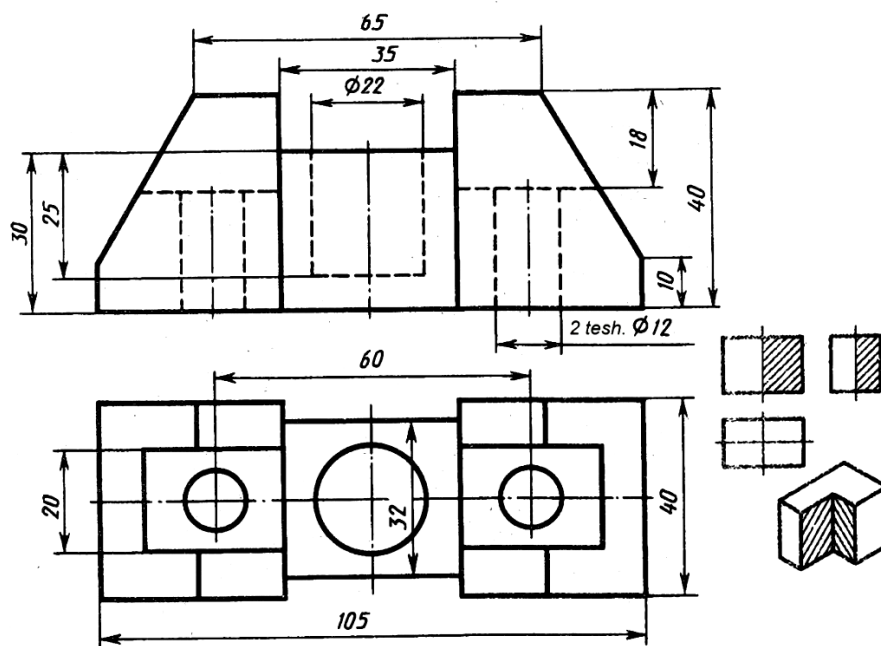
11



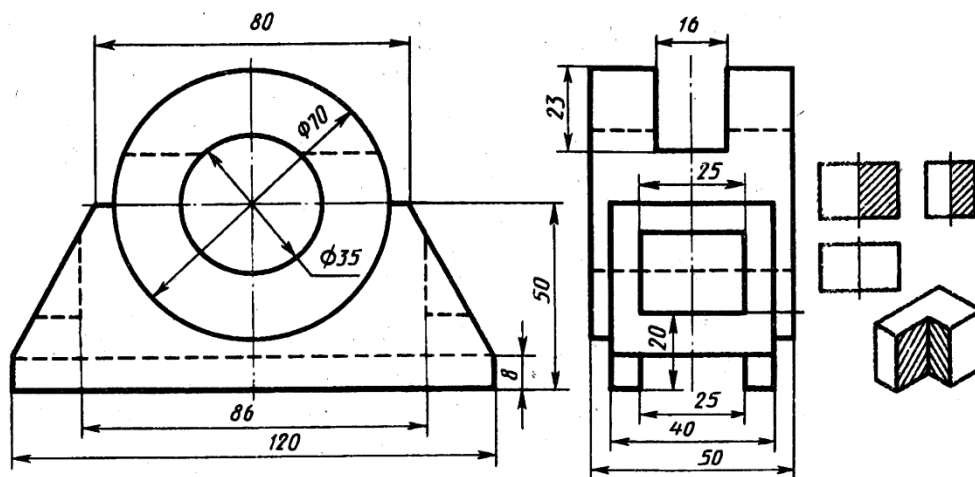
12



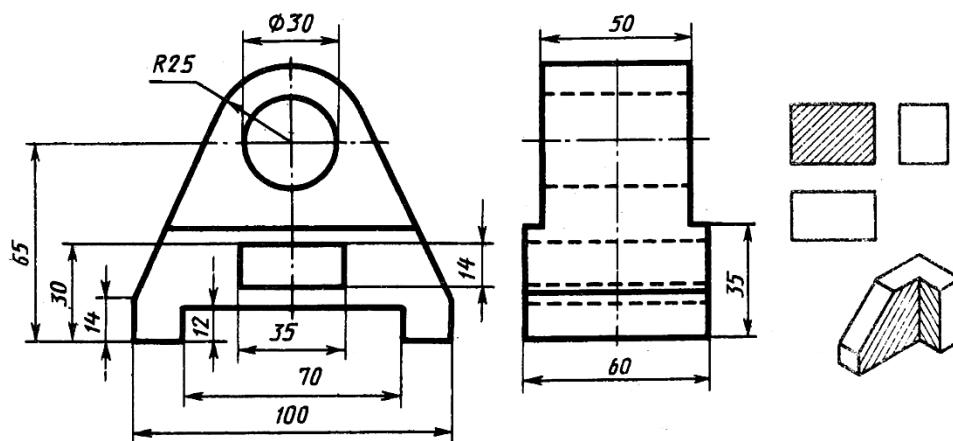
13



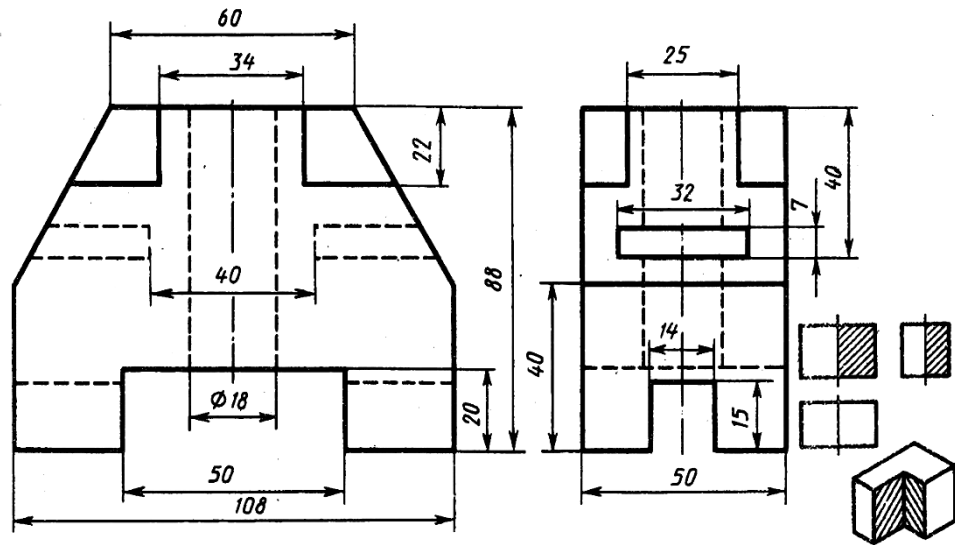
14



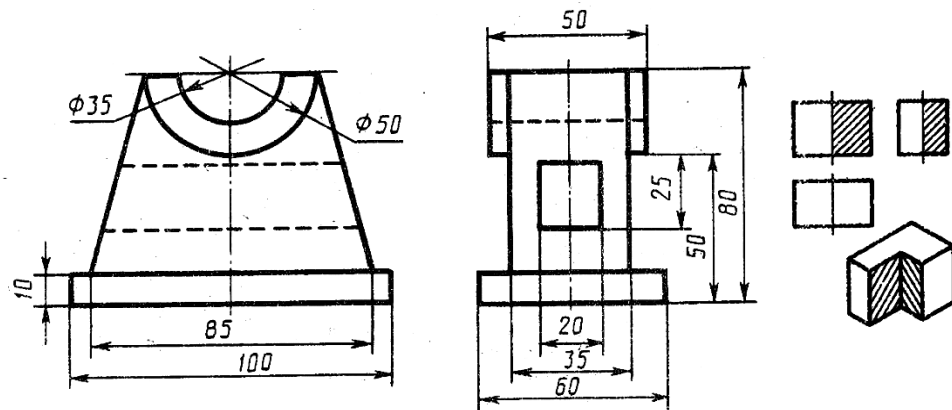
15



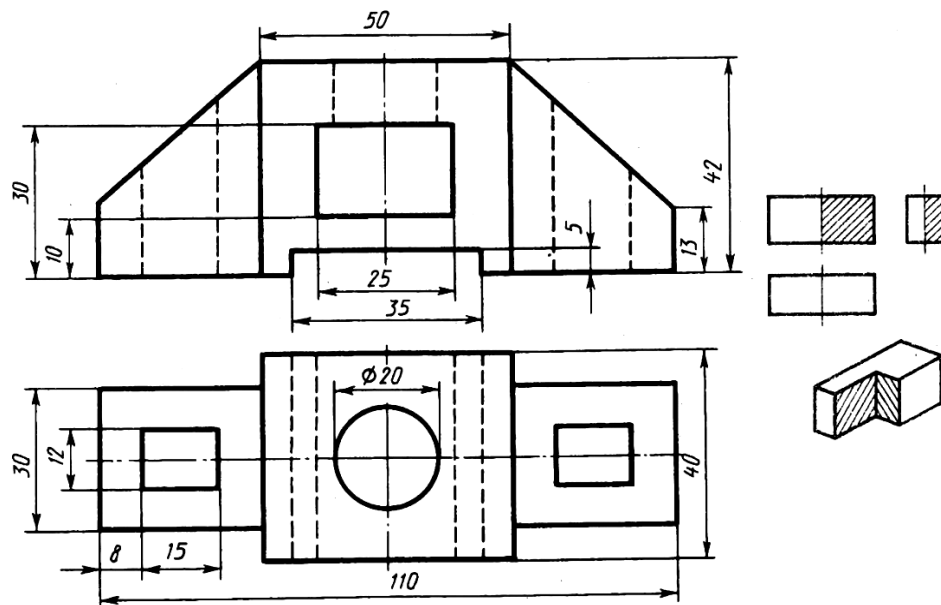
16



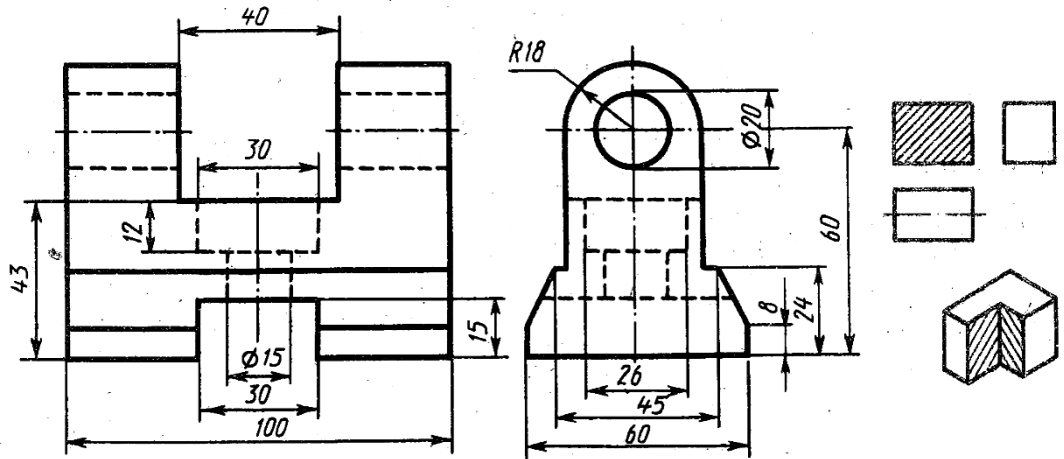
17



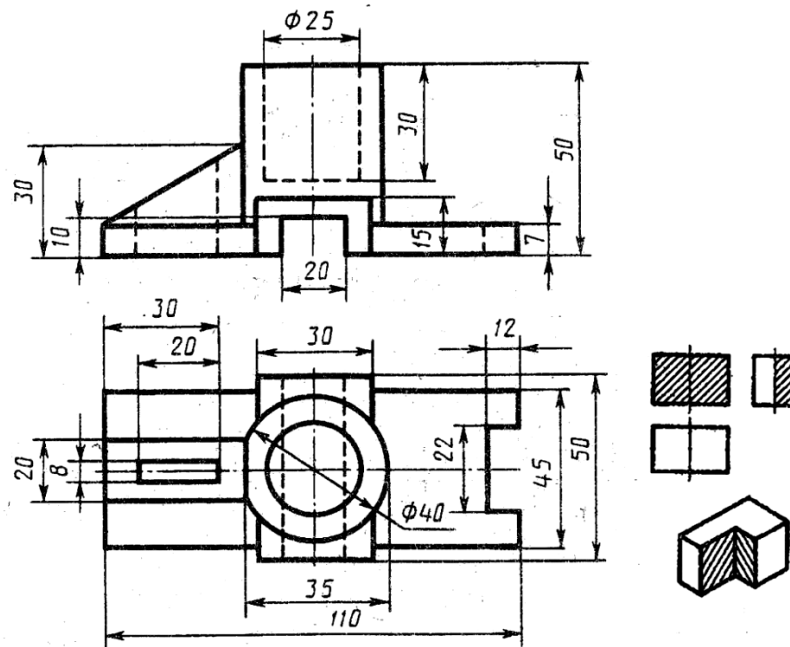
18



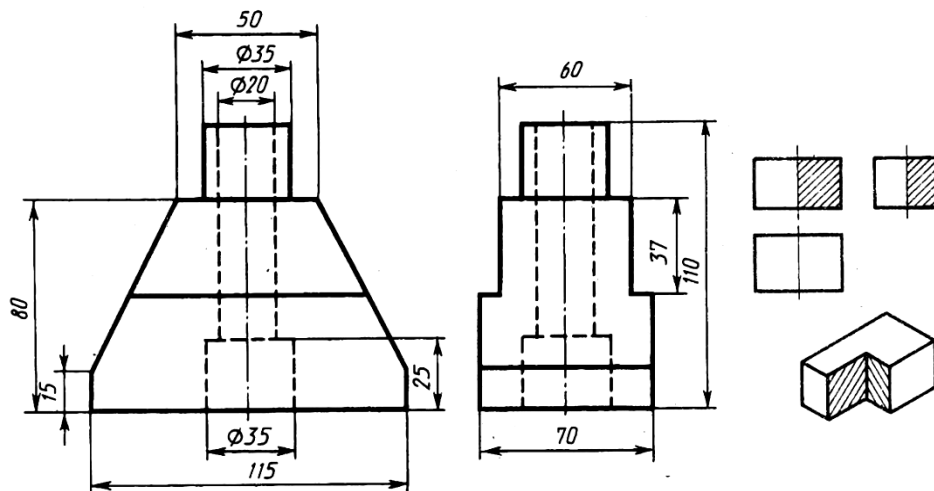
19



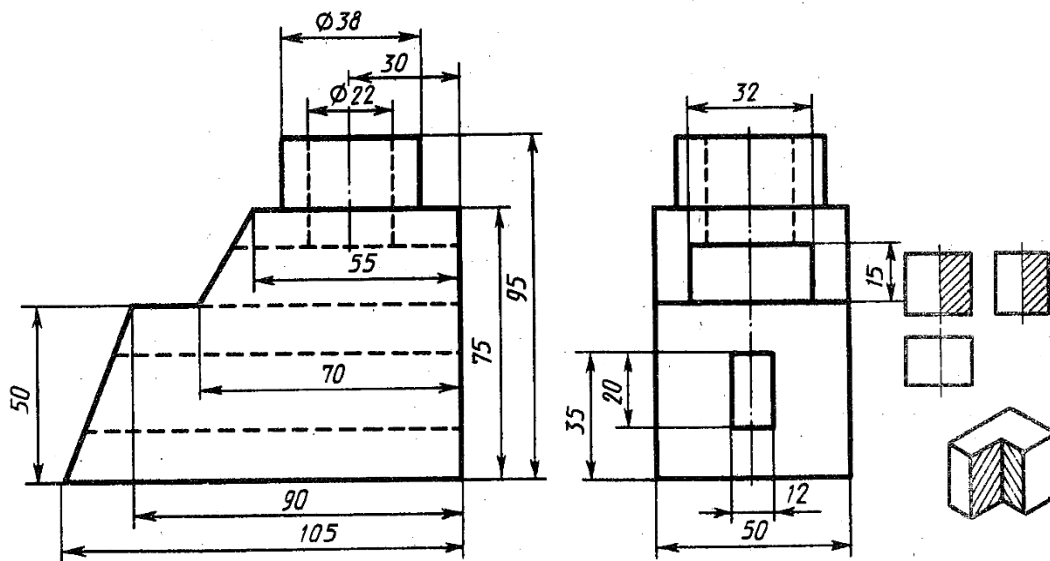
20



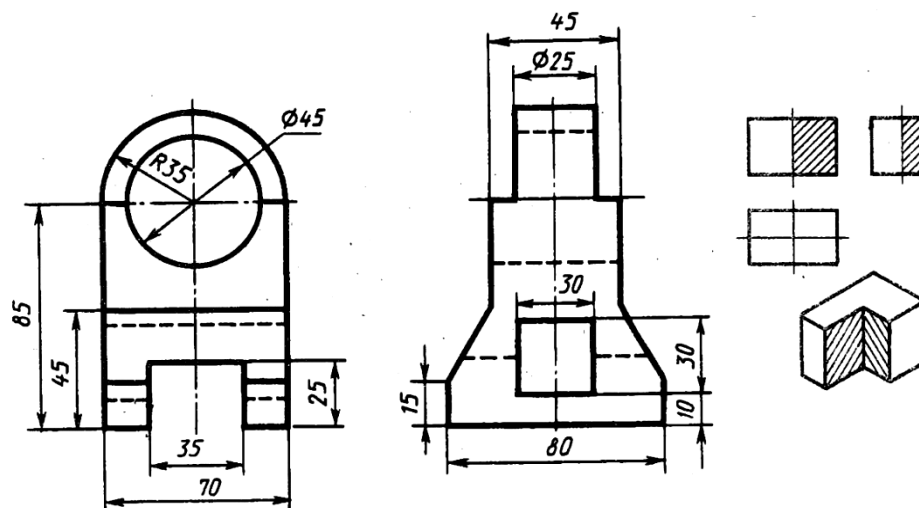
21



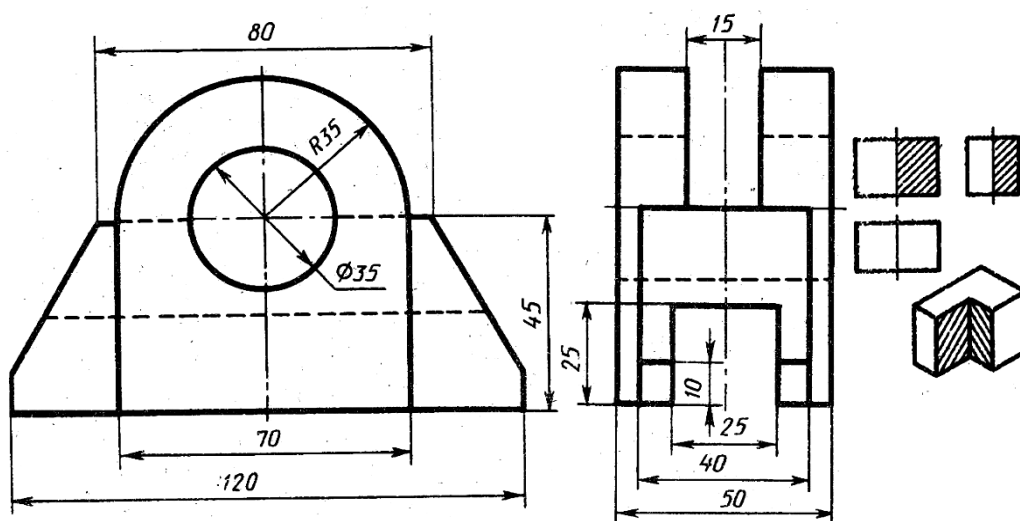
22



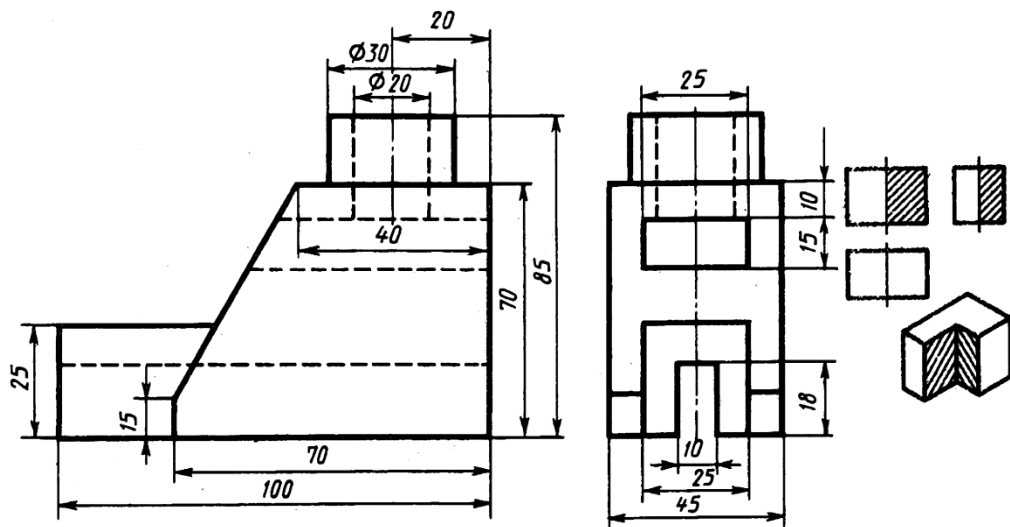
23



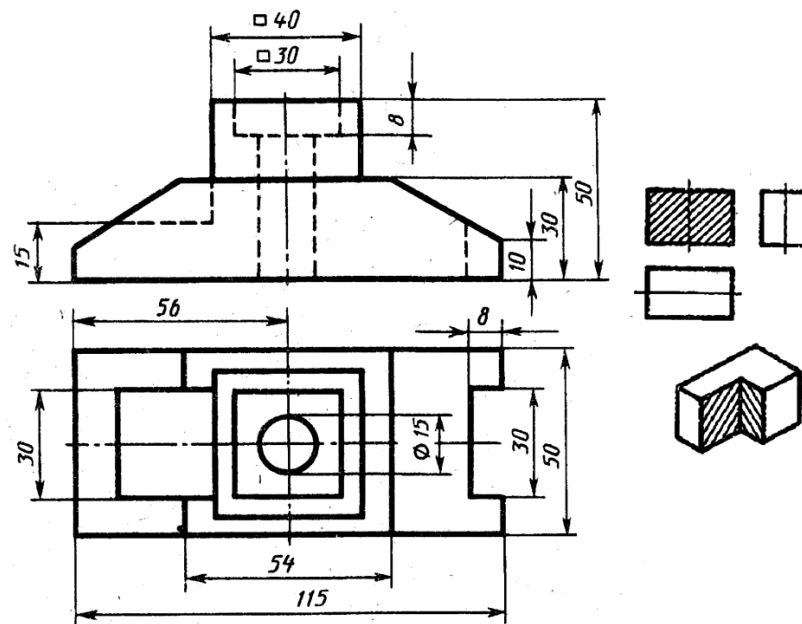
24



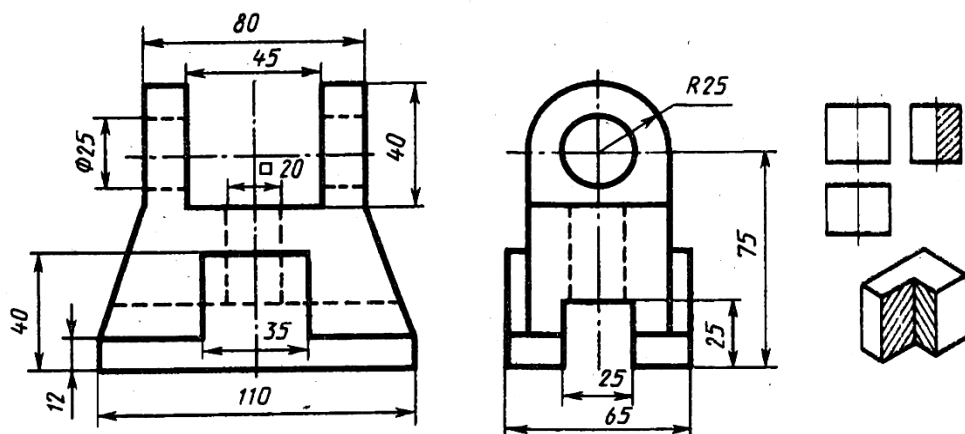
25



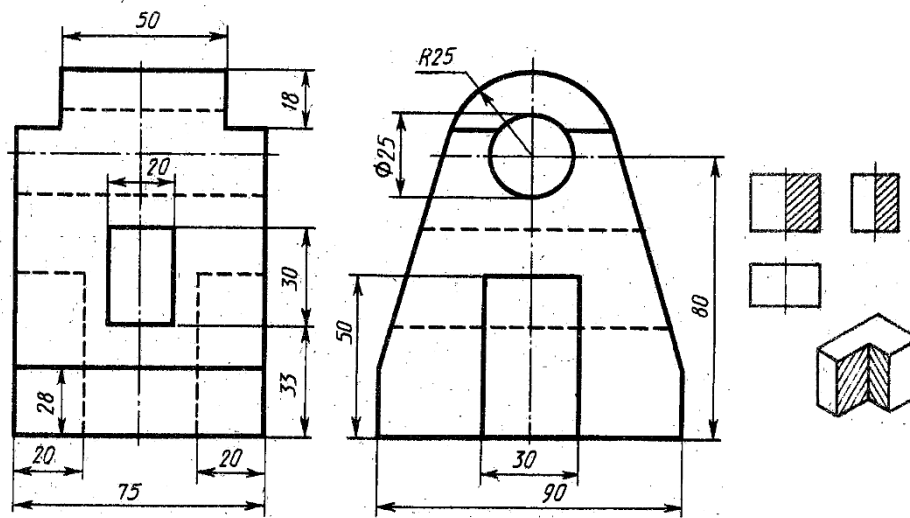
26



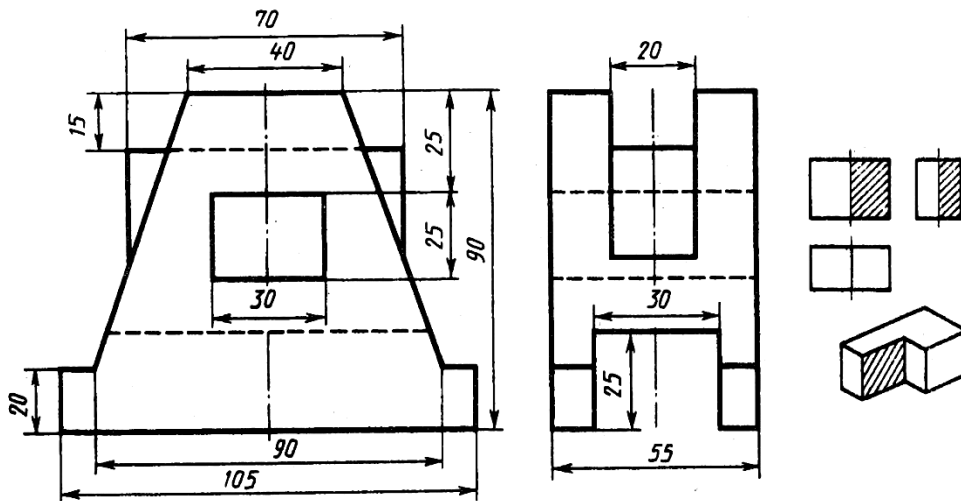
27



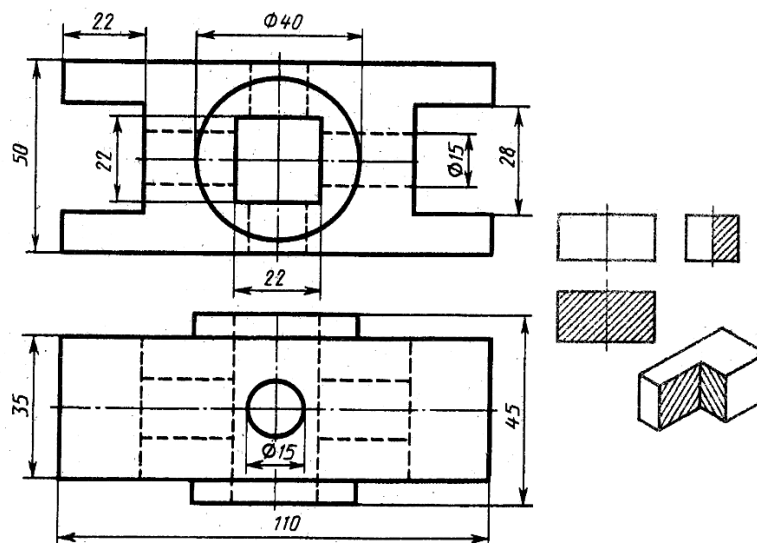
28



29



30



ADABIYOTLAR

1. **Ro`ziyev E.I.** Gometrik va proyeksion chizmachilik. T.: “Yangi asr avlodi”. – 2010.
2. **Боголюбов С.К.** Индивидуальные задания по курсу черчения. М.: «Высшая школа». – 1989.
3. **Зелёный П.В., Белякова Е.И.** Инженерная графика. Практикум. Минск: БНТУ. – 2011.
4. **Королев Ю.И., Устюжанина С.Ю.** Инженерная графика. СПб.: Питер. – 2011.
5. **Миронов Б.Г.** и др. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере. М.: «Высшая школа». – 2004.
6. **Оганесов О.А., Кузенева Н.Н.** Инженерная графика. Справочные материалы. М.: МАДИ – 2006.
7. Практикум по черчению (геометрическое и проекционное черчение) (под общей ред. **Е.А.Василенко**). М.: «Просвещение». – 1982.
8. **Решетов А.Л.** и др. Инженерная графика. Челябинск. – 2012.
9. **Сорокин Н.П.** и др. Инженерная графика. СПб.: Изд-во «Лань». – 2009.

Aksonometrik proyeksiyalar

(oliy ta'lim muassasalari talabalari uchun
o`quv-metodik qo`llanma)

Tuzuvchi: pedagogika fanlari doktori, professor
Ro`ziyev Erkin Iskandarovich

Adadi: 100 nusxa. Hajmi 6,75 b.t.
Nizomiy nomli TDPU Rizografida nashr qilindi