

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Східноукраїнський національний університет
імені Володимира Даля
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

METHODOLOGICAL INSTRUCTIONS

до виконання учбового завдання
по темі «Проекційне креслення»
to perform educational tasks
on the topic "Projection drawing"

(для студентів всіх форм навчання)
(for students of all majors)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
графічного та комп'ютерного
моделювання
Протокол № 15 від 07.06.2013 р.

Сєвєродонецьк 2015
Severodonetsk 2015

УДК 741.744.42.621.3

Методичні вказівки до виконання учбового завдання по темі «Проекційне креслення» (для студентів всіх форм навчання) / Укл. І.А.Бочарова, О.В.Сергієнко. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2015. - 73 с.

Methodical instructions to implement job training on the topic "Projection drawing" (for students of all majors) / Ed. I.A.Bocharova, O.V.Serhiyenko. - Luhans'k: Publ. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2015. - 73 p.

Наведені відомості по методиці побудови третього виду геометричних тіл за двома даними. Приведені варіанти графічних завдань і анімаційні тривимірні моделі геометричних тіл за варіантами одного із завдань.

These data on the method of construction of the third type of geometric figures in two data. Given options of graphic tasks and animated three-dimensional models of geometrical figures by variations of the tasks.

Укладачі:

The compilers:

Бочарова І.А., доц.

Сергієнко О.В., доц.

Bocharova IA, as.prof.

Sergienko O.V., as. prof

Відп. за випуск:

Ans. by release:

Сергієнко О.В., доц.

Sergienko O.V., as.prof.

Рецензент:

Reviewer:

Осенін Ю.І.,проф.

Osenin Yu.I., prof.

ВСТУП

Метою учбового завдання по темі «Проекційне креслення» є розвиток просторової уяви студентів і придбання навиків формування просторового образу геометричних тіл по вигляду їх ортогональних проекцій.

Успішне формування навиків відтворення в уяві учня образу геометричного тіла можливе при виконанні наступних умов [1, 2].

1. Студент повинен чітко знати і розуміти механізм формування ортогональних проекцій точки на три площини проекцій.

2. Студент повинен знати і розуміти особливості взаємозв'язку елементів основних видів (проекцій), виконаних без координатних вісей.

3. Студент повинен уміти виконувати побудову трьох основних видів геометричного тіла за його наочним зображенням.

Відсутність знань і навиків по перерахованим вище позиціям, як правило, не приводить до позитивних результатів розвитку просторової уяви і, як наслідок, засвоєння учбового матеріалу по розділу «Проекційне креслення» пов'язане з труднощами розуміння конструкції геометричного тіла.

Слід зазначити, що в переважній більшості учбової і методичної літератури відсутні рекомендації щодо методів вирішення завдань проекційного креслення, наприклад, за рішенням завдань на побудову третього виду геометричних або технічних деталей за двома даними видами. В кращому випадку студентів рекомендується «уявити» форму даного просторового об'єкту. Разом з тим, без наявності певного досвіду уявити форму просторового об'єкту можна лише у виключно простих випадках, наприклад для кулі або паралелепіпеда. Для вирішення складніших завдань студентів необхідно рекомендувати хоч би спрямування розумового процесу, в ході якого можна було б скласти уявлення про вигляд даного геометричного тіла.

У даних методичних вказівках розглядається один з методів вирішення завдань побудови третьої проекції геометричного тіла за двома заданими, що дозволить напрацювати навик формування в уяві студента закінченого образу будь-якого технічного об'єкту і, тим самим, розвинути просторову уяву, необхідну для інженера.

1. Загальні відомості про метод вирішення завдань побудови третього виду геометричних тіл за двома даними

До однієї з перших робіт із створення алгоритмів побудови геометричного образу просторових об'єктів по їх ортогональних проекціях може бути зарахована робота із створення шкільної системи «КИТЕЖ» автоматизованого створення тривимірного образу просторового об'єкту [3].

Розглянемо принцип роботи шкільної системи «КИТЕЖ».

Перш за все, в системі «КИТЕЖ» початкова графічна інформація для даного завдання формується відповідно до наступних принципів.

1. Кресленик обов'язково повинен представляти собою три види в системі прямокутних проекцій (епюр Монжа, що включає горизонтальну, фронтальну і профільну проекції об'єкту).

2. Проекції можуть містити тільки відрізки прямих, кола і дуги кіл. При цьому всі лінії, незалежно від їх видимості, мають бути одного типу - суцільні.

3. Проекції повинні містити тільки геометричну інформацію.

4. Ніякі елементи оформлення кресленика (вісі симетрії, розміри, написи і т. п.) не використовуються.

5. Об'єкти, відмітною ознакою яких є великий ступінь симетрії одночасно відносно декількох координатних вісей не рекомендуються для роботи з даною програмою, оскільки наявність декількох рішень кардинально збільшує об'єм обчислювальних операцій, у зв'язку з чим тривалість обчислень різко зростає.

6. Дві точки, розташовані на різних проекціях, вважаються зв'язаними проекційно, якщо у них збігаються однойменні координати. Факт збігу координат точки на різних проекціях визначається в програмі за величиною координат з урахуванням величини неточності побудови ортогональних проекцій. Якщо точність виконання проекцій точки недостатня, то факт знаходження проекційного зв'язку між даними точками береться під сумнів.

Об'єкт - це сукупність граней, кожна з яких є частиною площини, циліндра або конуса. При цьому вісі циліндрових і конічних поверхонь мають бути паралельні вісям системи координат.

Грань - це один або декілька замкнутих контурів - циклів з ребер.

Ребро - це відрізок прямої або дуга кола. Площина, в якій лежать ребра - дуги, має бути паралельною координатній площині об'єкту. Ребро визначається двома точками: кінцями ребер. За визначенням твердого тіла кожне ребро повинне входити до складу тільки двох граней.

Вершина ребра повинна сполучати в собі не менше трьох ребер. Для перевірки цього положення програма аналізує матриці з'єднання точок на всіх трьох проекціях. За наявності циліндрових або конічних поверхонь для виконання цієї вимоги програма автоматично їх доповнює, розбиває замкнуті з'єднання допоміжними (нарисовими) ребрами, які відповідають лініям нарису цих поверхонь на проекціях.

На першому етапі роботи програма перевіряє відповідність графічної інформації обумовленим вище умовам. Компоненти об'єкту (точки, ребра, цикли, грані) програма будує поетапно. У разі виявлення помилки користувачеві дається можливість оглянути компоненти, побудовані до моменту виявлення.

Крім того, користувач має можливість дістати доступ до проміжного стану об'єкту, коли побудовані цикли, але ще не побудовані грані.

Якщо всі вищеперелічені умови успішно виконані, програма пред'являє користувачеві каркасну (дротяну) модель просторового об'єкту. І лише після цього, з урахуванням рекомендацій користувача, програма приступає до побудови просторового образу об'єкту.

Узагальнюючи приведену вище інформацію, сформулюємо короткий опис етапів відбудови тривимірного зображення за креслеником ортогональних проекцій.

- Аналізується графічна інформація з метою виявлення помилок і формування специфічних даних про кожну з проекцій.

- Відбудовується положення точок в просторі по проекціях цих точок. Оскільки відбудовуються всі допустимі комбінації, то на цьому етапі можлива поява в об'єкті зайвих (помилкових) точок.

- Виконується побудова тривимірних ребер. Аналізується з'єднання точок на проекціях, визначається з'єднання тривимірних точок в об'єкті. Із-за наявності помилкових точок в об'єкті, на даному етапі можлива поява в ньому зайвих (помилкових) ребер.

- Виконується побудова циклів - замкнутих контурів з тривимірних ребер, що лежать на одній поверхні. Оскільки в об'єкті можуть бути помилкові ребра, це може призвести до появи помилкових циклів.

- Виконується аналіз циклів і побудова твердого тіла. На цьому етапі завдання видаляє з об'єкту помилкові точки, ребра і цикли, так, щоб, з одного боку, кожне ребро належало рівно двом циклам (ознака твердого тіла), а з іншого боку, щоб об'єкт відповідав вхідним проекціям. Потім з циклів, що залишилися, задача будує грані: "склеює" цикли, що лежать на одній поверхні; визначає, чи є цикл зовнішніми контурами грані або входом в отвір і т. п.

- Виконується апроксимація криволінійних граней і запис результату на диск. Етапи 5 і 6 можуть повторюватися кілька разів, оскільки одним і тим же проекціям можуть відповідати декілька коректних об'єктів.

Ще коротше етапи відновлення тривимірного зображення, використовувані в шкільній системі «КИТЕЖ», можуть бути сформульовані таким чином.

- Загальний аналіз вхідного кресленика. На цьому етапі завдання шукає грубі помилки в кресленику і виділяє з нього інформацію про кожну з проекцій.

- Відновлення тривимірних точок по точках проекцій.

- Побудова тривимірних ребер. Аналізуючи з'єднання точок на проекціях, задача сполучає тривимірні точки в об'єкті.

- Побудова циклів - замкнутих контурів з тривимірних ребер, що лежать на одній поверхні.

- Аналіз циклів і побудова твердого тіла.

- Запис отриманого результату.

2. Алгоритм вирішення завдань побудови третього виду геометричних тіл за двома заданими, що пропонується

Детальний аналіз алгоритму побудови геометричного образу

просторових об'єктів по їх ортогональних проекціях, використовуваний в шкільній системі «КИТЕЖ», показує, що застосування цього алгоритму (або його окремих фрагментів) у навчальному процесі з метою формування у студентів просторової уяви недоцільний за наступними причинами.

1. Перш за все, в основу методу відновлення просторового образу тривимірного об'єкту в програмному продукті КОМПАС-ОБРАЗ покладений координатний метод. Це означає, що у якості основного початкового матеріалу програма використовує матрицю A_{n3} координат вершин об'єкту, представлену у вигляді:

$$A_{n3} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} \end{bmatrix},$$

$$A1_{n2} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} \\ \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} \end{bmatrix}, \quad A2_{n2} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \\ \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i3} \\ \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n3} \end{bmatrix}, \quad A3_{n2} = \begin{bmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \\ \dots & \dots \\ a_{i2} & a_{i3} \\ \dots & \dots \\ a_{n2} & a_{n3} \end{bmatrix}$$

де

- n - кількість вершин просторового об'єкту,
- A_{n3} - матриця координат вершин об'єкту в 3D просторі,
- $A1_{n2}, A2_{n2}, A3_{n2}$ - матриці координат вершин об'єкту, що визначають горизонтальну, фронтальну і профільну проекції КК,
- $a_{11} - a_{n1}$ - координати X вершин об'єкту,
- $a_{12} - a_{n2}$ - координати Y вершин об'єкту,
- $a_{13} - a_{n3}$ - координати Z вершин об'єкту.

При цьому спочатку потрібна наявність всіх трьох проекцій, тому завдання відбудови третьої проекції за двома заданими взагалі не ставиться.

За результатами проведених обчислень визначається матриця суміжності M_{nn} .

$$M_{nn} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{i1} & c_{i2} & c_{ij} & c_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix},$$

де кожен елемент c_{ij} матриці M_{nn} відображає наявність (відсутність) ребра між i -ю та j -ю вершинами об'єкту.

Із зрозумілої причини всі діагональні елементи c_{kk} матриці дорівнюють нулю. Елементи i -го рядка та j -го стовпця набувають значення "1" ("0") у разі наявності (відсутності) ребра між i -ю та j -ю вершинами об'єкту.

Необхідність великого об'єму обчислювальних операцій, потрібних для визначення матриць A_{n3} , $A1_{n2}$, $A2_{n2}$, $A3_{n2}$ і високі вимоги до точності виконання кресленника не можна вважати за прийнятні в умовах аудиторної роботи зі студентами.

Разом з тим, метод, прийнятий в шкільній системі «КИТЕЖ», містить раціональне зерно в плані рішення поставленої задачі, що полягає в побудові на першому етапі відтворення просторового образу об'єкту його каркасної моделі графічними засобами або програмно за допомогою матриць A_{n3} і M_{nn} .

Прийнявши не розрахунковий, а графічний креативний підхід до побудови каркасної моделі об'єкту за участю користувача можна, перш за все, у якості початкового матеріалу використовувати не три, а тільки дві ортогональні проекції. При цьому виникає можливість виключити необхідність використання обчислювальних операцій, і відкинути вимоги до точності виконання комплексного кресленника. Відмова від вимог високої точності виконання кресленника ґрунтується на застосуванні якісного, а не кількісного аналізу властивостей досліджуваного просторового об'єкту. Отримувана при такому аналізі надмірність ребер або граней відтворюваної каркасної моделі об'єкту не є недоліком, а навпроти, сприяє відшукуванню ряду можливих рішень поставленої задачі.

Реалізований таким чином алгоритм відбудови образу тривимірного тіла за двома його ортогональними проекціями може забезпечити:

- створення науково-обґрунтованої методики читання кресленника за двома ортогональними проекціями;

- розробку креативної програми комп'ютерного аналізу ортогональних проєкцій тривимірних об'єктів;
- вивчення проєкційного креслення з використанням нескладної методики побудови третьої проєкції об'ємних тіл за двома заданими;
- використання алгоритму в навчальному процесі для розвитку просторової уяви студентів.

На підставі проведених досліджень пропонується наступний алгоритм побудови каркасної моделі тривимірного об'єкту.

У якості початкової інформації для відтворення образу тривимірного об'єкту використовуються дві будь-які ортогональні проєкції з трьох основних проєкцій (горизонтальної, фронтальної і профільної). Для машинного алгоритму буде потрібно дві з трьох матриць $A1_{n2}$, $A2_{n2}$, $A3_{n2}$, а також відповідні цим двом матрицям модифікації матриці M_{nn} .

При графічному методі рішення поставленої задачі всі побудови каркасної моделі об'єкту проводяться на кресленнику, побудованому у вигляді аксонометричного зображення. Аксонометричне зображення об'єкту будується в об'ємі простору, обмеженому гранями базового паралелепіпеда. Дві задані ортогональні проєкції визначають три габаритні розміри базового паралелепіпеда, в тілі якого передбачається провести побудову досліджуваного просторового об'єкту.

При цьому точність виконання аксонометричного зображення не є критичною по відношенню до правильності відбудови просторового образу об'єкту і його шуканої третьої ортогональної проєкції.

Для створення каркаса об'єкту використовується допоміжна площина приватного положення, що розташовується певним чином в базовому паралелепіпеді. Спосіб розташування допоміжної площини приватного положення повністю визначається виглядом двох заданих ортогональних проєкцій об'єкту. Найбільш переважне використання площин приватного положення не паралельних площині проєкцій, в якій розташована відсутня ортогональна проєкція. Наприклад, при заданих фронтальній і профільній проєкціях об'єкту рекомендується (при нагоді) уникати використання площини горизонтального рівня. Ця рекомендація витікає з відомого положення про те, що за відсутності індексації вершин ліній рівня, судження про їх взаємне положення може бути зроблене тільки на підставі аналізу тієї проєкції, якій ці прямі паралельні. У даному ж випадку ця третя проєкція відсутня згідно завдання.

Лінії, що визначають допоміжні площини приватного положення, а також лінії перетину цих допоміжних площин наносяться на аксонометричний кресленник у вигляді тонких кольорових ліній.

Після нанесення всіх допоміжних ліній утворюється каркасна модель, в якій учень повинен розпізнати 3D зображення досліджуваного просторового об'єкту. При цьому слід мати на увазі, що у ряді випадків рішення не є єдиним. В цьому випадку слід вибрати найбільш переважний варіант рішення або, у разі потреби, зафіксувати кожне з них.

3. Ілюстрації запропонованої методики на простих прикладах

У якості ілюстрації запропонованої методики розглянемо основні етапи побудови відбудови просторового образу об'єкту і побудову його третьої проекції на прикладі двох простих завдань.

Приклад 1.

Задано 2 проекції геометричного тіла (рис. 1).

Відтворити 3D зображення цього геометричного тіла, побудувати його 3-ю проекцію. Вказати можливі варіанти рішення цієї задачі.

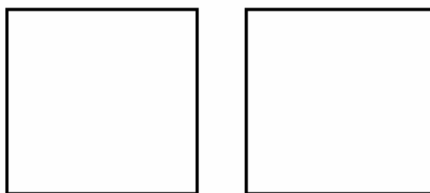


Рис. 1. Умова задачі

Приступаємо до виконання першого етапу рішення – побудови каркаса об'єкту. Для цього будують наочне зображення базового паралелепіпеда. Згідно умови задачі (рис. 1) ширина, висота і глибина базового паралелепіпеда рівні, тобто цей паралелепіпед у даному випадку є кубом. Каркас базового куба у вигляді наочного зображення наведений на рис.2а.

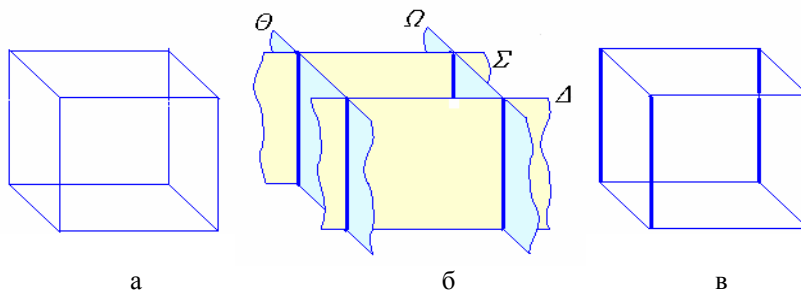


Рис. 2. Етапи побудови каркаса об'єкту

а – каркас базового куба; б – введення допоміжних площин приватного положення; в – ребра каркаса, використовувані для відбудови 3D об'єкту

Оскільки фронтальна і профільна проекції об'єкту представлені у вигляді порожніх квадратів, допоміжні площини проводитимемо безпосередньо через грані куба. Відповідно до наведених вище міркувань, у якості допоміжних площин приватного положення візьмемо площини профільного рівня Θ і Ω та площини фронтального рівня Σ і Δ (рис. 2б).

Лінії перетину площин Θ і Ω з площинами Σ і Δ , виділені товстими лініями на базовому кубі (рис. 2в), є основними ребрами каркаса об'єкту, використовуючи які частково або повністю може бути складений остаточний кресленик каркаса відтворюваного геометричного тіла.

Завершення роботи над каркасом об'єкту вимагає від студента одночасного розгляду двох заданих проекцій і попереднього кресленика каркасної моделі об'єкту (рис. 2в). Завдання студента полягає в завершенні роботи над каркасом об'єкту шляхом об'єднання вибраних студентом ребер попередньої каркасної моделі об'єкту наявними ребрами, або ребрами, знов введеними студентом для досягнення відповідності каркасної моделі заданим ортогональним проекціям. Цей етап роботи є найбільш важливим, він вимагає від студента творчого підходу, вимагає включення просторової уяви, сприяє активному розвитку останнього.

На рисунках 3 а, б, в, г, д приведені варіанти завершених креслеників різних варіантів каркасної моделі геометричного тіла, виконаних на базі попереднього кресленика каркасної моделі об'єкту (рис. 2в) з урахуванням заданих ортогональних проекцій (рис. 1).

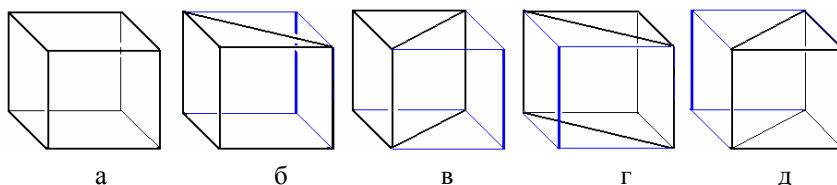


Рис. 3. Варіанти завершених креслеників каркасної моделі об'єкту

Використовуючи отримані каркасні моделі об'єкту легко побудувати 3D - зображення шуканого геометричного тіла. Для цього потрібно лише видалити невикористані ребра каркасної моделі і, при необхідності, позначити видимість ліній на 3D – зображенні об'єкту.

На рисунках 4 а, б, в, г, д наведені різні варіанти геометричних тіл, кожне з яких відповідає умові задачі, приведений на рис. 1.

Використовуючи отримані на рис. 4 варіанти наочного зображення шуканого об'єкту легко побудувати його бракуючу горизонтальну третю проекцію.

На рисунку 5 наведені горизонтальні проекції всіх п'яти варіантів рішення цієї задачі.

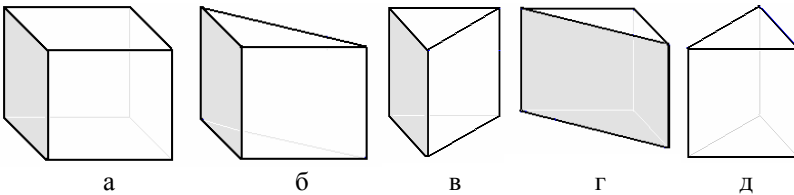


Рис. 4. Варіанти наочного зображення шуканого геометричного тіла

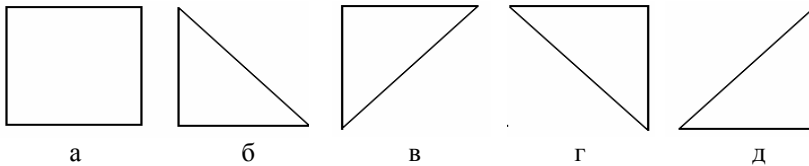


Рис. 5. Варіанти горизонтальних проекцій шуканого геометричного тіла

Приклад 2.

Задано 2 проекції геометричного тіла (рис.6).

Відтворити 3D зображення цього геометричного тіла, побудувати його 3-у проекцію. Вказати можливі варіанти рішення цієї задачі.



Приступаємо до виконання першого етапу рішення – створення каркаса об'єкту. Для цього будуємо наочне зображення базового паралелепіпеда. Оскільки згідно умови задачі (рис. 6) ширина, висота і глибина геометричного тіла рівні, то базовий паралелепіпед є кубом. Наочне зображення цього куба наведене на рис. 7а.



Рис. 6. Умова задачі

По аналогії з рішенням задачі 1 допоміжні площини проводитимемо безпосередньо через грані куба. У якості допоміжних площин приватного положення приймемо площини фронтального рівня Θ і Ω та площини горизонтального рівня Σ і Δ (рис. 7б).

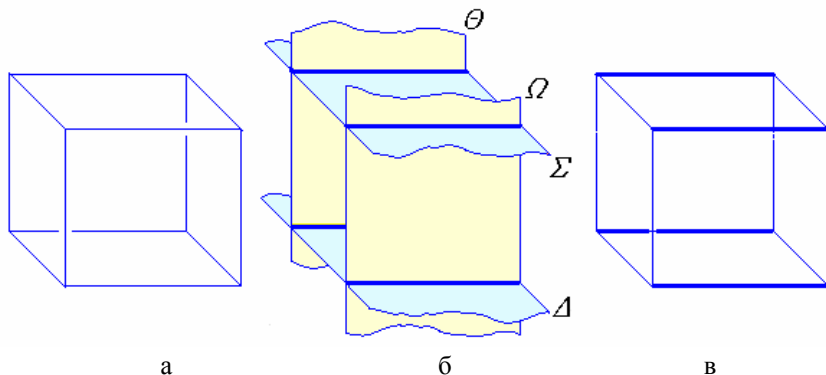


Рис. 7. Побудова каркаса об'єкту

а – каркас базового куба; б – введення допоміжних площин приватного положення; в – ребра каркаса, використовувані для відбудови 3D об'єкту

Лінії перетину площин Θ і Ω з площинами Σ і Δ , виділені товстими лініями на базовому кубі (рис. 7в), є створюючими попереднього кресленника каркасної моделі об'єкту.

На креслениках рисунка 8 наведені варіанти каркасних моделей і наочних зображень, що задовольняють умові задачі 2 (рис. 6).

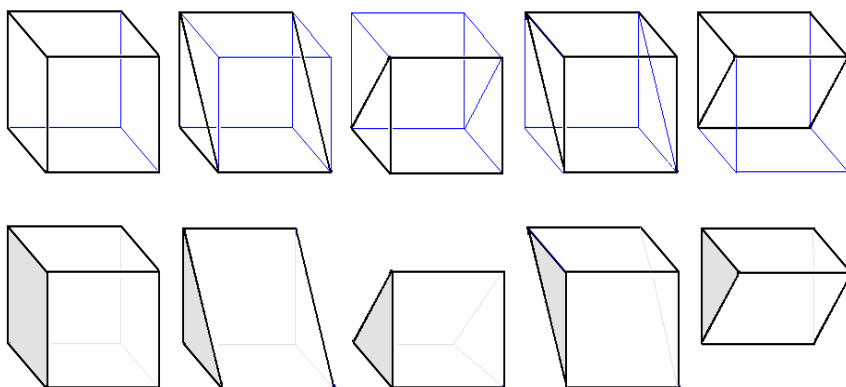


Рис. 8. Варіанти каркасних моделей і наочних зображень об'єкту

Побудовані за наочними зображеннями, наведеними на рис. 8, варіанти профільних проекцій шуканого геометричного тіла показані на рис. 9.

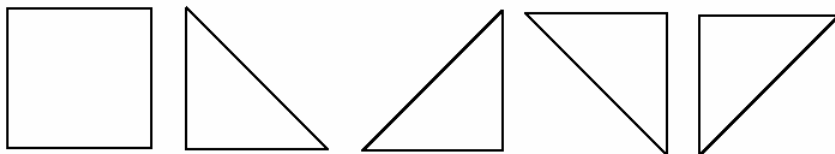


Рис. 9. Варіанти профільних проекцій шуканого об'єкту

4. Ілюстрація можливостей пропонованого алгоритму на прикладах вирішення завдань різної складності

Задача 3.

Задано 2 проекції геометричного тіла (рис. 10). Побудувати його 3-ю проекцію.

Побудову профільної проекції (виду зліва) даного геометричного тіла, будемо проводити шляхом відбудови наочного зображення цієї фігури.

Спочатку накреслимо каркас базового куба даного геометричного тіла (рис. 11а).

На фронтальній проекції даного об'єкту окрім зовнішнього контура (квадрата або прямокутника) є проекція горизонтальної лінії, або лінії, що знаходиться в площині горизонтального рівня. Цей висновок витікає з того, що всі точки цієї прямої знаходяться на однаковій відстані від лінії горизонту. Відмітимо положення цієї площини рівня в базовому кубі (рис. 11б).

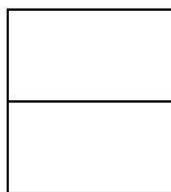
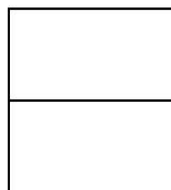


Рис. 10. Умова задачі

На горизонтальній проекції лінія в центрі квадрата є лінією або лініями, розташованими в об'єкті в площині фронтального рівня (рис. 11в). Сполучивши рисунки 11б і 11в, отримаємо каркасну модель (рис.

11г) передбачуваного геометричного тіла.

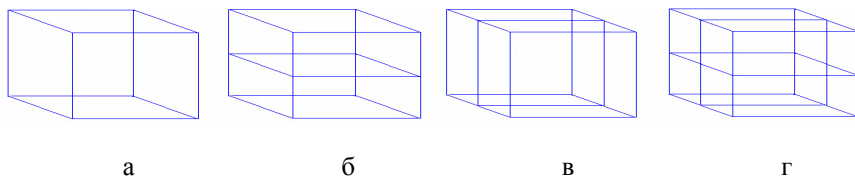


Рис.11. Етапи побудови каркасної моделі просторового об'єкту:

а - базовий куб; б - площина горизонтального рівня в базовому кубі, що містить прямі, відображені середньою лінією на фронтальній проекції; в - площина фронтального рівня, що містить прямі, відображені середньою лінією на горизонтальній проекції; г - кресленик, отриманий поєднанням

рисуноків 11б і 11в.

Перетворимо сполучений кресленик в каркас геометричного тіла (рис. 12) шляхом проведення лінії перетину двох допоміжних площин і виділення товстими лініями ребер каркаса.

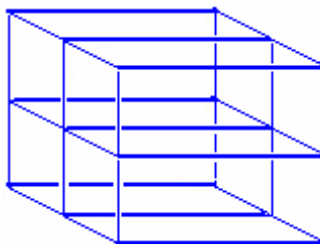


Рис. 12. Завершений каркас моделі просторового об'єкту

Комбінуючи виділені нитки каркаса, і забезпечуючи при цьому відповідність умові, наведений на рис. 12, можна отримати цілий ряд рішень у вигляді наочних зображень просторових об'єктів (рис. 13). Отримані таким чином наочні зображення дозволяють без зусиль побудувати третю проекцію геометричного тіла (рис. 13в).

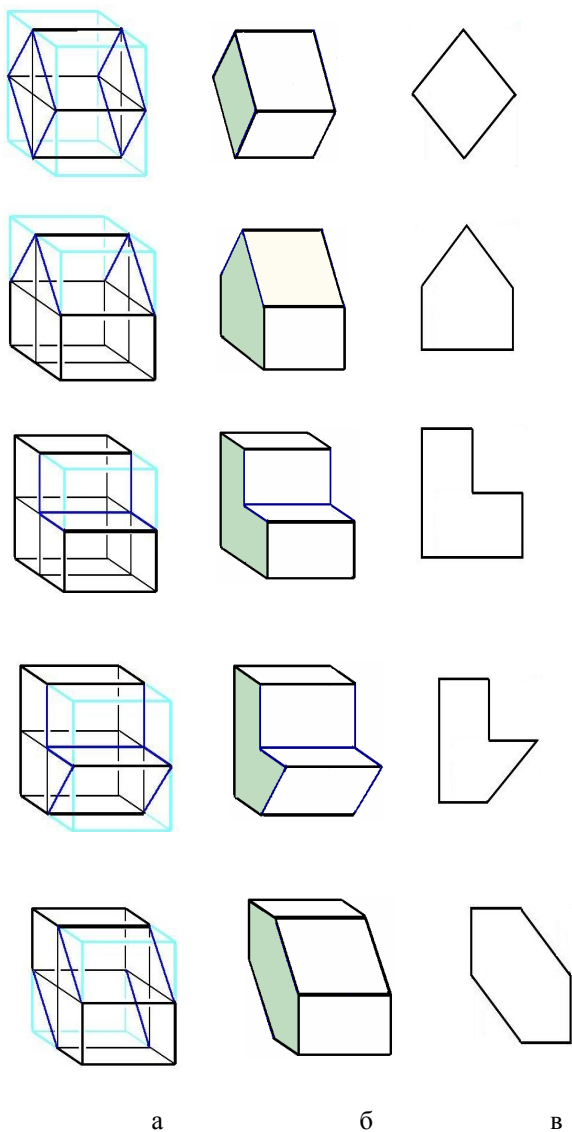


Рис. 13. Варіанти рішення задачі 3

а – деякі варіанти геометричних тіл в базовому кубі; б – наочні зображення геометричних тіл; в – профільні проекції геометричних тіл

Задача 4.

Задано 2 проекції геометричного тіла (рис. 14).

Побудувати його 3-у проекцію (горизонтальну).

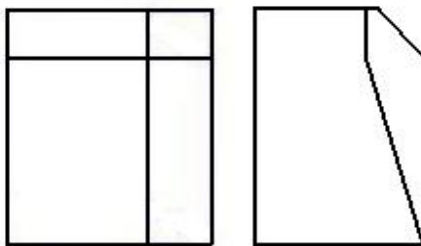


Рис. 14. Умова задачі.

Дотримуючись вище викладеному алгоритму, проведемо побудову базового паралелепіпеда і допоміжних площин приватного положення, що визначаються заданими проекціями об'єкту (рис. 15).

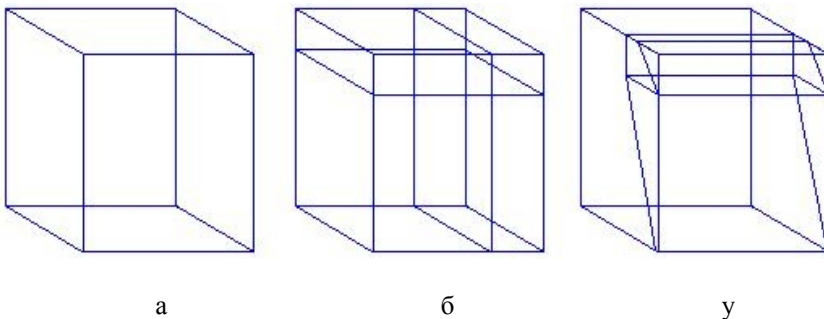


Рис. 15. Етапи побудови каркасної моделі просторового об'єкту

а – базовий паралелепіпед; б – допоміжні площини рівня в базовому паралелепіпеді, що відображають лінії на фронтальній проекції; в – допоміжні площини в базовому паралелепіпеді, що відображають лінії на профільній проекції

Сполучивши кресленики 15а і 15б і добудувавши лінії взаємного перетину допоміжних площин, отримаємо кресленик 16а.

На кресленику 16б виділені червоним кольором нитки каркаса, що відповідають умові задачі на рис. 14.

Видаливши непотрібні лінії, отримаємо наочне зображення об'єкту (рис. 16в) і з його допомогою – горизонтальну проекцію шуканого геометричного тіла (рис. 16г).

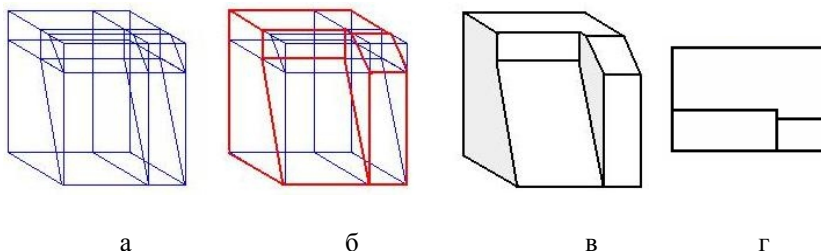


Рис. 16. Каркасна модель об'єкту і результат рішення задачі

а – поєднання креслень 15б і 15в; б – виділення ниток каркаса, що відповідають умові задачі; в – наочне зображення об'єкту; г – горизонтальна проекція геометричного тіла

Задача 5.

Задано 2 проекції геометричного тіла (рис. 17). Побудувати його горизонтальну проекцію.

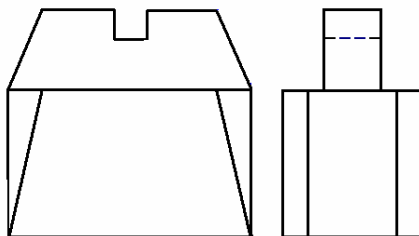


Рис. 17. Умова задачі.

Послідовність етапів рішення цієї задачі нічим не відрізняється від вирішення попередніх завдань. Спочатку в базовому паралелепіпеді будується каркасна модель, що включає допоміжні площини приватного положення і лінії їх перетину (етапи а, б, в і г на рис. 18).

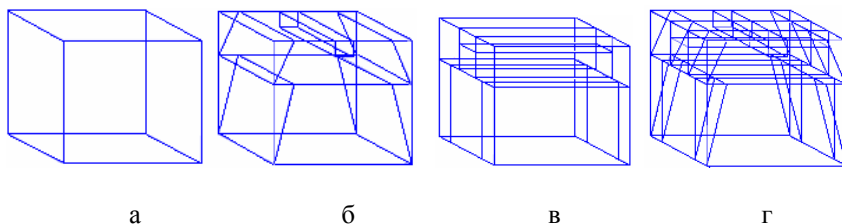


Рис 18. Етапи побудови каркасної моделі:

а – базовий паралелепіпед; б, в – роздільні нитки каркаса; г - суміщений каркас

Після цього, на кресленик отриманої каркасної моделі кольоровим олівцем наносять нитки каркаса (рис. 19а), що відповідають умові задачі, наведеній на рис. 17.

Отриманий на рис. 19а кресленик дозволяє побудувати образ просторового об'єкту (рис. 19б). Побудоване наочне зображення геометричного тіла дає повну інформацію для викреслювання потрібної за умовою завдання горизонтальної проекції об'єкту (рис. 19в).

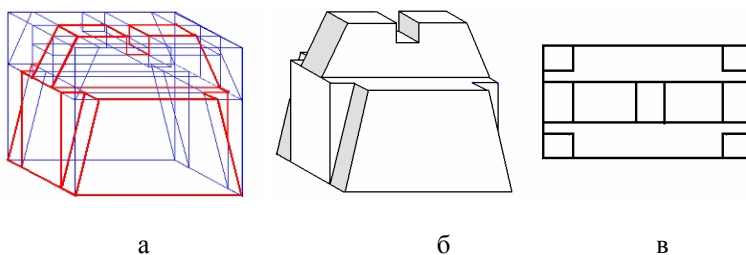


Рис. 19. Каркасна модель об'єкту і результат рішення задачі

а – каркас моделі; б – наочне зображення об'єкту;

в - шукана горизонтальна проекція

Задача 6.

Задані 2 проекції геометричного тіла (рис. 20). Побудувати його профільну проекцію.

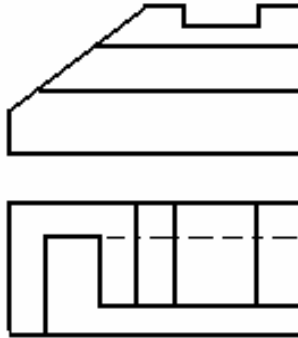


Рис. 20. Умова задачі

На рисунках 21а, 21б і 21в наведені етапи відбудови образу геометричного тіла за двома його ортогональними проекціями.

Шукана профільна проекція геометричного тіла (рис.22) будується за допомогою отриманого на малюнку 21в наочного зображення.

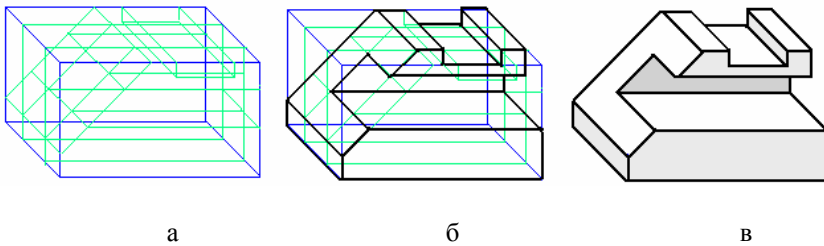


Рис. 21. Етапи відбудови образу геометричного тіла

а - суміщений кресленик допоміжних площин в базовому паралелепіпеді; б - каркасна модель об'єкту; в - наочне зображення об'єкту

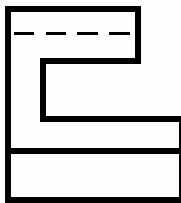


Рис. 22. Шукана профільна проекція геометричного тіла

5. Варіанти завдань

У цих методичних вказівках пропонуються два комплекти завдань.

Перший комплект завдань (30 варіантів завдань, Додаток 1) призначений для роботи на практичних заняттях з подальшим виконанням кресленика на форматі А3.

Другий комплект завдань (30 варіантів завдань по 3 завдання в кожному, Додаток 2) може бути використаний як контроль на лекційних або практичних заняттях, а також як домашні індивідуальні завдання.

Слід зазначити, що в більшості випадків контроль знань спочатку тестування не дає студентові точну інформацію про те, скільки правильних відповідей забезпечить ту або іншу позитивну оцінку. Це не дозволяє студентові правильно співвіднести запропоновані питання або завдання до рівня своїх знань і раціонально розподілити час на вирішення тих питань, які відповідають рівню знань, що є у нього. Часто при проведенні контролю знань студент береться за перше із запропонованих завдань і, у випадку недостатньо повних знань по темі, витрачає на рішення цієї задачі практично весь час, відведене на тестування.

Цей недолік усувається в тому випадку, якщо студентові на початку перевірки знань запропонувати декілька завдань і чітко визначити, правильне вирішення яких питань буде оцінено задовільною, хорошою або відмінною оцінкою. У такому разі студент буде вимушений сам провести об'єктивну оцінку своїх знань в даній області. При цьому, природно, виключається сама можливість появи претензій до

викладача з приводу недостатньо високої оцінки знань студента. Такий вибір ймовірної оцінки можна розглядати як своєрідне вхідне психологічне тестування перед майбутнім контролем знань. Необхідність вибору оцінки примушує студента чесно признатися собі, «чого він коштує» і, можливо, переглянути своє відношення до предмету, що вивчається.

Дослідження показали, що в більшості випадків студент вибирає алгоритм “штангіста” незалежно від рівня підготовки: спочатку студент вирішує відносно легкі завдання, що забезпечують гарантовану оцінку (задовільно або добре) і тільки тоді переходить до відповідей на найскладніші питання.

Викладені міркування покладені в основу при складанні варіантів завдання (Додаток 2), які можна використовувати для тестування студентів на лекціях або практичних заняттях.

6. Оформлення кресленника

Завдання по темі «Проекційне креслення», призначені для домашньої роботи, виконуються на листах формату А3. Основний напис розташовують в правій нижній частині формату. У правій верхній частині формату креслять (або приклеюють) умову задачі.

Для першого комплекту завдань ([Додаток 1](#)) на кресленнику необхідно виконати три проекції вказаного геометричного тіла в довільному масштабі з дотриманням пропорцій відповідно до варіанту. Зразок виконання завдання 1 представлений на рис. 23. У разі виникнення проблеми щодо розуміння конструкції запропонованого геометричного тіла, до методичних вказівок додаються відео фрагменти з демонстраціями тривимірних моделей цих деталей (назва відео файлу відповідає варіанту геометричного тіла).

Для другого комплекту завдань ([Додаток 2](#)) на кресленнику необхідно виконати три проекції обраного геометричного тіла (з 3-х запропонованих) в залежності від оцінки, на яку розраховує студент, оцінивши самостійно свої знання з вказаної теми відповідно до варіанту. При виконанні кресленника пропонується використати масштаб

2 : 1. Нанести вказані розміри елементів геометричного тіла. Зразок виконання завдання 2 представлений на рис. 24.

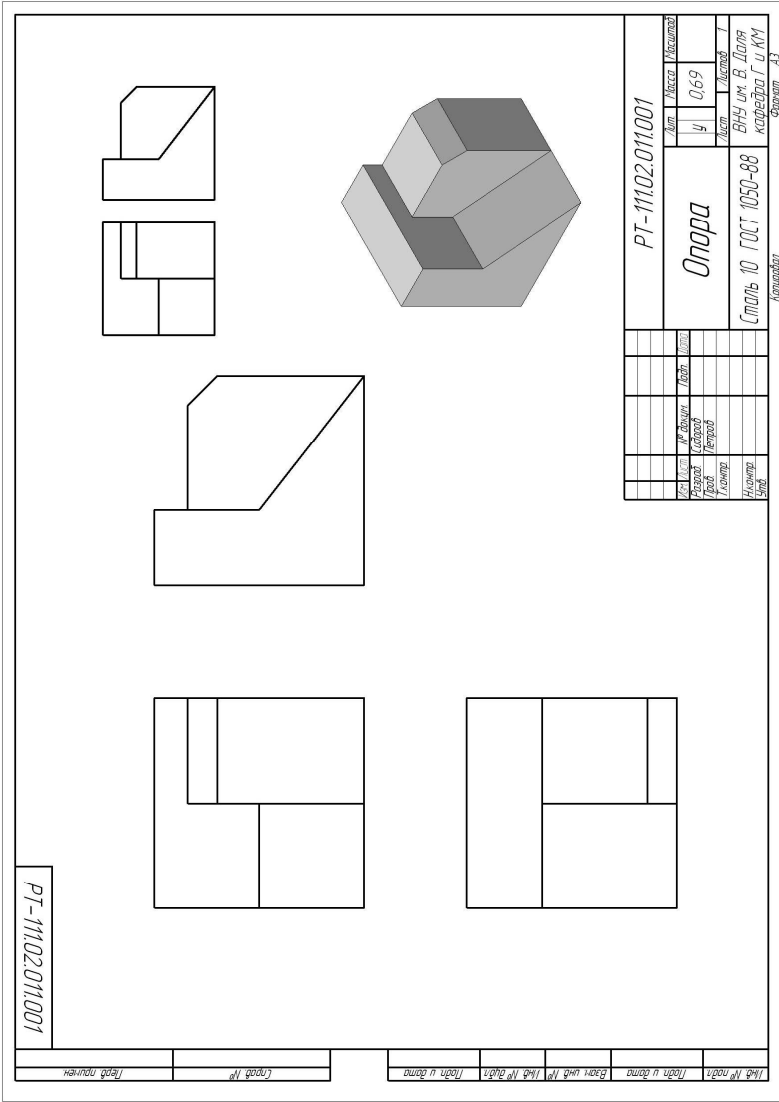


Рис. 23. Зразок виконання завдання 1

ВИСНОВОК

1. Запропонована нова методика вирішення завдань по проєкційному кресленню, що полягає в алгоритмічному відтворенні просторового образу геометричного тіла шляхом побудови його каркасної моделі.

2. На відміну від відомих методик, використовуваних в комп'ютерних графічних редакторах, запропонований алгоритм дозволяє відтворювати образи геометричних тіл без використання обчислювальних операцій. Всі необхідні побудови засновані на законах проєкційного зв'язку, що вивчаються студентами в курсах нарисної геометрії і проєкційного креслення.

3. Дана методика призначена і випробувана в навчальному процесі для завдань, що відносяться до гранних поверхонь будь-якої складності. Розробники сподіваються в найближчому майбутньому створити подібний алгоритм для роботи з геометричними тілами, що містять поверхні обертання.

4. Запропонована методика вирішення проєкційних завдань сприяє розвитку просторової уяви студентів.

5. Запропонована методика вирішення проєкційних завдань може бути використана в графічних учбових програмах для автоматизації вирішення великого кола проєкційних завдань.

6. Представлені варіанти завдань щодо побудови третьої проєкції геометричних тіл за двома заданими і їх аксонометричної проєкції для виконання двох листів індивідуального завдання з проєкційного креслення.

Рекомендована література

1. Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников.- Научн. исслед. ин-т общей и пед. психологии Акад. пед. наук СССР. - М.: Педагогика, 1980. – 240 с.

2. Рассохин В.В., Розов С.В., Целинский Н.А. Занимательные задачи по проекционному черчению. – М.: Машгиз, 1962. – 166 с.

3. Богуславский А.А. Школьная система автоматизированного проектирования: моделирование твердого тела методом чтения чертежа. Пособие для учителя. Часть III. КУДИЦ, Москва, 1996. Сайты <http://www.ict.edu.ru/ft/004245/obraz>
http://oso.rcsz.ru/info/kompas/Ln_Kmps/part2/pg1.htm

INTRODUCTION

The aim of the assignment on the topic "Draft Projection" is the development of spatial imagination of students and the acquisition of skills formation of the spatial image of geometric bodies in view of their orthogonal projections.

Successful development of skills in the imagination of the student recreation geometric body image is possible if the following conditions [1, 2].

1. The student must clearly know and understand the mechanism of formation of the orthogonal projections of points on the three projection planes.

2. The student must know and understand the features of the main types of interconnection elements (projections), performed without the coordinate axes.

3. The student must be able to carry out the construction of the three main types of geometric body from its visual representation.

Lack of knowledge and skills for the above positions, as a rule, does not lead to positive results of spatial imagination and, as a consequence, the academic content of the section "Projection Drawing" due to the difficulty of understanding the geometric structure of the body.

It should be noted that the vast majority of educational and methodical literature there are no recommendations on how to meet the challenges of the projection drawing, for example, to address the challenges of building a third type of geometric or technical details of the two data types. At best, students are encouraged to "report" form under consideration of the spatial object. However, without some experience to submit the form spatial object can only be extremely simple cases, such as a sphere or box. For more complex tasks the student should be encouraged to at least the direction of the thinking process, in which one could get an idea of the form of the geometric body.

These methodological guidelines is considered one of the methods for solving problems of constructing a third projection geometric body in two reports, which will earn skills formation in the imagination of the student's complete image of any technical object and thereby develop spatial imagination needed to engineer.

1. General information about the method of solving problems of construction of the third kind of geometric bodies of two data

For one of the first works to create algorithms for constructing geometric image of spatial objects by their orthogonal projections can be ranked as work on the creation of the school system "Kitezh" automated three-dimensional image of the spatial object [3].

Consider the principle of operation of the school system "Kitezh".

First of all, in the system of "Kitezh" original graphic information for this problem is formed in accordance with the following principles.

1. The drawing must be three types in the system of rectangular projections (Monge diagrams, including the horizontal, frontal and profile projection of the object).

2. The projections can contain only line segments, circles and arcs. Thus all lines, regardless of their visibility, to be of the same type - solid.

3. The projections should contain only geometric information.

4. No part of the design drawings (the axis of symmetry, size, lettering and so on) are not used.

5. Objects, the hallmark of which is the high degree of symmetry simultaneously on several axes are not recommended for use with this program, because there are several solutions cardinaly increases the amount of computational operations and therefore the duration of the calculation increases dramatically.

6. Two points on different projections, projection considered to be related if they have the same coordinates of the same name. The coincidence of the coordinates of points on the different projections in the program is determined by the largest coordinate with the magnitude inaccuracies constructing orthogonal projections. If the accuracy of the projections of points insufficient, the fact of the projection relationship between considered points being questioned.

Object is a collection of faces, each of which is part of a plane, a cylinder or cone. Wherein the axis of cylindrical and conical surfaces must be parallel to the axes of the coordinate system.

Fringe is one or more closed loops - loops of edges.

Edge is a line segment or a circular arc. The planes in which the edges lie - arcs to be parallel to the coordinate planes of the object. Edge defined by two points: the ends of the ribs. By the definition of a solid each edge should be part of only two faces.

The **vertex** of the ribs should combine at least three edges. To check this position the program analyzes the matrix of connection points on all three

planes. In the presence of cylindrical or conical surfaces to meet this requirement, the program automatically adds them, breaks closed connections by subsidiary (the essay) ribs which correspond to the lines of the essay on the projections of these surfaces.

At the first stage, the program verify the compliance of graphical information specified above conditions. The program builds the components of the object (points, edges, loops, faces) gradually. In the event of an error the user is given the opportunity to inspect components built at the time of detection.

In addition, the user can gain access to the intermediate state of the object when the cycles are built but not yet built the brinks.

If all the above conditions are successfully completed, the program presents to the user a carcass (wire) model of the spatial object. Only after that, taking into account the recommendations of the user, the routine proceeds to the construction of the spatial image of the object.

Summarizing the above information, we will formulate a brief description of stages of recovery of three-dimensional images by drawing orthogonal projections.

- Analyzes the graphic information to identify errors and formation of specific data on each of the projections.

- This returns the position of points in the space of the projections of these points. Since recovering all valid combinations, at this stage may appear in the object extra (false) points.

- It is built a three-dimensional edges. The compound of the points on projections is analyzed, the connection of three-dimensional points is defined in the object. Due to the presence of spurious points in the object, at this stage it may appear superfluous (false) edges.

- It makes cycles - closed loops of three-dimensional edges lying on the same surface. Since the object may have false edges it may cause false cycles.

- It proceeds the analyze of cycles and building of a solid. At this stage, the task removes from the object false points, edges and cycles, so that on the one hand, each rib belonged to exactly two cycles (sign solid) and on the other hand, the object corresponds to input projections. Then the task builds the verge from the remaining cycles: "glues" cycles, lying on one surface; determines whether the cycle of the outer contour of a face or the entrance to the hole, etc.

- It carries out the approximation of curved faces and writing the result to disk. Steps 5 and 6 can be repeated several times, as the same projections may correspond to several correct objects.

Even more briefly recovery steps of the three-dimensional images used in the school system "Kitezh", can be summarized as follows.

- An overall analysis of the input drawing. At this stage, the task looks for blunders in the drawing and extracts from it information about each of the projections.
- Restoration of three-dimensional points on the projection points.
- The construction of the three-dimensional edges. Analyzing connection of points for projections, the task connects three-dimensional points in the object.
- Building cycles - closed contours of the three-dimensional edges lying on the same surface.
- Analysis of the cycles and the construction of a solid.
- Recording the result.

2. The proposed algorithm for solving the tasks of building a third type of geometric bodies of two data

A detailed analysis of the algorithm for constructing geometric image of spatial objects by their orthogonal projections used in the school system "Kitezh", shows that the use of this algorithm (or some of its fragments) in the learning process in order to form students' spatial imagination inappropriate for the following reasons.

1. First of all, based on the method of recovery of the spatial image three-dimensional object in a software product KOMPAS-IMAGE is put coordinate method. This means that as the main raw material the program uses matrix A_{n3} of the vertex coordinates of the object, as represented by

$$A_{n3} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} \end{bmatrix},$$

$$A1_{n2} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} \\ \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} \end{bmatrix}, \quad A2_{n2} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \\ \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i3} \\ \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n3} \end{bmatrix}, \quad A3_{n2} = \begin{bmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \\ \dots & \dots \\ a_{i2} & a_{i3} \\ \dots & \dots \\ a_{n2} & a_{n3} \end{bmatrix}$$

where

- n - the number of vertices of the spatial object,
- A_{n3} - matrix of vertex coordinates of the object in 3D space,
- $A1_{n2}, A2_{n2}, A3_{n3}$ - matrices of vertex coordinates of the object determined by the horizontal, frontal and profile projection CN
- $a_{11} - a_{n1}$ - X coordinate of the vertex of the object,
- $a_{12} - a_{n2}$ - Y coordinate of the vertex of the object,
- $a_{13} - a_{n3}$ - Z coordinate of the vertex of the object.

In this case, initially it requires the presence of all three projections, so the task of restoring the third projection on two data do not put.

The results of the calculations is determined by the adjacency matrix M_{nn}

$$M_{nn} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{i1} & c_{i2} & c_{ij} & c_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix},$$

where each element c_{ij} of the matrix M_{nn} reflects the presence (absence) of an edge between i -th and j -th vertex of the object.

For obvious reasons, all the diagonal elements c_{kk} of the matrix are zero. Elements of the i -th row and j -th column take the value "1" ("0") in the case of presence (absence) of the edge between i -th and j -th vertex of the object.

The need for a large amount of computational operations required for the definition of the matrices $A_{n3}, A1_{n2}, A2_{n2}, A3_{n2}$ and the high demands on the accuracy with which the drawing can not be considered acceptable in terms of classroom work with students.

However, the method adopted in the school system "Kitezh", contains rational grain in terms of solving the problem is to build the first stage of reconstruction of the spatial image of the object of his wireframe model graphically or programmatically using matrices A_{n3} and M_{nn} .

Having not calculated, but the graphic creative approach to constructing a wireframe model object with the user may be primarily in the use as a starting material are not three but only two orthogonal projections. In this case it becomes possible to eliminate the necessity of using computational operations and discard the accuracy requirements performing complex drawing. Waivers of the requirement high precision performing of the drawing is based on the use of qualitative rather than quantitative analysis of the spatial properties of the test object. Obtained in this analysis the redundancy of edges or faces recreated wireframe model of the object is not a disadvantage, but on the contrary, contributes to finding a number of possible solutions to the problem.

The implemented algorithm in such a way reconstructing the images of three-dimensional body on his two orthogonal projections can provide:

- Creation of evidence-based practices reading blueprints in two orthogonal projections;
- The development of creative program of computer analysis of the orthogonal projections of three-dimensional objects;
- Study of the projection drawing using a simple technique of construction of the third projection of the volume bodies of two data;
- The use of the algorithm in the learning process for the development of spatial imagination of students.

Based on these studies suggest the following algorithm for constructing a three-dimensional wireframe model of the object.

As the initial information to reconstruct a three-dimensional object uses two orthogonal projections of any of the three major projections (horizontal, frontal and profile). Two of the three matrices A_{1n2} , A_{2n2} , A_{3n2} would require for machine algorithm, and corresponding these two matrices modifications of matrix M_{nn} .

In the graphical method of solving the problem all the constructions of the wireframe model of the object are produced in the drawing, which was built as a perspective view. Perspective view of an object is constructed in a volume of space delimited by the faces of the basic parallelepiped. Two given orthogonal projections define three dimensional size of the base of the parallelepiped in which body is supposed to make the construction of the investigated spatial object.

The accuracy of performing axonometric image is not critical with respect to the correct reconstruction of the spatial image of the object and its desired third orthogonal projection.

To create a frame of the object used reference planes of private circumstances, to have a certain way in the base of the parallelepiped. A method for arranging the auxiliary planes of the private position is completely determined by the view of the two given orthogonal projections of the object. Most preferably the use of planes of private provisions are not parallel to the plane of projection, which is missing the orthogonal projection. For example, given the frontal and profile projections of the object is recommended (if possible) to avoid the use of planes horizontal level. This recommendation stems from the well-known position that in the absence of indexing vertices of level lines, the judgment about their relative position can only be done on the basis of the analysis of the projection with which these lines are parallel. In the present case, however, this is not the third projection by assumption.

The lines defining the reference planes of private position as well as the lines of intersection of these reference planes are applied to an axonometric drawing as thin colored lines.

After applying all auxiliary lines is formed the wireframe model in which the student must recognize the 3D image of the investigated spatial object. It should be borne in mind that in some cases the solution is not unique. In this case it is necessary to choose the most preferred embodiment of solutions or, if necessary, to fix each of them.

3. Illustrations of the proposed methodology on simple examples

As an illustration of the proposed method consider the main stages of building reconstruction of the spatial image of the object and the construction of its third projection on the example of two simple tasks.

Example 1.

It is given 2 projection of the geometric body (Fig. 1).
Recreate a 3D image of the geometric body, build his third projection. Indicate possible solutions to this problem.

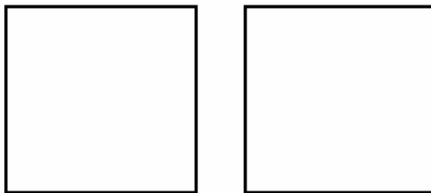


Fig. 1. The condition of the task.

Getting the first stage of the solution - the creation of the object's frame. To do this, we build a visual representation of the basic parallelepiped. According to the problem (see Fig. 1), the width, height and depth of the

basic parallelepiped are equal, i.e. this parallelepiped in this case is a cube. The frame of the basic cube as a visual image is shown in Figure 2a.

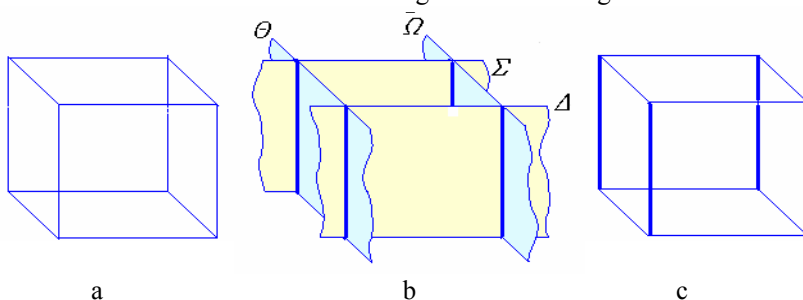


Fig. 2. Stages of the construction of the frame object
a - the frame of the basic cube; b – introduction of auxiliary planes private position; c
– frame ribs, used for 3D reconstruction of the object

Since the frontal and profile projection of the object represented in the form of empty squares, auxiliary plane is carried out directly through the face of the cube. In accordance with the above considerations as auxiliary planes private position will take the planes of the profile level Θ and Ω and frontal planes of level Σ and Δ (Fig. 2b).

The intersection of planes Θ and Ω with planes Σ and Δ , marked by thick lines on the basic cube (Fig. 2c), are the main ribs of the object's framework using that partially or completely can be made the final drawing of the framework of recreated geometric body.

The finalization of the frame object demands from the student to consider two given projections and preliminary drawing of wireframe model of the object (Fig. 2c). The task of the student is to complete work on the frame of the object by combining pre-selected by student ribs of wireframe model of the object having ribs or ribs, re-introduction by the students to achieve compliance of wireframe model given orthogonal projections. This stage is the most important, it requires from the student creativity, requires the inclusion of spatial imagination, contributes to active development of the last.

At the figures 3 a, b, c, d, e are given the variants of complete drawings of different options of the wireframe model of the geometric body formed on the basis of the preliminary drawing of the wireframe model of the object (Fig. 2c) with the defined orthogonal projections (Fig. 1).

Using these wireframes of the object is easy to construct 3D - image of the desired geometric body. For this it is only required to remove unused edges framing model and, if necessary, to define the appearance of lines on 3D - image of the object.

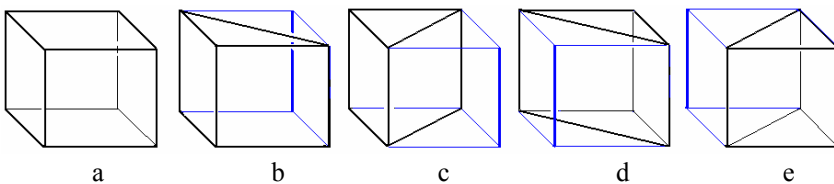


Fig. 3. The variants of complete drawings of different options of the wireframe model of the object

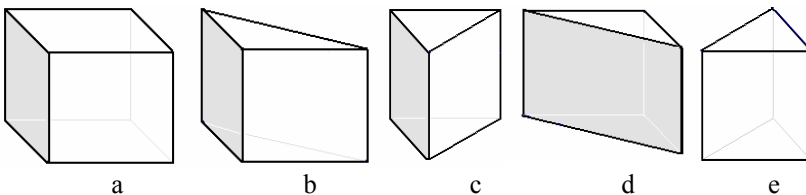


Fig. 4. Variants of visual representation of the desired geometric body

In Figures 4 a, b, c, d, e are the different options of geometric bodies, each of which corresponds to the condition of the problem, shown in Fig. 1.

Using the obtained in Fig. 4 options for visual representation of the desired object is easy to construct the missing its third horizontal projection.

Figure 5 shows the horizontal projections of all five variants to solve this problem.

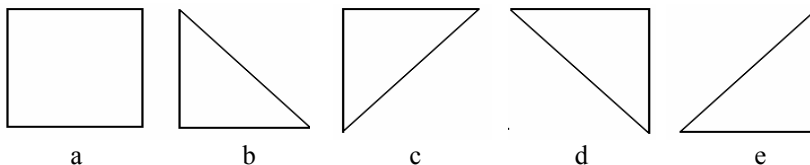


Fig. 5. Variants of the horizontal projections of of the desired geometric body

Exapmle 2.

It is given 2 projections of the geometric body (Fig. 6).

Recreate a 3D image of the geometric body, build his third projection. Indicate possible solutions to this problem.

Getting the first stage of the solution - the creation of the object's frame. To do this, we build a visual representation of the basic parallelepiped. As for the condition of the problem (Fig. 6), the width, height and depth of the geometric body are equal, the basic parallelepiped is a cube. A visual representation of the cube is shown in Fig. 7a.

By analogy with the solution of 1 reference planes will be carried out directly through the face of the cube. As auxiliary planes private position will take the planes of the frontal level Θ and Ω and horizontal planes of level Σ and Δ (Fig. 7b).

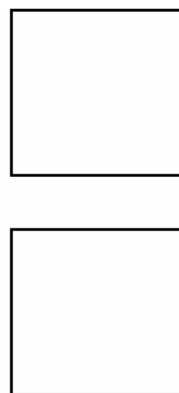


Fig. 6. The condition of the problem

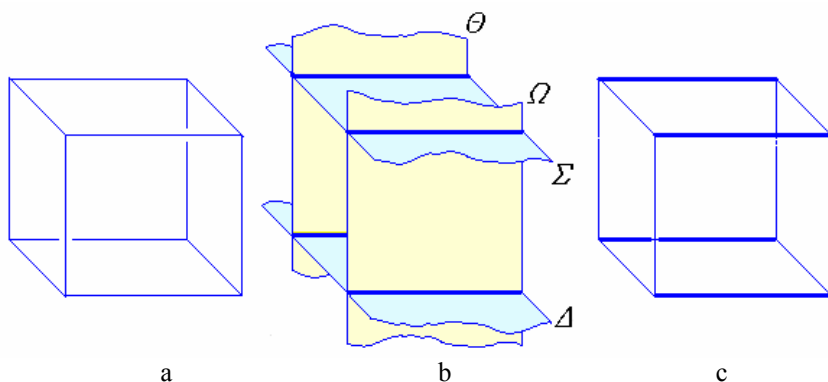


Fig. 7. Building the framework of the object
a – the framework of the basic cube; b – introduction of auxiliary planes of private position; c – framework edges, used for 3D reconstruction of the object

The intersection of planes Θ and Ω with planes Σ and Δ , marked by thick lines on the basic cube (Fig. 7c), are forming a preliminary drawing of wireframe model of the object.

In the drawings of figure 8 is shown the options wireframes and visual images satisfying the condition task 2 (Fig. 6).

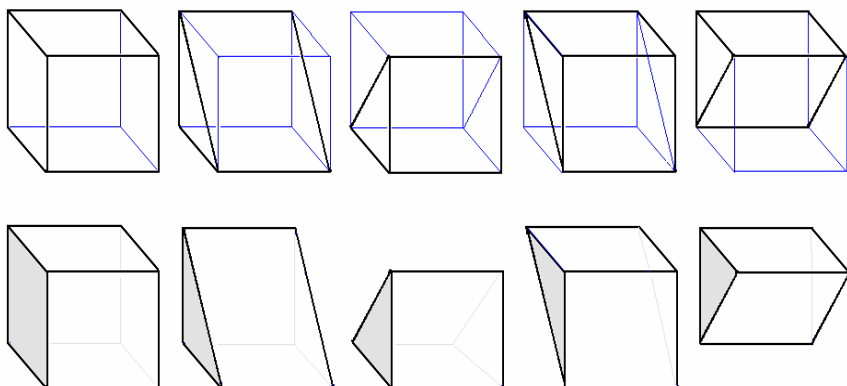


Fig. 8. Variants of wireframes and visual images of the object

Built on visual images shown in Fig. 8, the variants of the profile projections of the desired geometric body shown in Fig. 9.

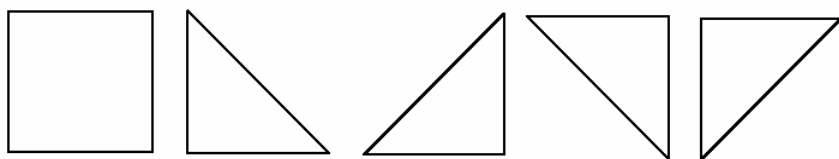


Fig. 9. Variants of profile projection of the desired object

4. Illustration of features of the proposed algorithm on examples of solving the problems of varying complexity

Task 3.

It is given 2 projections of the geometric body (Fig. 10). Build its third projection.

Building a profile projection (of the form to the left) of the geometric body will produce by recreating the visual image of this figure.

At first, draw a frame of the basic cube of given geometric body (Fig. 11a).

On the the frontal projection of the object apart from the outer contour (square or rectangle) there is projection of the horizontal line (or lines) lying in the plane of the horizontal level. This conclusion follows from the fact that all the points of this line are the same distance from the horizon. Note the position of the plane of level in the basic cube (Fig. 11b).

The horizontal projection line in the center of square is the line or lines disposed in the object in the plane of the front level (Fig. 11c). By combining figure 11b and 11c, get wireframe model (Figure 11d) of intended geometric body.

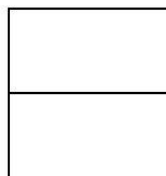
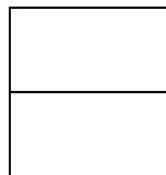
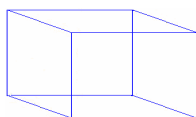
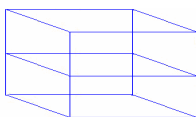


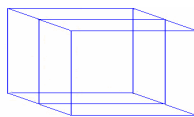
Fig. 10. The condition of the task



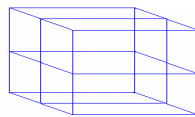
a



b



c



d

Fig.11. Stages of building of wireframe model of the spatial object
a – basic cube; b - plane of the horizontal level in basic cube, to conclude direct, reflected by the midline in the frontal projection;
c - plane of frontal level, to conclude direct, reflected the middle line on the horizontal projection; r - drawing obtained by combining patterns 11b and 11c.

Transform combined drawing in frame of geometric body (Fig. 12) through drawing the line of intersection of two reference planes and highlighting by thick lines the edges of the framework.

Combining allocated filaments of framework, and ensuring wherein the compliance with the conditions shown in fig. 12, you can get a variety of solutions in the form of visual images of spatial objects (Fig. 14). Obtained in this way visual images make it easy to build a third projection of a geometric body (Fig. 14c).

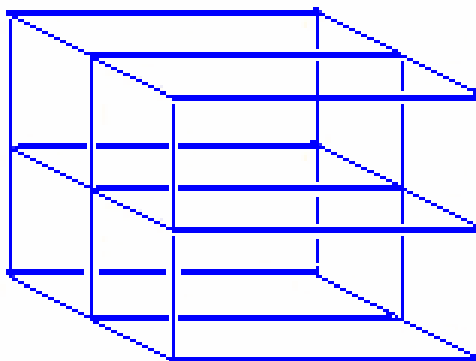


Fig. 12. Complete frame of the model of spatial object

Task 4.

It is given 2 projections of the geometric body (Fig. 13).
To build its third projection (horizontal).

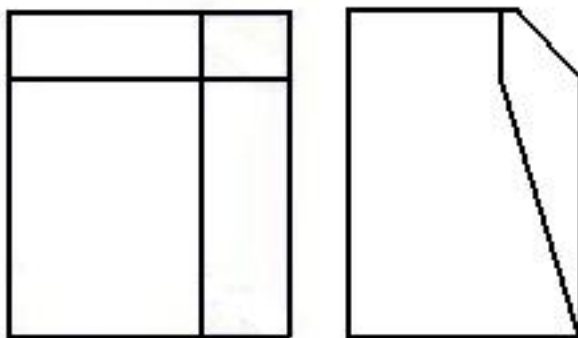


Fig. 13. The condition of the task.

Following the above stated algorithm, we perform the construction of the basic parallelepiped and auxiliary planes of private provision which are determined by given projections of the object (Fig. 15).

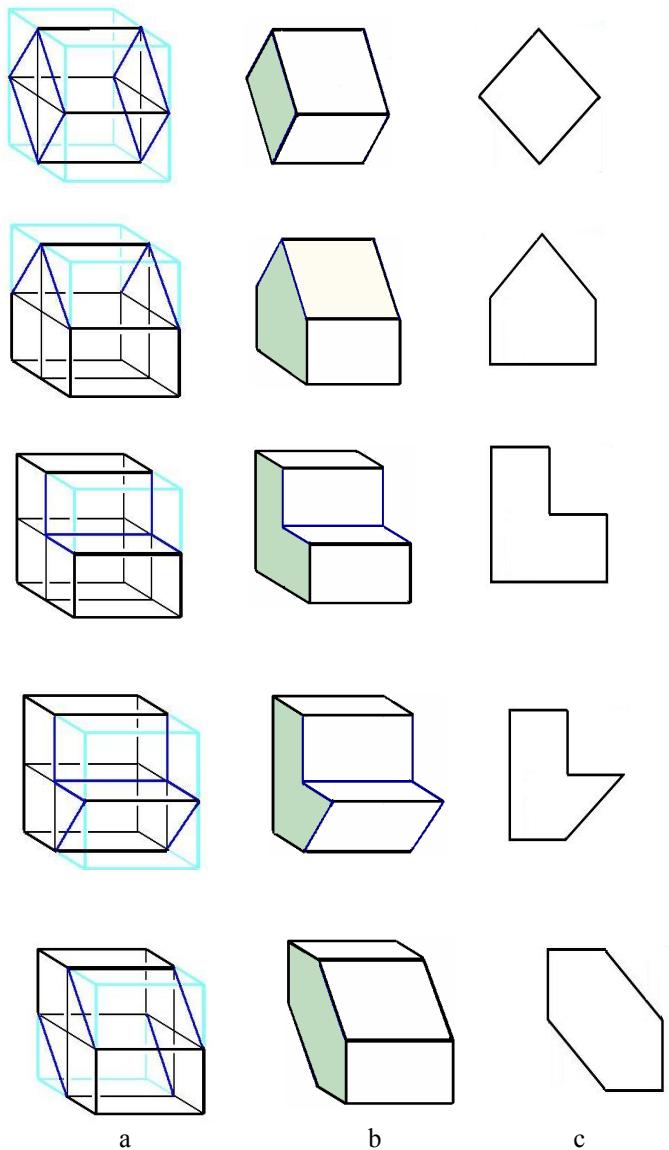


Fig. 14. Solutions to the problem 3
a – some versions of geometric solids in the basic cube; b – visual images of geometric solids; c – profile projection of geometric solids

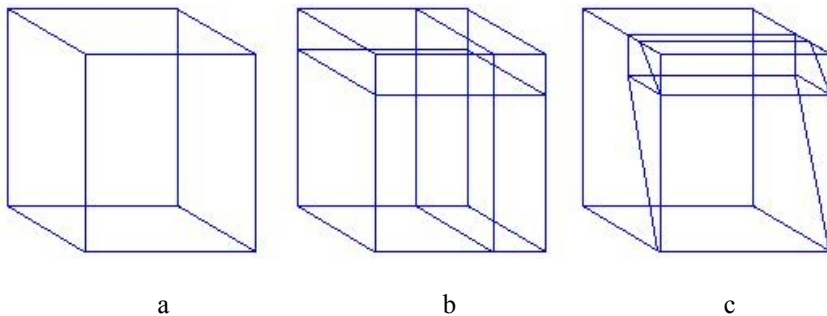


Fig. 15. Stages of building of wireframe model of the spatial object
 a – basic parallelepiped; b – auxiliary plane of level in the basic parallelepiped, reflecting lines in the frontal projection; c – reference planes in the basic parallelepiped, reflecting lines in the profile projection

Aligning drawings 15a and 15b and finish lines of mutual intersection of the reference planes, we obtain a drawing 16a.

In the drawing, 16b are highlighted in red filaments of the frame corresponding to the condition of the problem in Fig. 13.

Deleting unneeded lines, we get a clear image of the object (Fig. 16c) and with it - the horizontal projection of the desired geometric body (Fig. 16d).

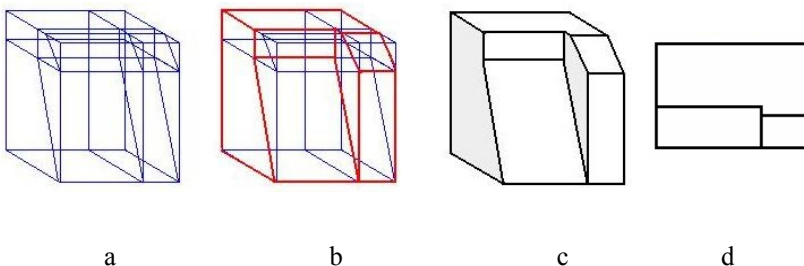


Fig. 16. Wireframe model of the object and the result of solving the problem
 a – combining drawings 15b and 15c; b – allocation of frame's threads that meets the task; c – visual representation of the object;
 d – the horizontal projection of the geometric body

Task 5.

It is given 2 projections of the geometric body (Fig. 17). Build its horizontal projection.

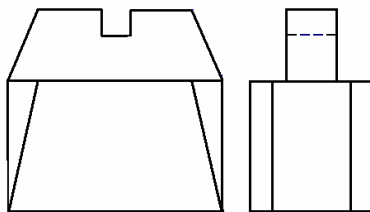


Fig. 17. The condition of the task.

The sequence of steps to solve this problem does not differ from previous solutions of tasks. Initially, the frame model is constructed in the basic parallelepiped that includes support planes of private position and lines of their intersection (steps a, b, c, and d in Fig. 18).

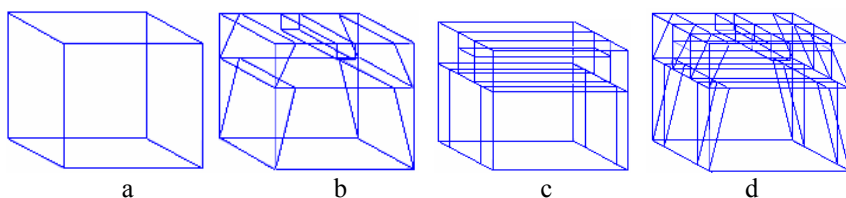


Fig 18. Stages of building of wireframe model.

a – basic parallelepiped; b, c – separate filaments of the frame;
d - combined frame

Then, on the drawing of resulting wireframe model by color pencil is applied to filaments of the frame (Fig. 19a), corresponding to conditions of the problem, shown in Fig. 17.

Obtained in Fig. 19a drawing allows to construct an image of the spatial object (Fig. 19b). Constructed a visual representation of the geometric body gives the full information for drawing of the required horizontal projection of the object on the condition of the problem (Fig. 19c).

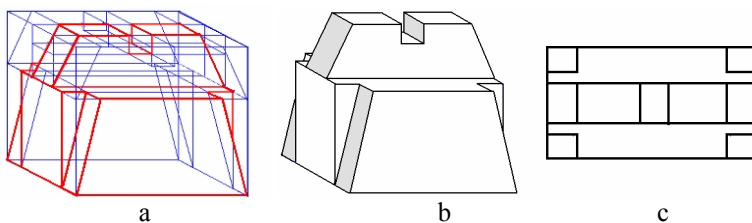


Fig. 19. Wireframe model of the object and the result of solving the problem
a – the wireframe of the model; b – visual representation of the object;
c - the required horizontal projection

Task 6.

It is given 2 projections of the geometric body (Fig. 20). Build its profile projection.

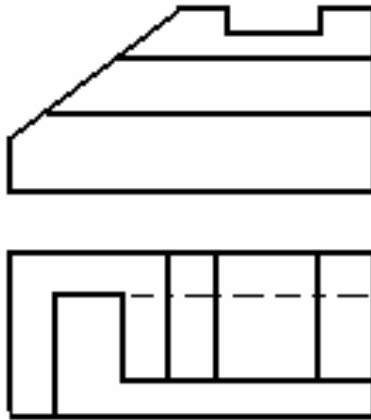


Fig. 20. The condition of the task.

In the figures 21a, 21b and 21c shows the steps of recreating the image of the geometric body on his two orthogonal projections.

The desired profile projection of a geometric body (Figure 22) is constructed using the obtained in Figure 21c visual image.

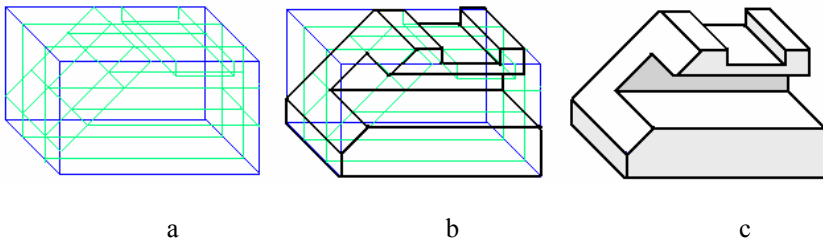


Fig. 21. Stages of reconstructing the image of the geometric body
a - combined drawing of the reference planes in the basic parallelepiped; b - wireframe model of the object; c - visual representation of the object

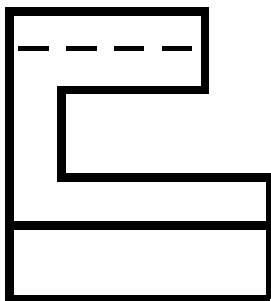


Fig. 22. The desired profile projection of the geometric body

5. The variants of tasks

In the present guidelines are offered two sets of tasks.

The first set of tasks (30 task option, Appendix 1) is designed to work on practical exercises and then performing a drawing on A3 format.

The second set of tasks (30 variants of tasks to 3 in each, Appendix 2) can be used as a control for lectures or workshops, as well as domestic individual tasks.

It should be noted that in most cases the control of knowledge at the beginning of the test doesn't give to student the accurate information about how many correct answers provide one or another positive evaluation. It does not allow the student correctly relate the suggested questions or problems to the level of their knowledge and rational distribute the time to resolve the issues that match the level of his existing expertise. Often while testing the students' knowledge the student takes the first of the proposed task and in the case of insufficient knowledge on the topic spends to solve this problem almost all the time available for testing.

This disadvantage is eliminated in that case if the student at the beginning testing knowledge offer multiple tasks and clearly define what the right decision would be appreciated satisfactory, good or excellent. In this case, the student will be forced to make himself an objective assessment of his knowledge in this area. This, of course, excludes the very possibility of the emergence of claims to the teacher about the lack of appreciation of the student's knowledge. This choice of conjectural estimates can be regarded as a kind of input psychological testing before the upcoming control knowledge. The need of selection of assess causes the student honestly admit to himself "what he's worth," and perhaps reconsider his attitude to the studied subject.

Research has shown that in most cases the student chooses algorithm "weightlifter", regardless of the level of training: firstly the student solves the

relatively easy tasks that provide guaranteed estimate (satisfactory or good) and only then proceeds to answers on the most difficult questions.

The foregoing considerations form the basis in the preparation of variants of task (Appendix 2), which can be used to test students in lectures or practical classes.

6. Registration of drawings

Assignments on "Projection drawing", intended for domestic work, carried out on sheets of A3. A title block is disposed in the lower right part of the format. In the top right of the format draw (or paste) the condition of the job.

For the first set of tasks (Appendix 1) in the drawing you must perform three projections of said geometrical body in an arbitrary scale with compliance of proportions in accordance with an embodiment. The sample of the task 1 is shown in Fig. 23. In case of any problems of understanding the structure of the proposed geometric body to methodical instructions are attached the video fragments with demonstrations of three-dimensional models of these details (name of the video file matches the version of the geometric body).

For the second set of tasks (Appendix 2) in the drawing you must perform three projections of said geometric body (with 3-proposed), depending on the assessment, which calculates the student having estimated independently his knowledge on specified topic in accordance with an embodiment. When performing the drawing is proposed to use a scale of 2: 1. Apply these dimensions of the elements of the geometric body. Sample of performing the task 2 is shown in Fig. 24.

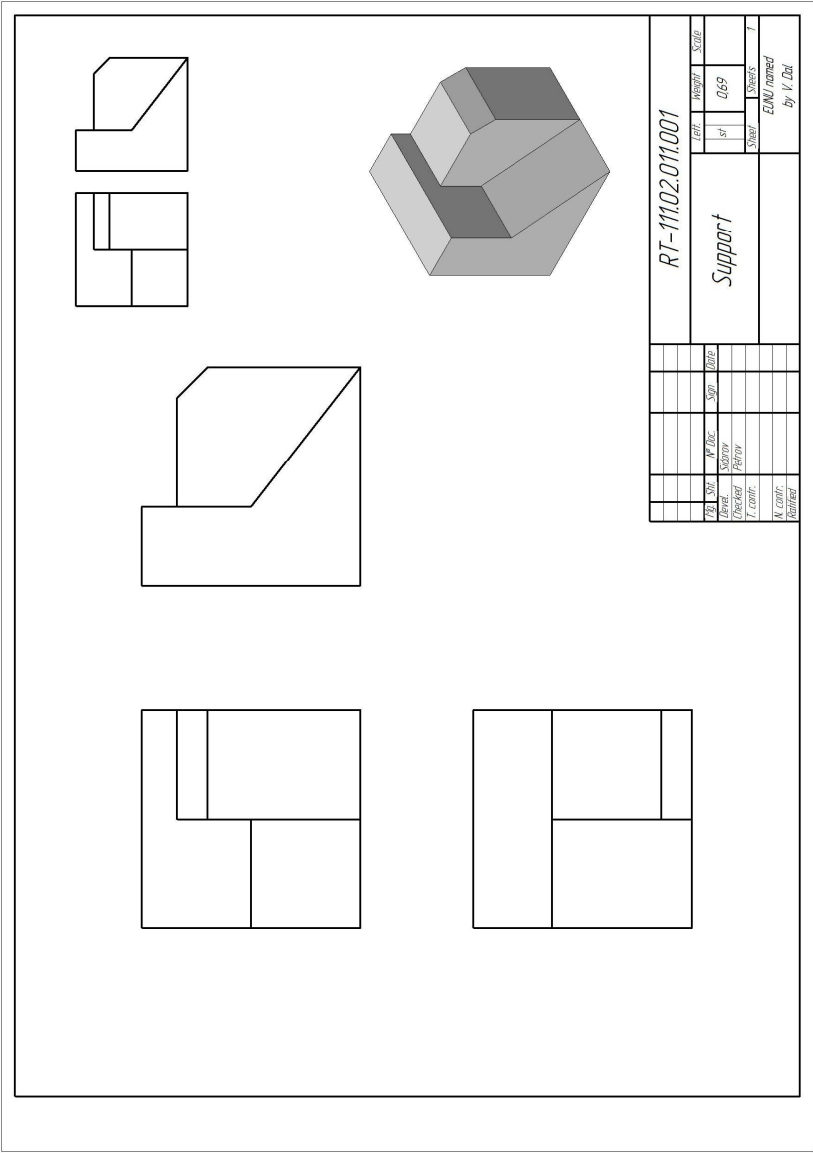


Fig. 23. Sample of performing the task 1

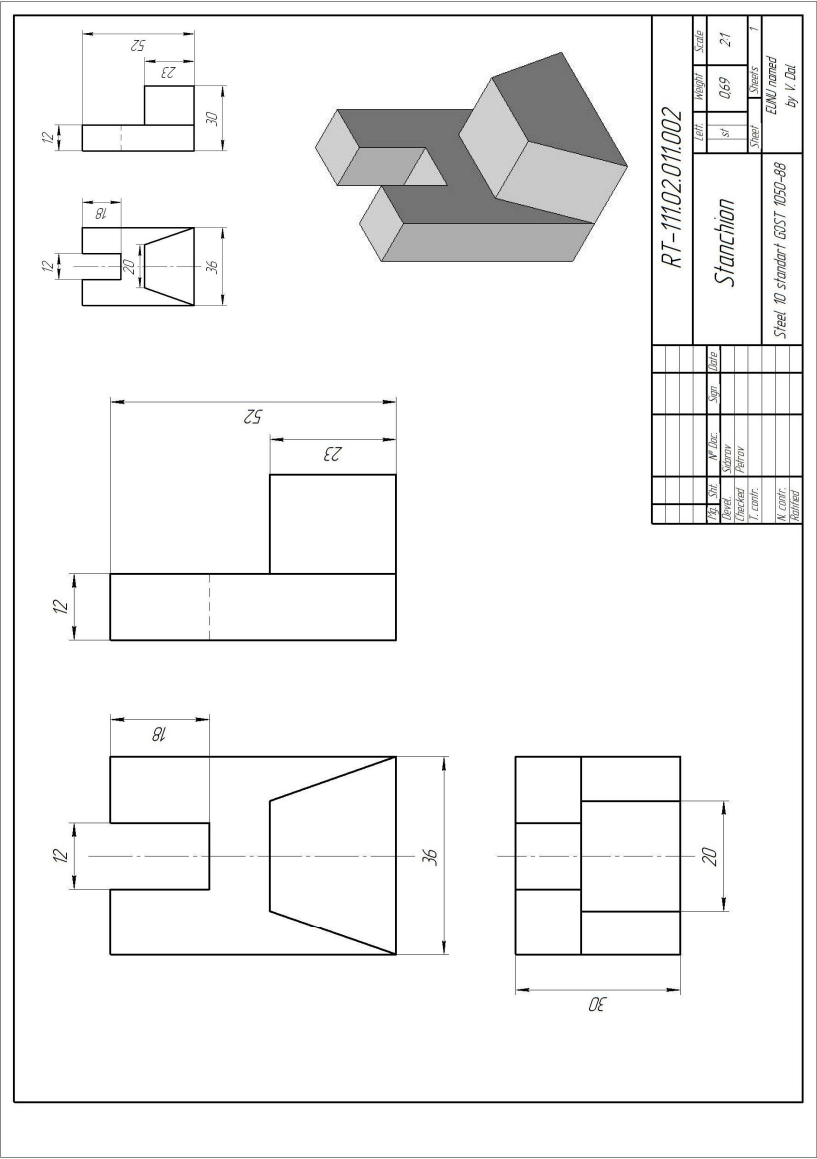


Fig. 24. Sample of performing the task 2

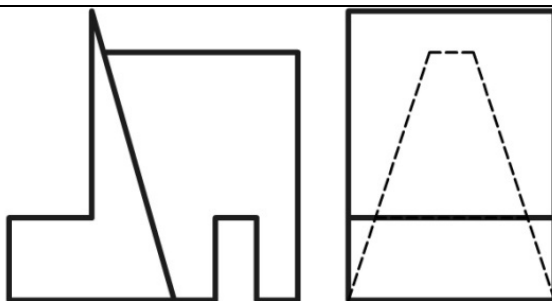
CONCLUSION

1. A new method is offered of solving problems by plotting the projection, which consists in the algorithmic reconstruction of the spatial image of geometric body by constructing its wireframe model.
2. In contrast to known methods used in computer graphics editors, the proposed algorithm can reconstruct images of geometric shapes without using computational operations. All required buildings based on the laws of projection communication, which studied by students on courses of descriptive geometry and projection drawing.
3. This method is designed and tested in the educational process for tasks related to the hedral surfaces of any complexity. Developers hope to create in the near future a similar algorithm to work with geometric bodies containing a surface of revolution.
4. The proposed method of solving tasks of projection contributes to the development of spatial imagination of students.
5. The proposed method of solving tasks of projection can be used in graphics training programs for automation of solution of the great circle of projection problems.
6. It is presented options of tasks on the construction of the third projection of geometric bodies by two data and their axonometric projection to perform two sheets of individual tasks on a projection drawing.

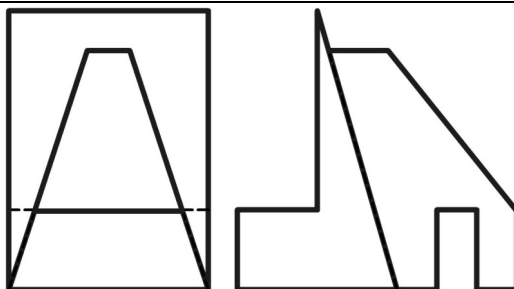
Recommended literature

1. Yakimanskaya I.S. The development of spatial thinking of schoolchildren.- Sci. res. Institute of general and ped. psychology Acad. ped. sciences of USSR - M.: Pedagogy, 1980. - 240 p.
2. Rassokhin V.V., Rozov S.V., Tselinsky N.A. Interesting challenges on the projection drawing. - M.: Mashgiz, 1962. - 166 p.
3. Boguslavskiy A.A. School computer-aided design: modeling of a solid by method of reading the drawing. Teacher's Guide. Part Sh Kudits, Moscow. 1996. Websites <http://www.ict.edu.ru/ft/004245/obraz>
http://oso.rcsz.ru/info/kompas/Ln_Kmps/part2/pg1.htm

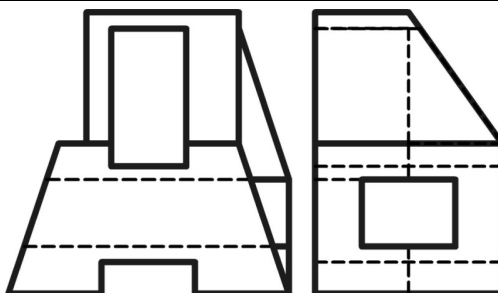
Вариант №1 (Variant 1)



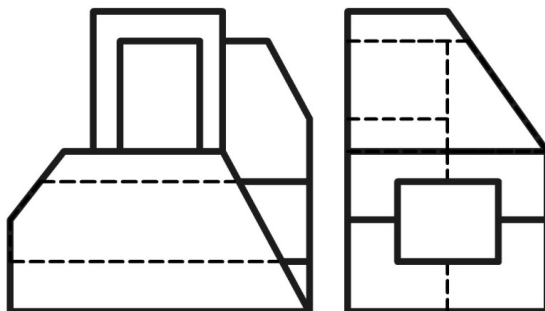
Вариант №2 (Variant 2)



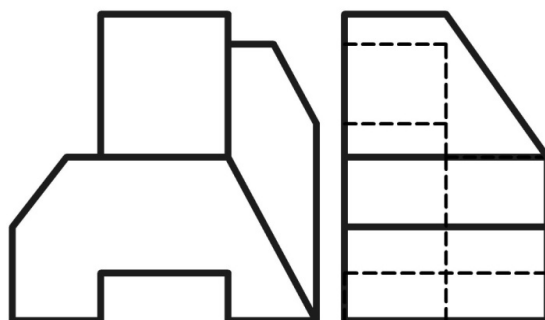
Вариант №3 (Variant 3)



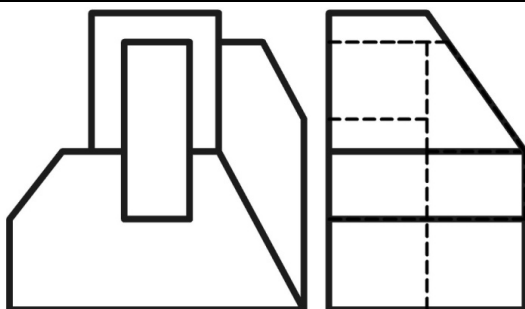
Вариант №4 (Variant 4)



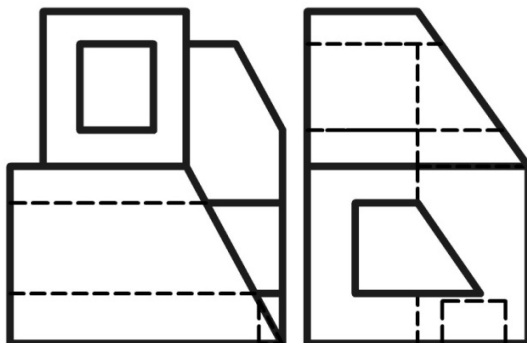
Вариант №5 (Variant 5)



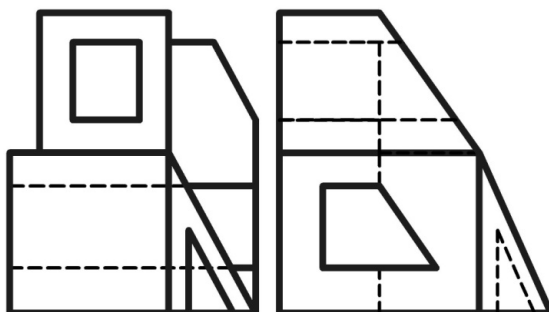
Вариант №6 (Variant 6)



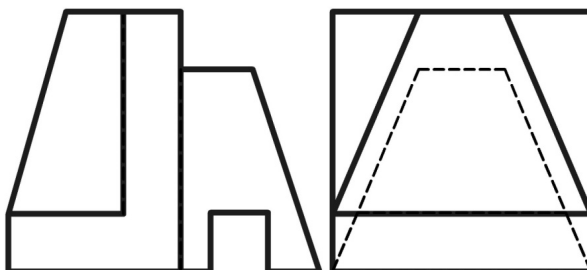
Вариант №7 (Variant 7)



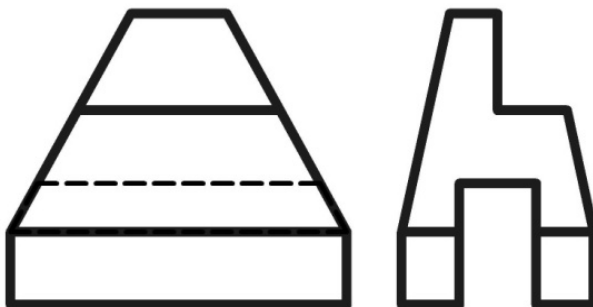
Вариант №8 (Variant 8)



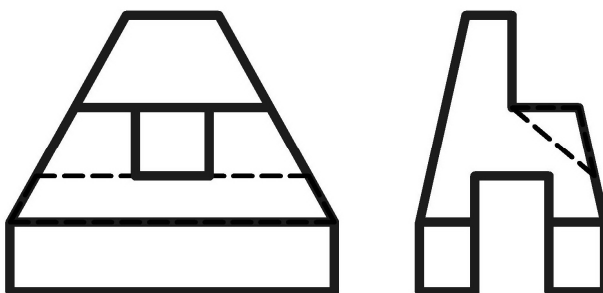
Вариант №9 (Variant 9)



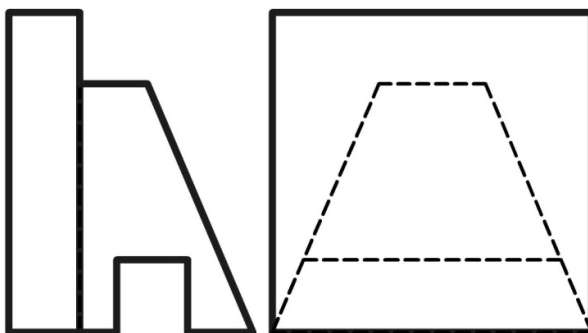
Вариант №10 (Variant 10)



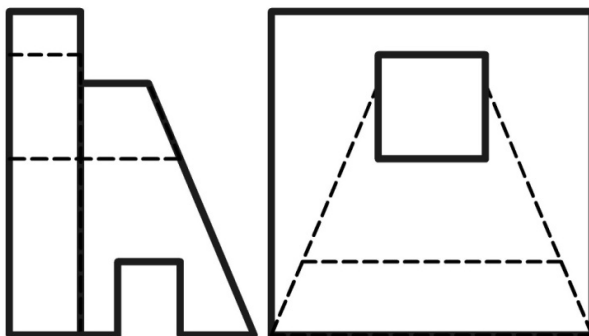
Вариант №11 (Variant 11)



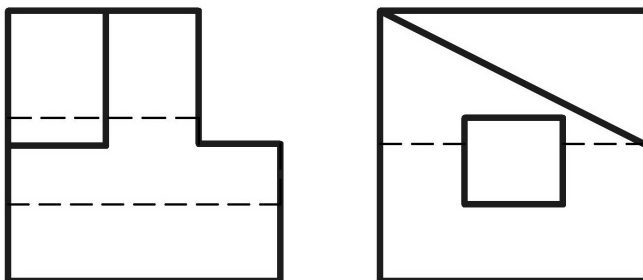
Вариант №12 (Variant 12)



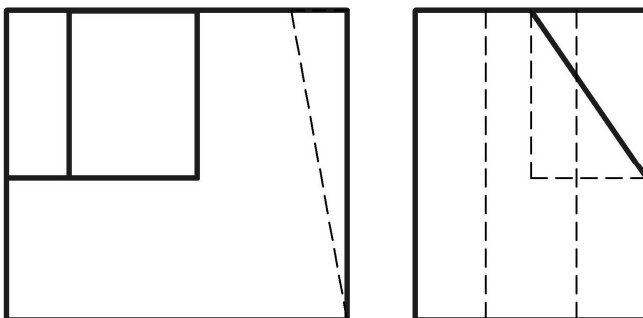
Вариант №13 (Variant 13)



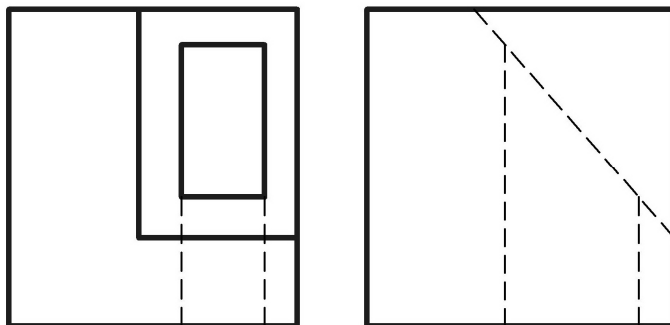
Вариант №14 (Variant 14)



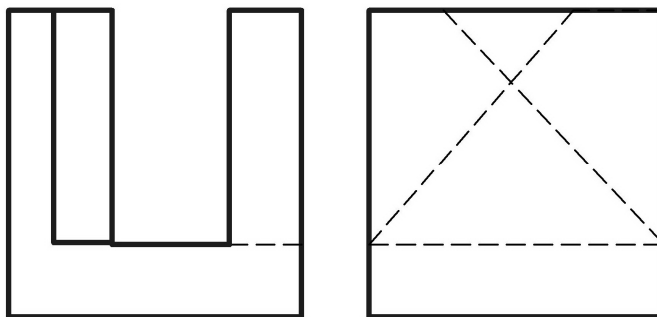
Вариант №15 (Variant 15)



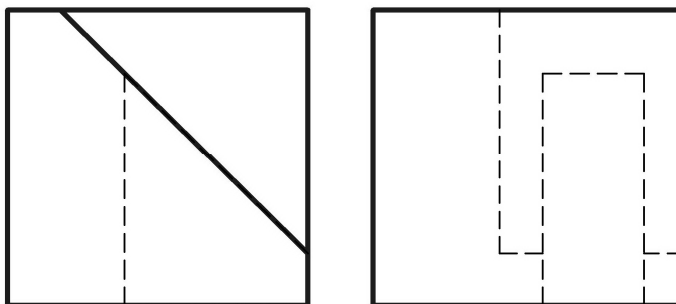
Вариант №16 (Variant 16)



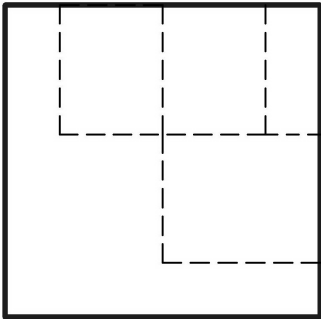
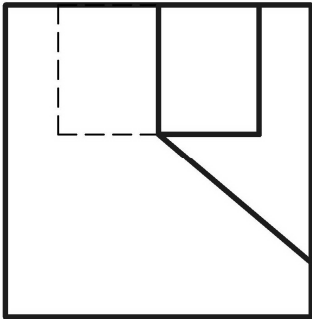
Вариант №17 (Variant 17)



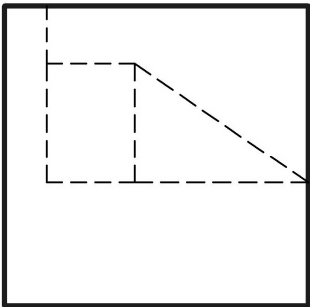
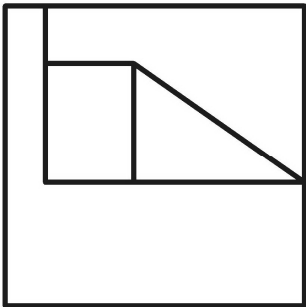
Вариант №18 (Variant 18)



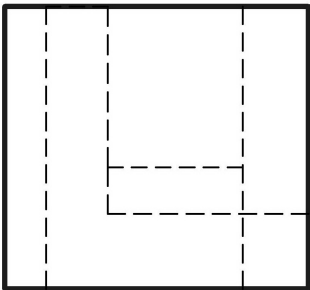
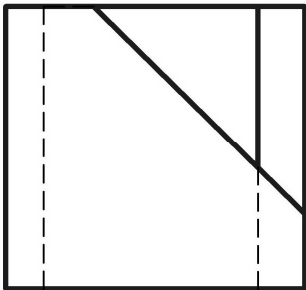
Вариант №19 (Variant 19)



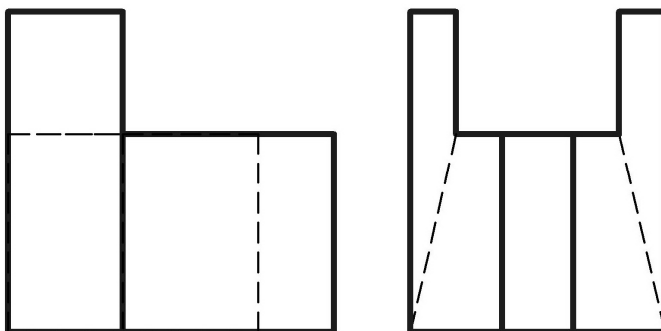
Вариант №20 (Variant 20)



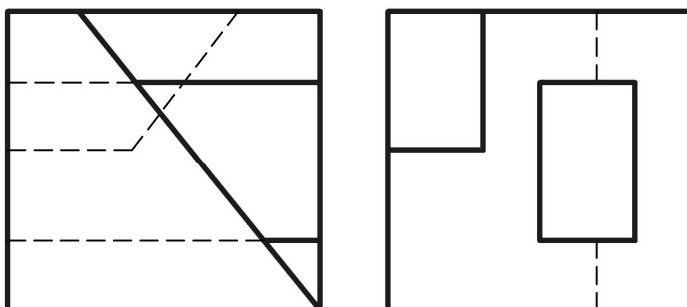
Вариант №21 (Variant 21)



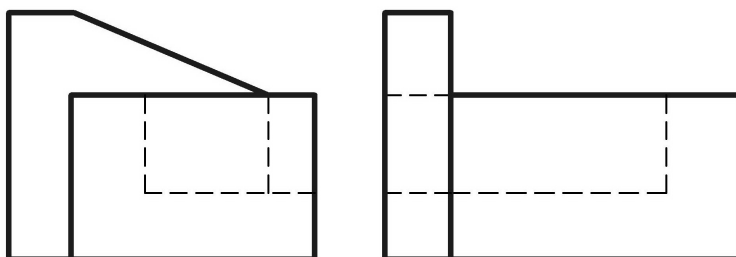
Вариант №22 (Variant 22)



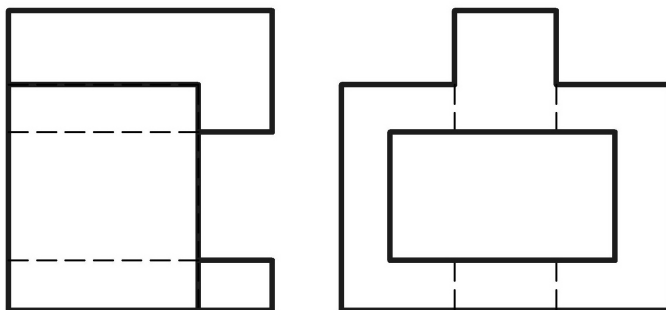
Вариант №23 (Variant 23)



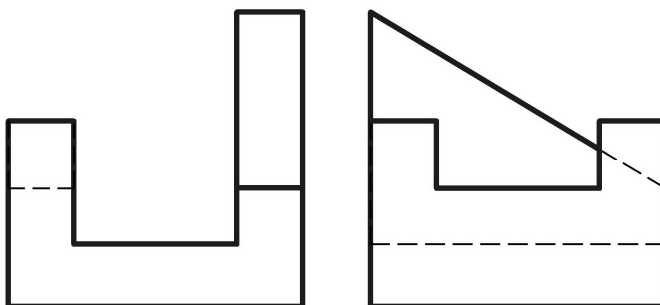
Вариант №24 (Variant 24)



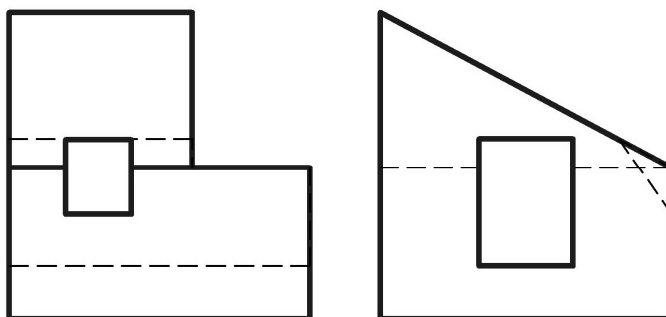
Вариант №25 (Variant 25)



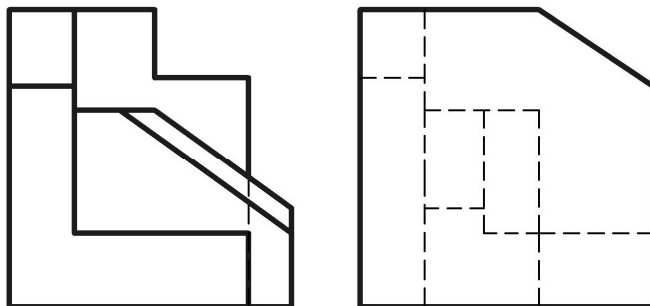
Вариант №26 (Variant 26)



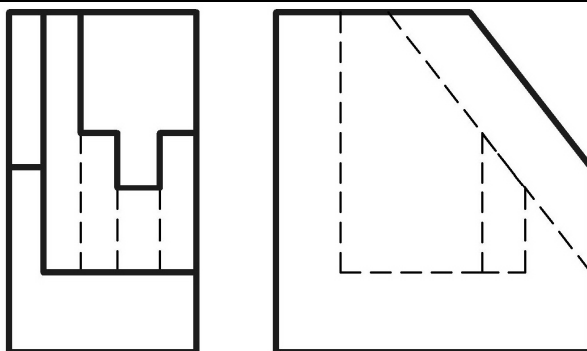
Вариант №27 (Variant 27)



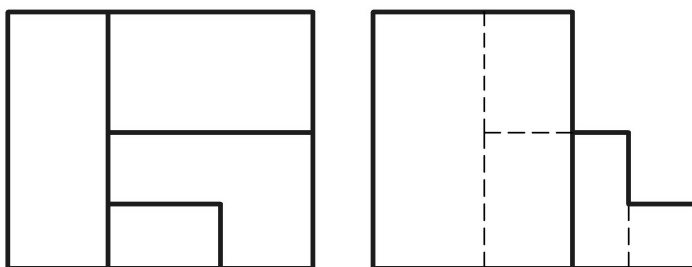
Вариант №28 (Variant 28)



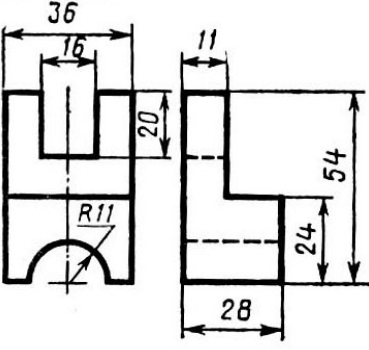
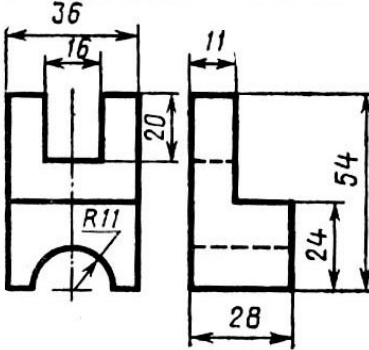
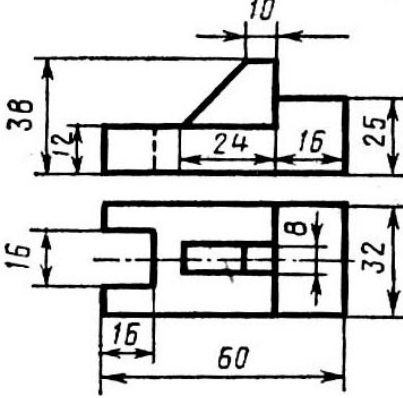
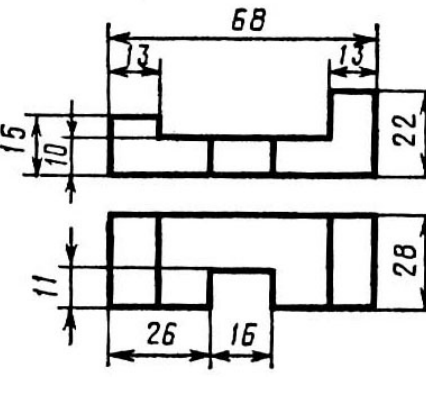
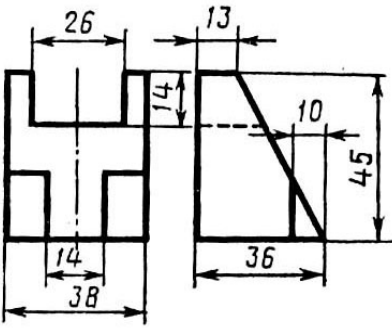
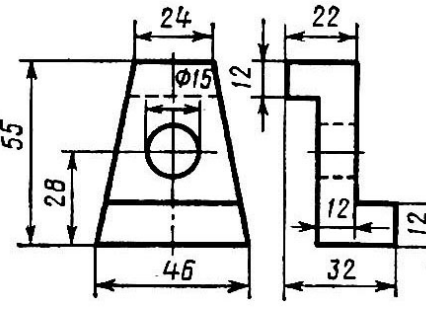
Вариант №29 (Variant 29)

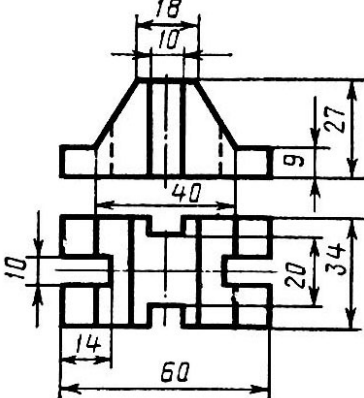
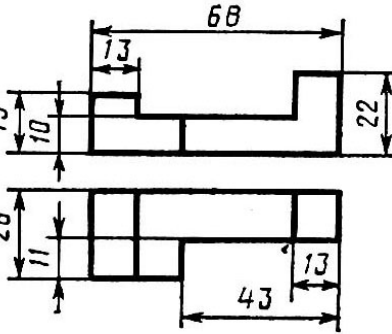
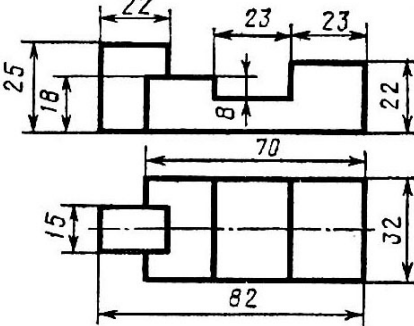
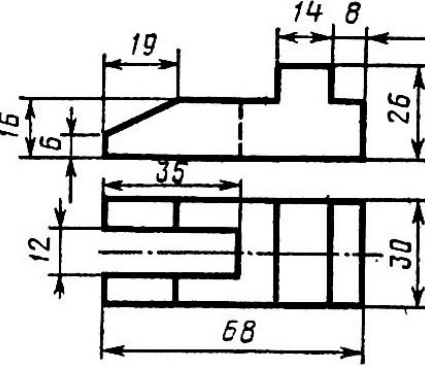
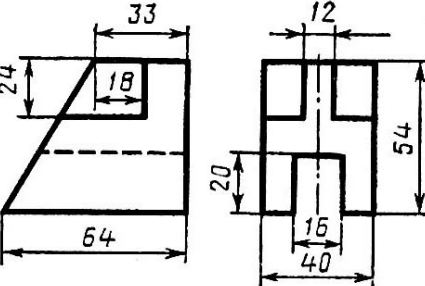
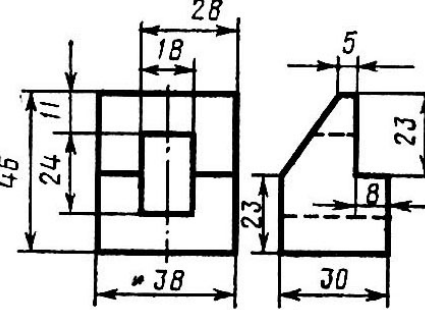


Вариант №30 (Variant 30)

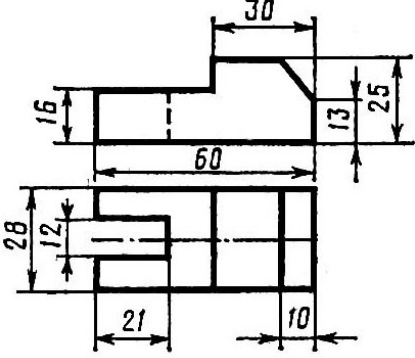
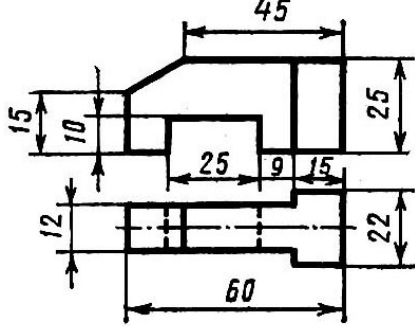
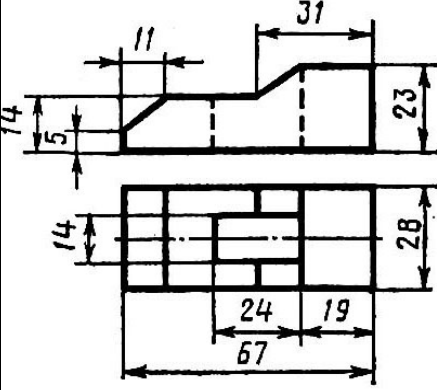
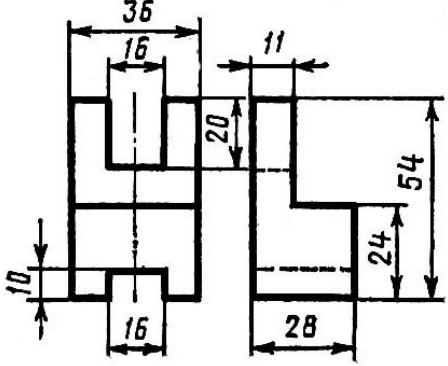
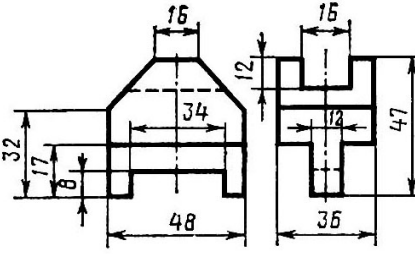
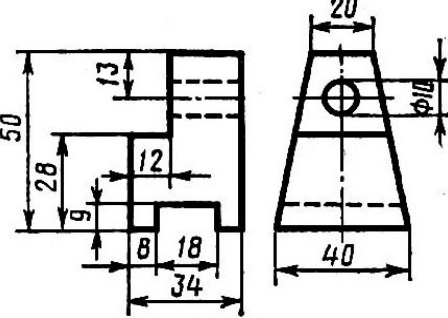


Додаток 2 (Appendix 1)

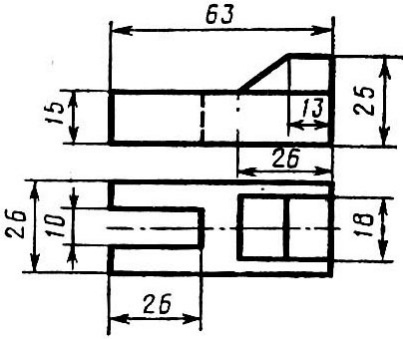
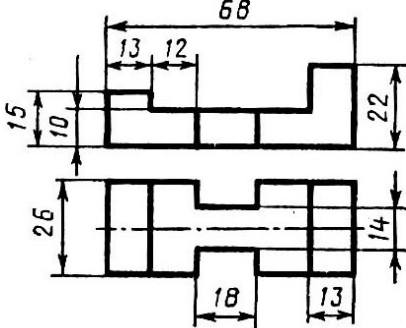
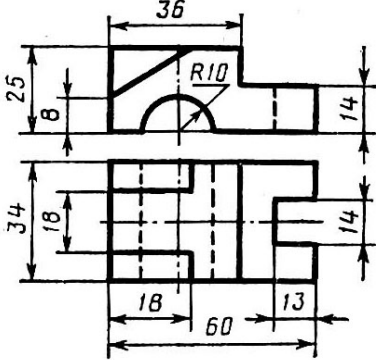
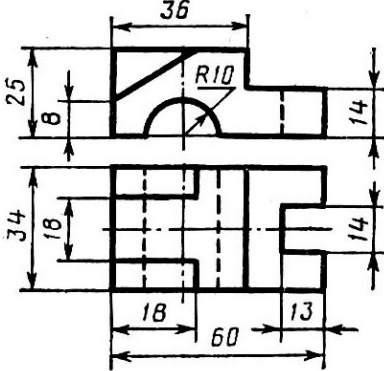
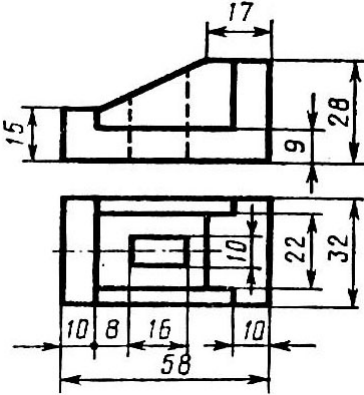
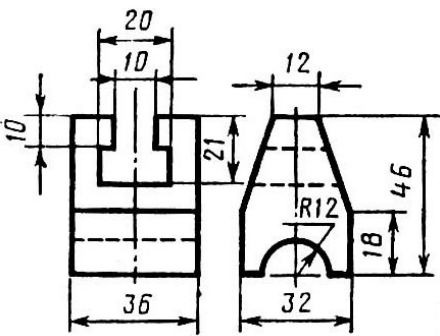
Вариант №1 (Variant 1)	Вариант №2 (Variant 2)
	
	
	

Вариант №3 (Variant 3)	Вариант №4 (Variant 4)
	
	
	

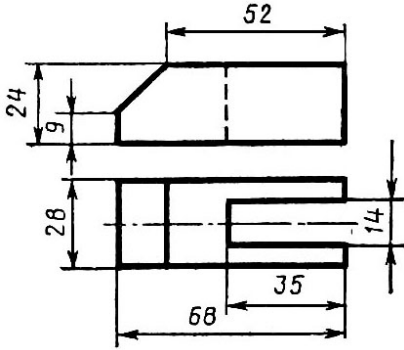
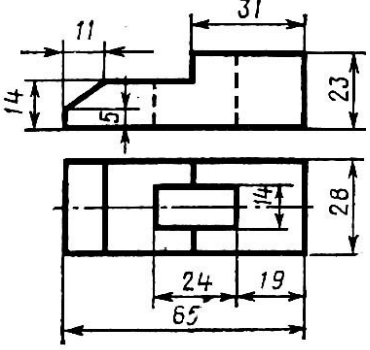
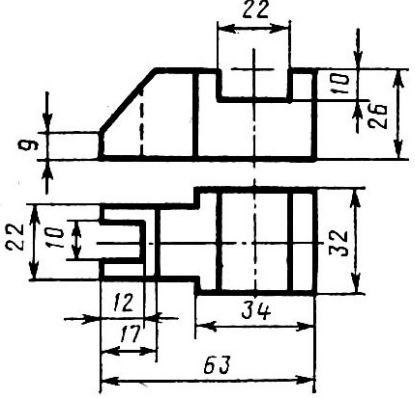
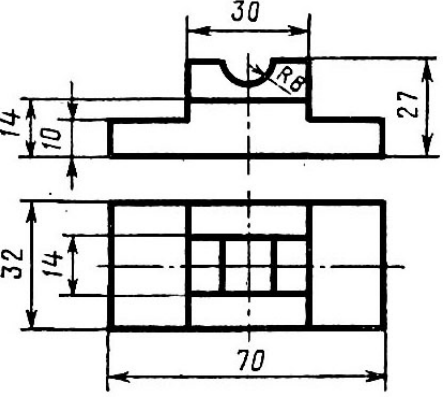
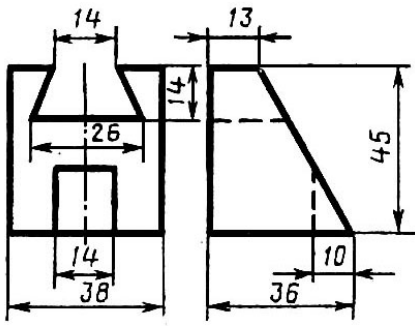
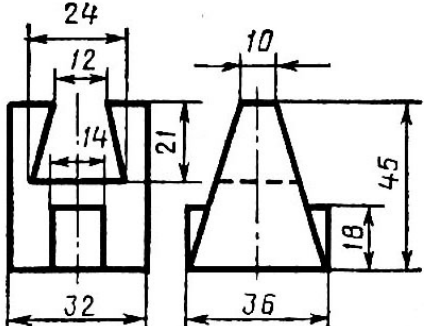
Вариант №5 (Variant 5)	Вариант №6 (Variant 6)

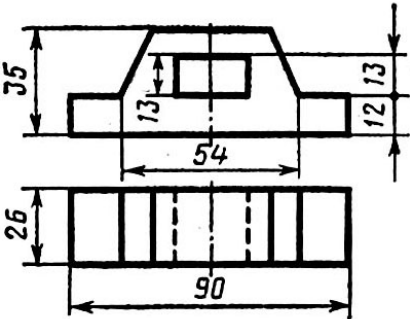
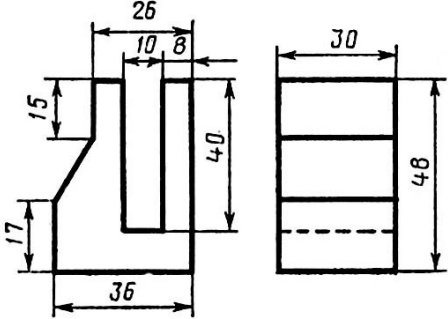
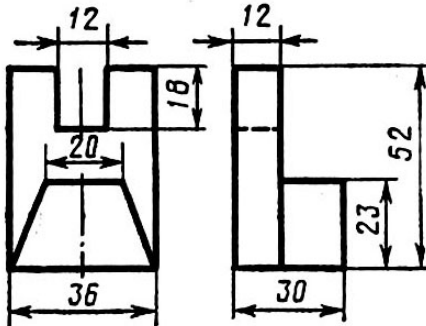
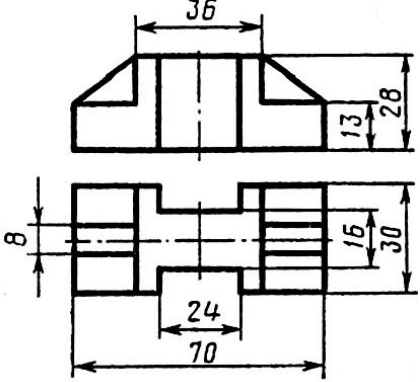
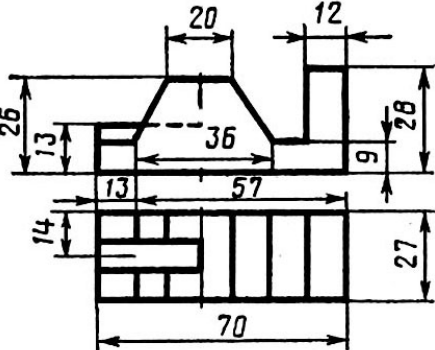
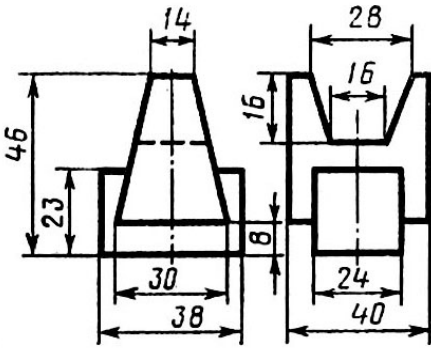
Вариант №7 (Variant 7)	Вариант №8 (Variant 8)
	
	
	

Вариант №9 (Variant 9)	Вариант №10 (Variant 10)

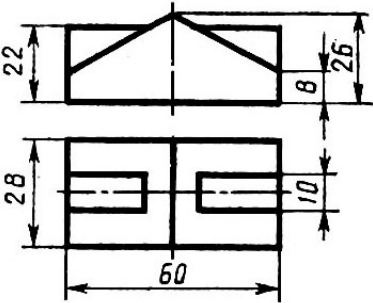
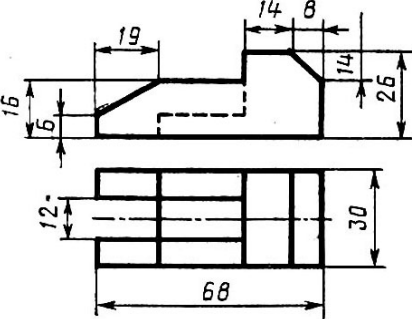
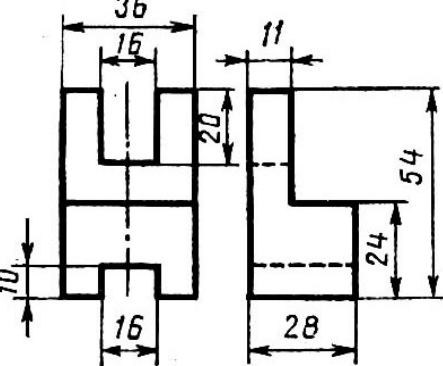
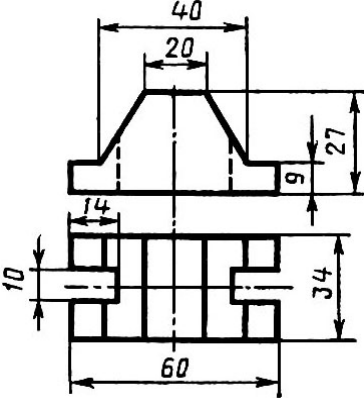
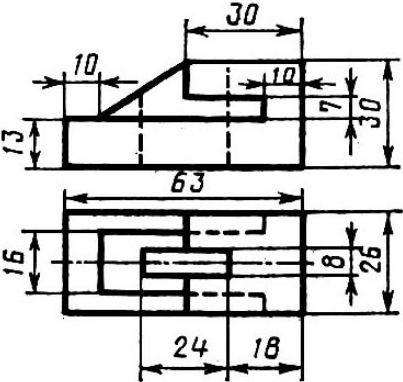
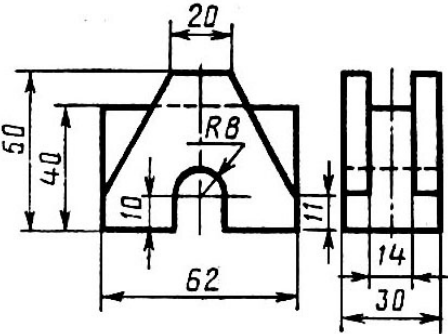
Вариант №11 (Variant 11)	Вариант №12 (Variant 12)
	
	
	

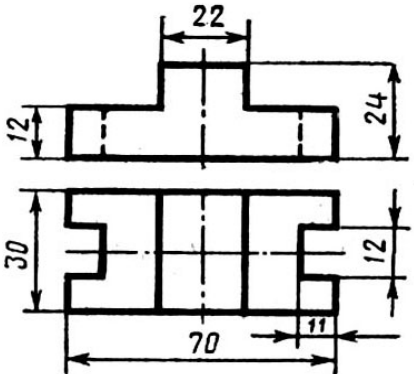
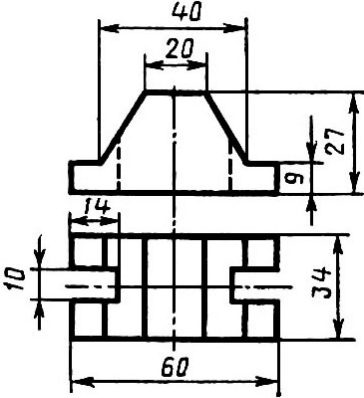
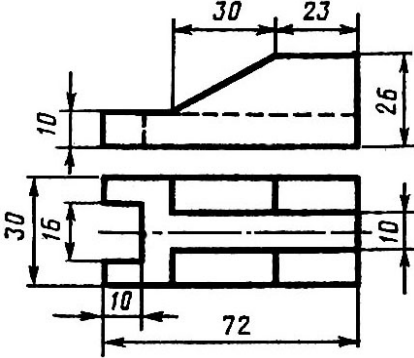
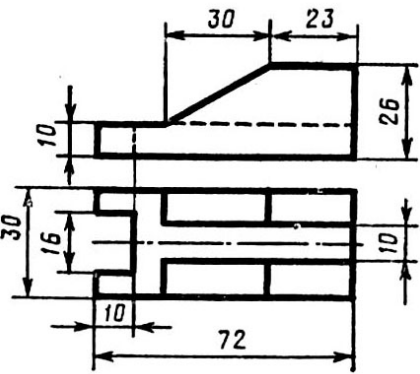
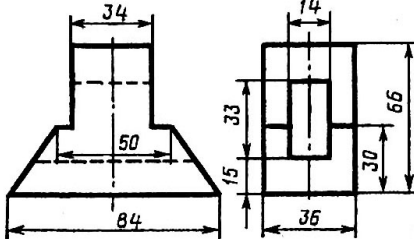
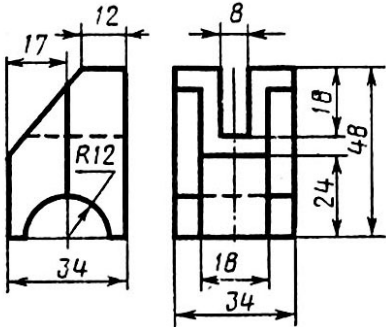
Вариант №13 (Variant 13)	Вариант №14 (Variant 14)
Technical drawing of a mechanical part for Variant 13, showing a side view. Dimensions: 13, 13, 15, 10, 22, 25, 30, 43, 80.	Technical drawing of a mechanical part for Variant 14, showing a side view. Dimensions: 24, 26, 62, 12, 8, 28, 8.
Technical drawing of a mechanical part for Variant 13, showing a front view. Dimensions: 18, 10, 27, 9, 34, 20, 14, 60, 10.	Technical drawing of a mechanical part for Variant 14, showing a front view. Dimensions: 52, 24, 9, 68, 28, 14, 35.
Technical drawing of a mechanical part for Variant 13, showing a top view. Dimensions: 24, 32, 15, 60, 35, 46, 10, 54, 18.	Technical drawing of a mechanical part for Variant 14, showing a top view. Dimensions: 12, 12, 26, 48, 22, 36, 42, 34, 10, 12.

Вариант №15 (Variant 15)	Вариант №16 (Variant 16)
	
	
	

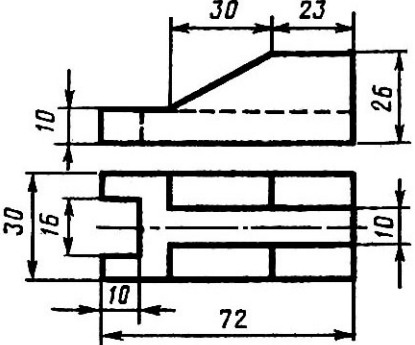
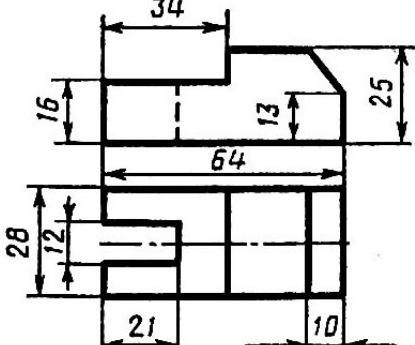
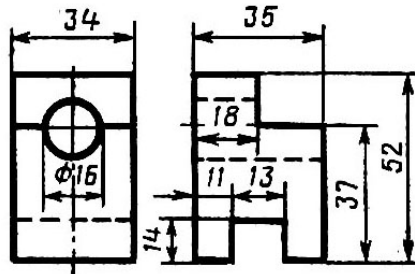
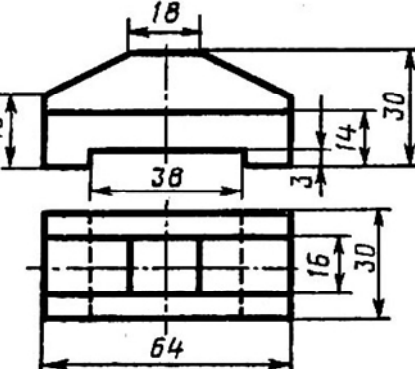
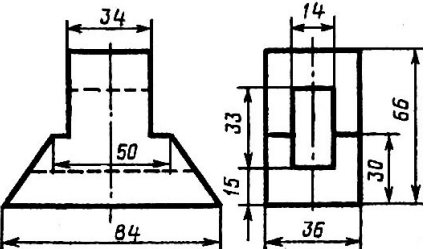
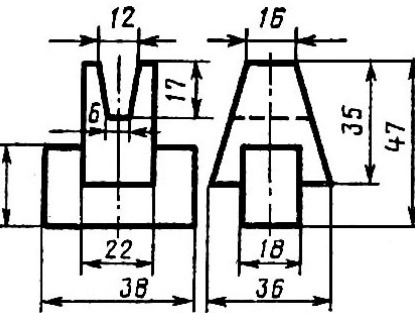
Вариант №17 (Variant 17)	Вариант №18 (Variant 18)
	
	
	

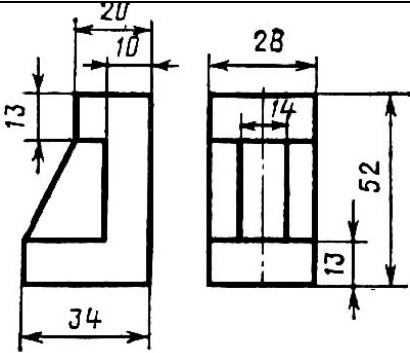
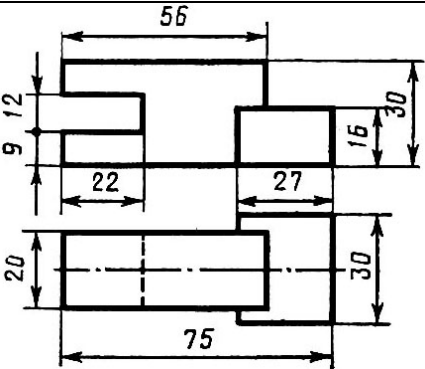
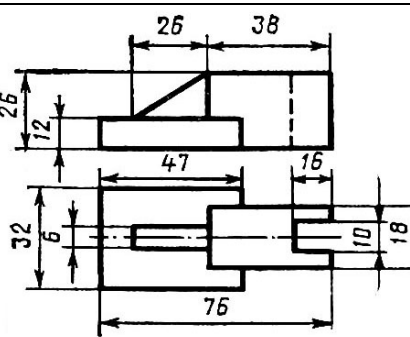
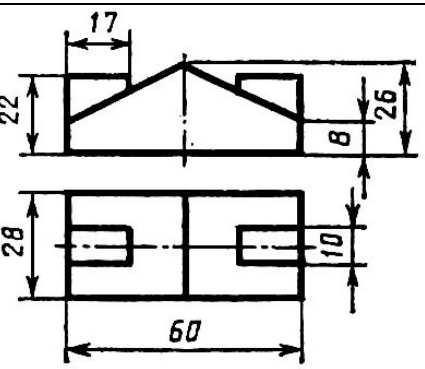
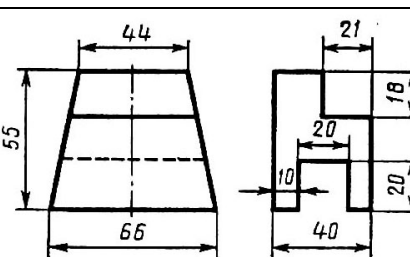
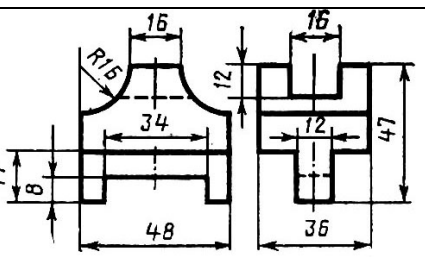
Вариант №19 (Variant 19)	Вариант №20 (Variant 20)

Вариант №21 (Variant 21)	Вариант №22 (Variant 22)
	
	
	

Вариант №23 (Variant 23)	Вариант №24 (Variant 24)
	
	
	

Вариант №25 (Variant 25)	Вариант №26 (Variant 26)

Вариант №27 (Variant 27)	Вариант №28 (Variant 28)
	
	
	

Вариант №29 (Variant 29)	Вариант №30 (Variant 30)
	
	
	

ЗМІСТ

CONTENTS

ВСТУП.....	3
1. Загальні відомості про метод вирішення завдань побудови третього виду геометричних тіл за двома даними.....	4
2. Алгоритм вирішення завдань побудови третього виду геометричних тіл за двома заданими, що пропонується	6
3. Ілюстрації запропонованої методики на простих прикладах	10
4. Ілюстрація можливостей запропонованого алгоритму на прикладах вирішення завдань різної складності	14
5. Варіанти завдань.....	21
6. Оформлення кресленика.....	22
ВИСНОВОК	25
Рекомендована література.....	25
 INTRODUCTION.....	 26
1. General information about the method of solving problems of construction of the third kind of geometric bodies of two data.....	27
2. The proposed algorithm for solving the tasks of building a third type of geometric bodies of two data	29
3. Illustrations of the proposed methodology on simple examples	32
4. Illustration of features of the proposed algorithm on examples of solving the problems of varying complexity	36
5. The variants of tasks	43
6. Registration of drawings	44
CONCLUSION	47
Recommended literature	47
Додаток 1	48
(Appendix 1).....	48
Додаток 2 (Appendix 1).....	58