

Министерство образования РФ

---

Санкт-Петербургский  
государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

---

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания к выполнению курсовой работы  
по начертательной геометрии

Санкт-Петербург  
Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
2002

Инженерная и компьютерная графика: Методические указания к выполнению курсовой работы по начертательной геометрии /Сост.: Р. А. Сакаев, Б. М. Перлов, Н. А. Хандурина. СПб.:Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002. 28 с.

Рассмотрены алгоритмы решения задач курсовой работы с использованием лицензионных графических редакторов КОМПАС-ГРАФИК. В число 8 задач, охватывающих все темы рабочей программы, вошли 5 элементарных и 3 задачи повышенной сложности.

Приведены 24 варианта индивидуальных заданий на курсовую работу и пример ее выполнения с учетом основных требований стандартов ЕСКД к оформлению чертежей и текстовых конструкторских документов.

Предназначены для студентов специальностей, в учебных планах которых предусмотрена курсовая работа по начертательной геометрии.

Ко всем заданиям подготовлены электронные исходные графические данные в системе КОМПАС-ГРАФИК версии 4.6. Они размещены на сайте университета: <http://www.eltech.ru/education/studies.htm>.

Утверждено  
редакционно-издательским советом университета  
в качестве методических указаний

## Введение

Содержание курсовой работы соответствует основной цели дисциплины и ее задачам:

- развитию пространственного воображения;
- изучению теоретических основ построения чертежей с учетом соблюдения требований основных стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД);
- повышению грамотности в области компьютерной подготовки конструкторских документов.

Использование компьютера позволяет существенно сократить рутинную часть в чертежно-графических работах. Это дает возможность ввести в практику обучения по начертательной геометрии нетрадиционные и нестандартные задачи, например:

- сечение пирамиды неправильной формы плоскостью, заданной по математическому условию;
- вычерчивание развертки поверхности пирамиды с нанесением линии сечения;
- построение в теле пирамиды цилиндрического отверстия;
- конструирование и выбор основных видов для пирамиды с вырезом;
- выполнение стандартной аксонометрии пирамиды по основным ее видам.

Этим задачам посвящены данные методические указания. В сжатом виде изложены российские лицензионные системы: КОМПАС-ГРАФИК версии 4.x [1] и КОМПАС-ГРАФИК LT 5.x [2] (усеченная некоммерческая версия). Первая система функционирует в операционной среде MS DOS, вторая – в среде WINDOWS 95/98/2000/NT. Системы предназначены для выполнения чертежей на плоскости. Более развитая система КОМПАС 3D 5.x (КОМПАС-ГРАФИК LT 5.x входит в нее как составная часть) может быть использована и при геометрическом моделировании в пространстве. Работа с этим программным продуктом рекомендуется студентам, прошедшим курс информатики и умеющим работать с приложениями WINDOWS.

В указаниях приведены некоторые советы по использованию этих графических редакторов в рамках задач курсовой работы.

В приложениях приведены 24 варианта индивидуальных заданий на курсовую работу (КР) и образец ее выполнения в соответствии с основными требованиями ЕСКД к оформлению чертежей и текстовых конструкторских документов.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Исходные данные к выполнению КР приведены в прил.1.

КР должна быть выполнена по правилам ЕСКД в виде пояснительной записки (ПЗ). Теоретические сведения приведены в базовом учебнике [3], а основные стандарты ЕСКД – в справочнике [4].

ПЗ содержит титульный лист, содержание, техническое задание, введение, основную часть, заключение, список литературы и чертежи, оформленные в виде приложений. В чертежах должны быть приведены 8 задач КР, решенных графическими средствами.

*Титульный лист* выполняется в соответствии с прил. 2.

*Содержание* должно соответствовать рекомендациям прил. 3 и выполняться на втором листе ПЗ с основной надписью по форме 2 [4]. Все последующие листы ПЗ должны иметь основные надписи по форме 2а.

Пример оформления *технического задания* представлен в прил.4.

Во *введении* формулируется цель и задачи КР в пределах 0,5...1 с.

*Основная часть* состоит из разделов, посвященных описанию разработанных студентом алгоритмов решения нетрадиционных задач. Объем текста любой из этих глав должен быть в пределах 0,5...1 с.

*Заключение* должно содержать выводы по КР. Требования к объему текста те же, что и для введения.

В *списке литературы* следует указать официальное наименование каждого из использованных источников.

Любой чертеж должен соответствовать одной или группе задач КР и выполняться в стандартном масштабе на отдельном листе формата А4 или А3. В правом верхнем углу записывают слово «ЗАДАЧА» с указанием ее номера.

Образцы выполнения всех восьми задач представлены в прил.6...13.

В прил. 5 дан пример выполнения чертежа пирамиды по 31-му варианту. Аналогичный чертеж должен выполнить каждый студент на первом практическом занятии в компьютерном классе. Задачами такого занятия являются:

- освоение принципиальных основ работы в графическом редакторе;
- использование полученного файла чертежа в качестве фрагмента во всех задачах КР и домашних заданиях по начертательной геометрии;
- выполнение основной надписи по форме 2, применяемой для второго листа ПЗ.

## **2. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

Общее количество задач КР – восемь. Они последовательно охватывают все разделы начертательной геометрии. Первые 5 задач относятся к традиционным, достаточно полно изложенным в учебнике [3]. Первая задача соответствует теме «Принадлежность точки поверхности», остальные четыре – теме «Метрические задачи». Способы решения этих пяти задач можно понять, разбирая прил. 6...10.

Задачи 6...8 являются нетрадиционными. Подход к их решению для всех вариантов индивидуальных заданий изложен далее. Отметим, что эти задачи, связанные с геометрическим моделированием в пространстве, достаточно трудоемки и громоздки при использовании традиционных методов начертательной геометрии, ориентированных на плоские графические редакторы. В разд. 4 даны практические советы по использованию редактора КОМПАС-ГРАФИК LT 5.10. Примеры геометрических решений и оформления для всех восьми задач приведены в прил. 6...13.

Трудоемкость решений задач 6...8 можно на порядок сократить, если обратиться к современным средствам геометрического моделирования в пространстве. Однако для работы в трехмерной графике требуется специальная подготовка, выходящая за пределы учебной дисциплины. Студенту предоставлена возможность самостоятельного выбора плоского или пространственного редактора из системы КОМПАС 3D 5х.

### **2.1. Секущая плоскость, истинная форма сечения и развертка поверхности**

Пути решения задач по построению секущей плоскости  $\Omega$  могут быть различными. Предпочтительными следует считать те решения, которые являются рациональными, не связанными с громоздкими геометрическими построениями. При этом необходимо иметь в виду, что результат решения заключается не только в определении истинной формы сечения. Важным также является получение таких проекций, которые можно было бы использовать в дальнейшем в качестве основных видов пирамиды: главного вида и вида сверху, на котором грань  $\Sigma$  проецируется в натуральную величину. Рациональный учет этих двух целей при разработке алгоритма и составляет его ценность и достоинство работы студента.

Истинная форма сечения может быть определена после того, как секущая плоскость  $\Omega$  займет проецирующее положение и будут построены

проекции точек ее пересечения с ребрами пирамиды (вершины контура сечения). Но этому положению  $\Omega$  должны предшествовать геометрические построения, связанные с построением секущей плоскости как плоскости общего положения на исходных проекциях пирамиды. Если такие построения затруднительны или неэффективны, то целесообразно вначале развернуть пирамиду таким образом, чтобы можно было сразу выполнить сечение ее проецирующей плоскостью  $\Omega$  с одновременным удовлетворением заданных математических условий.

Рассмотрим вначале варианты с предварительным построением секущей плоскости  $\Omega$  как плоскости общего положения. В вариантах 5, 13 и 21 плоскость  $\Omega$  по условию параллельна одной из граней. Заметим, что эта грань и грань  $\Sigma$  имеют общее ребро. Параллельно этому ребру через точку  $E$  можно провести прямую и, отметив точки пересечения ее со сторонами  $\Sigma$ , построить на исходных плоскостях проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  контур сечения в виде треугольника, подобного заданной грани. Это подобие должно сохраняться во всех проекциях. Поэтому на плоскости  $\Pi_5$  плоскость  $\Omega$  окажется плоскостью общего положения, проходящей через точку  $E$ . Чтобы плоскость  $\Omega$  заняла проецирующее положение, достаточно выполнить еще одну проекцию пирамиды на плоскости проекций, перпендикулярной построенному сечению.

В вариантах 4, 12, 20 секущая плоскость проходит через вершину пирамиды параллельно ребру  $t$ . Проведем в грани  $\Sigma$  через точку  $E$  параллельно  $t$  прямую и найдем точки ее пересечения с другими сторонами  $\Sigma$ . Полученные точки соединим с заданной вершиной и получим проекции контура сечения на исходных плоскостях проекций.

В вариантах 6, 14, 22 плоскость  $\Omega$  должна проходить через заданное ребро. Это ребро и точка  $E$  однозначно определяют плоскость  $\Omega$ . Одна из точек заданного ребра принадлежит и грани  $\Sigma$  и плоскости  $\Omega$ . Следовательно, линия пересечения плоскостей  $\Sigma$  и  $\Omega$  проходит через эту точку и точку  $E$ . Точку пересечения ее со стороной  $\Sigma$  соединим со второй точкой заданного ребра и получим контур сечения на плоскостях проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .

В вариантах 7, 15, 23 плоскость  $\Omega$  должна быть параллельна двум скрещивающимся ребрам, одно из которых лежит в грани  $\Sigma$ . Поэтому плоскость  $\Omega$  пересекает  $\Sigma$  по линии, параллельной этому ребру. Из точек пересечения ее со сторонами  $\Sigma$  проведем прямые, параллельные второму заданному ребру пирамиды. Точки их пересечения с другими ребрами пирамиды будут недостающими вершинами контура сечения, имеющего форму параллелограмма.

Рассмотрим теперь решения задач, связанных с предварительным разворотом пирамиды. По вариантам 2, 10, 18 секущая плоскость  $\Omega$  перпендикулярна плоскости  $\Sigma$  и параллельна ребру  $t$ . Выполним построения по определению истинной формы грани  $\Sigma$ . В общем случае для этого потребуется две замены плоскостей проекций. Проведя проецирующую плоскость  $\Omega$  через точку  $E$  параллельно заданному ребру  $t$ , одновременно удовлетворяется и первая часть математического условия:  $\Omega$  ортогональна  $\Sigma$ . Аналогичные решения выполняются для вариантов 3, 11, 19, в которых плоскость  $\Omega$  перпендикулярна  $\Sigma$  и проходит через заданную вершину пирамиды, а также для вариантов 8, 16, 24, в которых  $\Omega$  ортогональна ребру, лежащему в грани  $\Sigma$ .

В вариантах 1, 9 и 17 плоскость  $\Omega$  перпендикулярна ребру, не принадлежащему грани  $\Sigma$ . Чтобы  $\Omega$  заняла проецирующее положение, рекомендуется построить дополнительную проекцию пирамиды на плоскости проекций, параллельной этому ребру.

*Истинную форму сечения* во всех вариантах найдем на плоскости проекций, параллельной плоскости  $\Omega$ . Само сечение следует выполнить по правилам ЕСКД, изложенным в гл. 5 [4].

Проиллюстрируем решение задачи 6 на примере задачи 31 (она аналогична вариантам 8,16,24), приведенном в прил. 11 «Сечение и развертка». В грани  $\Sigma$  проведем линию уровня (горизонталь или фронталь) и построим перпендикулярно к этой линии новую плоскость проекций  $\Pi_4$ , на которой грань  $\Sigma$  станет проецирующей. Далее построим проекцию пирамиды на плоскости  $\Pi_5$ , параллельной  $\Sigma$ .

После двух замен плоскостей проекций получим на  $\Pi_5$  изображение пирамиды с истинной формой грани  $\Sigma$ . *Проецирующая* секущая плоскость  $\Omega$  проведена через точку  $E$  перпендикулярно ребру  $CD$ . Отмечены точки пересечения плоскости  $\Omega$  с ребрами пирамиды. Первоисточником для этих построений является тема «Пересечение поверхности плоскостью» ([3], рис.190). На этом рисунке показана техника переноса опорных точек линии сечения с одной проекции на другую.

Предложенные алгоритмы решения задач не являются строго обязательными, поскольку допускают и иные решения. Например, решение задач 7, 15, 23 можно получить посредством предварительного разворота пирамиды таким образом, чтобы одно из заданных по условию задачи ребер занимало проецирующее положение. Тогда становится возможным провести проецирующую секущую плоскость  $\Omega$  параллельно одновременно двум ребрам.

Для построения *развертки* воспользуемся способом треугольников, изложенным в теме «Развертка поверхности многогранников» ([3], рис. 294). Этому рисунку соответствуют проекции на  $\Pi_4$  и  $\Pi_5$  в прил. 11. Три ребра истинной длины имеются на плоскости  $\Pi_5$  в грани  $\Sigma$ . Остальные три ребра после операций их вращения вокруг проецирующей оси видны без искажения на  $\Pi_4$ . Далее на свободном поле чертежа строим копию грани  $\Sigma$  и пристраиваем к ней остальные три так, чтобы линия сечения оказалась непрерывной. Линии сгибов развертки должны быть тонкими штрихпунктирными с двумя точками. Линия сечения – сплошная основная. Над изображением развертки записывается спецсимвол по ЕСКД – синоним слова «Развертка». Масштаб чертежа и периметр сечения должны быть записаны не ближе 10 мм от основной надписи (штампа). При окончательном редактировании чертежа следует обратить внимание на то, что проекции всех геометрических объектов должны быть обозначены соответствующими символами с индексами. Пересечение символов, индексов и проекций пирамиды никакими линиями не допускается.

## **2.2. Цилиндрический вырез**

Алгоритм построения *выреза* в объемных телах в учебной литературе отсутствует. Наиболее близкими к разбираемой задаче являются темы «Построение линии пересечения поверхностей (общий случай)» и «Построение сечения поверхности вращения» [3]. Этот материал необходимо изучить для понимания изложенного далее алгоритма построения выреза по задаче 7. Полезными окажутся и способы точного черчения эллипсов, изложенные в гл. 34 [4]. В прил. 12 показано построение выреза. Исходной является проекция пирамиды на плоскости  $\Pi_5$ , где изображение цилиндрической полости превращается в окружность с информацией о пересечении всех граней. Намечая на окружности опорные точки, строим эллиптические дуги в наклонных гранях пирамиды. Нахождение недостающих проекций этих точек на плоскостях  $\Pi_6$  и  $\Pi_4$  показано стрелками. Эллиптические кривые строятся любым из способов, изложенных в [1]...[4], например кривыми Безье [2]. Штриховыми линиями проводятся очерковые образующие цилиндра, которые во всех проекциях должны оставаться взаимно параллельными.

## **2.3. Основные виды и аксонометрия**

В литературе имеется лишь общая рекомендация по выбору основных видов ([4], гл. 5). Методика построения стандартной аксонометрии



изложена достаточно полно ([3], гл. 8 и [4], гл. 5).

В задаче 7 для конструирования основных видов построим плоскость проекций  $\Pi_6$ , перпендикулярную грани  $\Sigma$  и параллельную самому длинному ребру этой грани. *Основными видами* в прил.12 следует признать проекции на  $\Pi_5$  и  $\Pi_6$ . Критерием выбора является их максимальная информативность о форме и размерах пирамиды с вырезом. Так, на  $\Pi_5$  без искажения проецируются цилиндр в виде окружности и грань  $\Sigma$ , а остальные три грани – видимые. На  $\Pi_6$  наибольшее по длине ребро **CD** грани  $\Sigma$  проецируется без искажения, а информация о цилиндрическом вырезе – максимальная. Следовательно, проекции на  $\Pi_5$  и  $\Pi_6$  – основные, а ось  $x_{56}$  для задачи 8 должна быть выбрана горизонтальной.

Для прил.13, иллюстрирующего пример решения задачи 8, основные виды получены из прил.12 операцией копирования с поворотом. В качестве стандартной аксонометрии выбрана *горизонтальная косоугольная изометрия* [4]. Лишь в этом случае грань **ACD** получается копированием с поворотом вида сверху. Вершина пирамиды может быть найдена с помощью вертикального отрезка, равного по модулю ее высоте на проекции  $\Pi_6$ . Из построенной вершины проведены наклонные ребра. На аксонометрическом чертеже в соответствии с ЕСКД следует удалить обозначения всех точек и все вспомогательные линии.

### 3. РАБОТА В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК 4.6

#### 3.1. Основные сведения

Система функционирует в среде MS DOS и обеспечивает:

- ввод геометрической информации с использованием клавиатуры или мыши;
- выполнение вспомогательных построений (параллельных, перпендикулярных, касательных линий и т. п.);
- выполнение размеров, штриховки, таблиц, линий-выносок, стрелок направления взгляда, линий разрезов и сечений;
- полуавтоматическое заполнение граф основной надписи;
- редактирование чертежа посредством сдвига, поворота, масштабирования, удаления и копирования выделенной части изображения;
- возможность измерения линейных, угловых и ряда других характеристик геометрических объектов;
- использование режима окна;
- вывод чертежа на принтер в соответствии с требованиями ЕСКД.

Имеется возможность подключения помощи посредством подсказок по текущим командам клавишами <Ctrl/F1> или <F1>.

### 3.2. Порядок работы

Для запуска системы необходимо перейти в соответствующий каталог и набрать команду <Kompas>. После запуска на мониторе появляется двухоконный экран архива чертежей и фрагментов. Переход из окна чертежей в окно фрагментов или наоборот осуществляется с помощью клавиши <Tab> или мыши. Создание нового чертежа или вход в готовый чертеж осуществляется в режиме работы с архивом. Чтобы перейти в режим редактирования уже существующего чертежа, нужно активизировать его файл, нажав клавишу <Enter>. При создании нового чертежа или фрагмента запрашиваются имя и комментарий.

Работа с чертежом обеспечивает его оформление по правилам ЕСКД. Полученный файл имеет расширение .cad. Работа с видом (фрагментом) обеспечивает основные геометрические построения. Расширение получаемого файла – .frg.

Выход из системы осуществляется клавишами <Esc>, <Y>.

#### ***Работа с чертежом и видом***

Для создания нового чертежа его нужно вызвать из архива чертежей командой <Новый> и ввести запрашиваемые системой параметры. После ответов на вопросы появляется строка с именем нового файла чертежа.

При нажатии клавиши <Enter> или левой кнопки мыши система перейдет в режим редактирования чертежа. В верхней части экрана появляется основное «падающее» меню. В нижней части экрана высвечивается строка состояния системы, где отображается информация по абсолютным или относительным координатам положения курсора, о его текущем шаге перемещения, о масштабе текущего окна отрисовки (либо типе линии при выполнении команд построения геометрических элементов при работе с видом).

Новый вид чертежа создается из основного меню экрана с помощью раздела (страницы) <Редактор> и его команды <Новый вид> после ввода двух значений запрашиваемых параметров. Во-первых, задается *точка привязки* вида (начало координат эпюра Монжа) относительно левого нижнего угла формата чертежа, принятого за начало абсолютной системы координат. Рекомендуемые значения для точки привязки:  $x=180$  мм,  $y=150$  мм. Во-вторых, указывается *начало отсчета* (как правило, 0,0) положения курсора относительно точки привязки.

Особую роль при использовании способа замены плоскостей проекций играют вспомогательные построения раздела **<Вспомог.>** из меню вида. Перечень команд в этом разделе обширен, что упрощает выполнение новых проекций и проведение линий проекционных связей. Периодически все вспомогательные линии целесообразно удалять клавишами **<Ctrl/F9>**.

Тип и цвет линии, величину радиуса и текст можно изменить командой **<Редакт.атриб.>** в разделе **<Редактор>** из меню вида.

Взаимная привязка геометрических примитивов друг к другу осуществляется следующим образом:

- к конечным точкам отрезка или дуги – клавишей **<5>**;
- к точке центра окружности или дуги – клавишей **<5>**;
- к точкам касания или пересечения, полученным с помощью различных вспомогательных построений, – клавишей **<5>**;
- к ближайшему объекту по нормали – клавишей **<.>**;
- к точке пересечения двух ближайших геометрических примитивов – клавишами **<Alt>+<5>**, где клавиша **5** должна быть нажата на дополнительной клавиатуре.

При редактировании вида полезными будут «горячие» клавиши:

- **<+>** – (дополнительная клавиатура) задание нового значения масштаба;
- **<Shift>+<+>** или **<Shift>+<->** – увеличение или уменьшение масштаба;

\*

**<Ctrl>+<A>** – включение/подавление/выключение сетки;

\*

**<Ctrl>+<O>** – включение/выключение ортогонального движения мыши.

Ввод новой текстовой информации осуществляется из раздела **<Геом.>** командой **<Текст>**. Отвечая на запросы подкоманд, можно установить различные характеристики шрифта. Возможен ввод текстов, предварительно подготовленных в Norton Commander. Для ввода специальных символов следует использовать комбинации клавиш, например: &01 → °; &02 → Ø; &51 → α; &57 → Σ; &60 → φ; &61 → Ω и т.д. Выход из команд и из режимов работы осуществляется нажатием клавиши **<Esc>**. Вывод на принтер подготавливается командой **<Принтер>** из режима работы с архивом чертежей и фрагментов.

## 4. РАБОТА В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК LT 5.10

### 4.1. Основные сведения

Программное окно имеет те же элементы управления, что и другие окна WINDOWS. Заголовок расположен в верхней части окна. В нем

отображены: название программы, путь и имя документа. Ниже расположена строка меню, в котором хранятся основные команды. Меню активизируется щелчком мыши на его имени. Запуск команд меню осуществляется щелчком мыши на конкретном имени команды. Некоторые команды имеют свои собственные подменю (помечены символом треугольника). В процессе работы отдельные команды могут отображаться бледным шрифтом. Это означает, что в данный момент отсутствуют условия для их выполнения.

Под строкой меню расположена панель управления. На ней размещены кнопки наиболее оперативных команд: создания, открытия и сохранения файлов, вывода на принтер. Состав панели управления различен для разных режимов работы системы, и многие команды на ней продублированы командами строки меню.

В самом низу программного окна располагается строка сообщений, где приводится краткая информация по текущему действию, выполняемому системой. Под строкой сообщений расположена строка текущего состояния, в которой отображаются параметры текущего документа: вид, слой, масштаб, шаг курсора, его текущие координаты.

Важную роль в геометрических построениях имеет инструментальная панель, которая по умолчанию находится в левой части окна. Панель состоит из пяти отдельных страниц. Каждая страница содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Для переключения между страницами используются кнопки панели переключения, расположенные над инструментальной панелью. Чтобы получить доступ к другим вариантам построения геометрических объектов, можно вызвать на экран панель расширенных команд. Для этого нужно щелкнуть на кнопке основной команды левой клавишей мыши и не отпускать ее – на экране появится панель расширенных команд.

## 4.2. Порядок работы

После запуска системы целесообразно воспользоваться файлом-заготовкой для конкретной задачи КР или домашнего задания. Эти файлы подготовлены в формате **<\*.cad>** (система КОМПАС-ГРАФИК версии 4.6 для MS DOS) и находятся в папках, пронумерованных в соответствии с трехзначным номером варианта индивидуального задания.

Для открытия файла-заготовки следует щелкнуть указателем мыши по кнопке меню **<Файл>** в строке меню программы и выполнить из него команду **<Импорт 4.x>**. Далее следует пометить нужный файл, открыть его

и приступить к решению задачи. Для возможности полноэкранной работы следует развернуть программное окно системы и текущее окно. Для этого нужно щелкнуть мышью по кнопкам **<Развернуть>**, находящимся в правом верхнем углу экрана. Далее командой **<Показать все>** необходимо увеличить изображение детали до максимального в текущем окне.

На первом этапе работы с системой следует познакомиться с содержимым всех пиктограмм. Серьезным подспорьем при этом окажется **<Файл справки>**, ярлычок которого в виде знака ? находится в строке меню текущего окна.

***Пошаговое выполнение чертежа пирамиды в системе КОМПАС-ГРАФИК LT  
(см. прил. 5)***

1. Пусть в текущем окне находится файл-заготовка **<PirNNi.cdw>**. Перед тем как начать решение задачи, необходимо установить важнейшие из привязок объектов к характерным точкам в текущем окне. Кнопка для вызова диалога глобальных привязок расположена в *строке текущего состояния* (внизу экрана). После нажатия этой кнопки на экране появится диалоговое окно **<Установка глобальных привязок>**. При выполнении первой работы целесообразно включить флажки у следующих привязок: **<Ближайшая точка>**, **<пересечение>**, **<по сетке>**, **<динамически отслеживать>** и **<отображать текст>**. В этом случае расчет координат вводимой точки будет осуществляться «на лету»: на экране отображается ее фантом и текст с именем действующей в данный момент привязки.

2.левой клавишей мыши активизировать геометрическое построение точки. Соответствующая кнопка находится в левом столбце инструментальной панели. На свободном поле текущего окна щелкнуть правой клавишей мыши, после чего возникнет *контекстное меню* для точки. Следует выбрать ее образ (стиль) в виде окружности красного цвета или вспомогательной точки желтого цвета. Построить горизонтальные проекции точек **A, B, C и D**, проверяя координаты точек в *строке состояния* и работу привязки по сетке. Другой способ построения этих проекций заключается в копировании точки-заготовки, расположенной в левой части окна документа, в соответствующие узлы сетки.

3. Из страницы **<Геометрические построения>** выбрать команду **<Ввод отрезка>** или **<Непрерывный ввод объектов>**. Построить горизонтальную проекцию пирамиды **ABCD**.

4. Скопировать подготовленные слева на экране символы для вершин пирамиды так, чтобы расстояния между ними и основными линиями для

пирамиды оказались в пределах 2...5 мм. Пересечение символов не допускается.

5. Выполнить по пп. 2...4 построения для фронтальной проекции пирамиды.

6. Установить невидимые ребра пирамиды. Они должны быть начерчены тонкими штриховыми линиями. Редактирование типа линии проще всего осуществить после двойного щелчка левой клавишей мыши по отрезку прямой линии.

7. Заполнить основную надпись, записав в ней номер группы, свою фамилию и фамилии преподавателей. Войти в основную надпись можно после двойного щелчка левой клавишей мыши. Курсор при этом должен находиться в зоне основной надписи.

8. Сохранить файл.

### ***Несколько полезных советов при первых сеансах работы в системе КОМПАС-ГРАФИК LT 5.10***

1. Большинство команд на *страницах инструментальной панели* допускает несколько вариантов выполнения. Например, после активизации прямой, если не отпускать левую клавишу мыши и начать ее «перетаскивание», то откроется *панель расширенных команд*, позволяющая построить параллельные или перпендикулярные отрезки.

2. Если нужно отредактировать какой-либо объект, целесообразно щелкнуть по нему дважды левой клавишей мыши. Система сама предложит способ редактирования.

3. Если нужно передвинуть объект, его можно выделить щелчком левой клавиши мыши и «перетащить» в нужное место.

4. При выборе объектов система использует универсальный термин *кривая* для объектов всех типов (отрезков, дуг, окружностей).

### **Список литературы**

1. Чертежно-конструкторский редактор КОМПАС-ГРАФИК. Версия 4.5: Руководство пользователя /Акционерное предприятие АСКОН. СПб., 1994.
2. Потемкин А. Инженерная графика. М.: Лори, 2002.
3. Фролов С. А. Начертательная геометрия: Учебник для втузов. М.: Машиностроение, 1983.
4. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. СПб.: Политехника, 1997.

1. Исходные данные к вариантам заданий

Вариант	Координаты точек, мм												Грань $\Sigma$	Ребро $t$	Плоскость $\Omega \ni E$
	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	$X_B$	$Y_B$	$Z_B$	$X_C$	$Y_C$	$Z_C$	$X_D$	$Y_D$	$Z_D$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$
001	75	5	80	120	55	75	45	35	10	40	70	75	40	50	$\perp BD$
002	75	80	5	110	75	55	105	10	35	45	60	90	60	35	$\perp \Sigma, \parallel t$
003	70	5	5	100	80	80	50	35	40	75	45	65	30	40	$\perp \Sigma, \ni B$
004	25	10	50	65	75	75	105	40	5	50	60	20	60	35	$\parallel t, \ni A$
005	60	0	65	100	25	85	85	75	5	55	55	90	60	50	$\parallel ABD$
006	110	50	10	85	85	65	30	20	60	45	20	80	35	70	$\supset AD$
007	50	65	80	105	75	40	65	5	35	105	75	75	50	50	$\parallel t, \parallel BC$
008	110	75	35	75	40	35	5	40	95	60	75	30	50	60	$\perp t$
009	90	20	0	95	80	50	35	40	80	45	70	20	50	15	$\perp CD$
010	80	0	40	0	20	70	30	45	0	70	55	20	40	30	$\perp \Sigma, \parallel t$
011	50	0	100	30	50	60	105	75	40	15	45	30	55	45	$\perp \Sigma, \ni A$
012	25	10	50	50	65	80	110	60	20	100	30	65	25	50	$\parallel t, \ni B$
013	75	5	60	120	55	75	45	35	10	50	65	35	45	30	$\parallel BCD$
014	110	50	10	70	75	80	35	5	40	100	65	80	35	45	$\supset t$
015	60	0	65	115	80	35	45	35	10	95	15	20	30	40	$\parallel t, \parallel AB$
016	65	75	75	110	60	20	45	30	25	110	30	40	50	50	$\perp t$
017	25	35	70	65	75	75	105	40	30	50	70	25	65	40	$\perp AC$
018	100	25	85	115	80	30	25	40	15	45	80	50	60	25	$\perp \Sigma, \parallel t$
019	45	80	25	35	35	80	105	25	15	55	75	70	60	60	$\perp \Sigma, \ni C$
020	45	80	30	105	10	35	65	5	75	45	35	100	40	75	$\parallel t, \ni B$
021	75	5	80	110	85	40	45	30	10	95	20	35	40	50	$\parallel ACD$
022	30	75	55	50	15	80	100	35	5	110	55	60	45	65	$\supset t$
023	120	55	75	100	80	15	45	5	45	60	40	70	50	40	$\parallel t, \parallel BC$
024	85	90	65	35	40	75	70	5	5	100	40	80	70	70	$\perp BD$
031	30	55	70	75	80	75	105	10	35	40	85	10	40	45	$\perp t$



### 3. Рекомендуемый текст содержания пояснительной записки

Перв. примен.	<h2 style="margin: 0;">СОДЕРЖАНИЕ</h2>															
Стр. №	<p>Задание на курсовую работу..... 3</p> <p>Введение ..... 4</p> <p>1. Сечение пирамиды плоскостью <b>W</b>.....5</p> <p>2. Развертка поверхности .....6</p> <p>3. Конструирование выреза .....7</p> <p>4. Выбор основных видов ..... 8</p> <p>5. Построение аксонометрии .....9</p> <p>Заключение .....10</p> <p>Список литературы .....11</p> <p>Задача 1. Точка E в грани <b>S</b>..... 12</p> <p>Задача 2. Ребро t и его углы наклона к плоскостям проекций П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>.....13</p> <p>Задача 3. Двугранный угол при ребре t.....14</p> <p>Задача 4. Перпендикуляр EN к грани <b>S</b>.....15</p> <p>Задача 5. Минимальный угол <del>a</del> в грани. <b>S</b>.....16</p> <p>Задача 6. Истинная форма сечения и развертка поверхности..... 17</p> <p>Задача 7. Построение выреза и выбор основных видов .....18</p> <p>Задача 8. Аксонометрия ..... 19</p>															
Подп. и дата																
Име. № дубл.																
Взам. инв. №																
Подп. и дата																
Име. № подл.																
<b>ПМИ.131000.??? ГВ</b>																
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">ПИРАМИДА</div>								
Разраб.		?						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Лит.</td> <td style="width: 33%;">Лист</td> <td style="width: 33%;">Листов</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">у</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">19</td> </tr> </table>			Лит.	Лист	Листов	у	2	19
Лит.	Лист	Листов														
у	2	19														
Пров.		?						<b>ЭТУ, гр. 2222</b>								
Н.контр.		Хандурина Н. А.														
Утв.		Сакаев Р. А.														

Копировал

Формат А4

## 4. Пример оформления технического задания

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Для пирамиды ABCD по исходным данным варианта решить и оформить на форматах А4 или А3 следующие задачи:

1. Построить точку E в грани ~~S~~ **S** и определить координату x этой точки.
2. Двумя способами преобразования чертежа определить истинную длину ребра  $t$  и его углы наклона к плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .
3. С учетом видимости начертить две грани пирамиды с общим ребром  $t$ . Определить величину двугранного угла между этими гранями.
4. Построить перпендикуляр EN к грани ~~S~~ **S** пирамиды при ~~EN=40~~ мм. Вычислить координаты x, y, z для точки N.
5. Определить величину наименьшего из углов в грани  $\Sigma$ .
6. Начертить пирамиду ABCD с учетом видимости ее ребер. Через точку E сконструировать секущую плоскость ~~W~~ **W** и построить сечение истинной формы и определить его периметр. Провести линию сечения во всех проекциях. Начертить развертку поверхности пирамиды с линиями сечения и сгиба.
7. В исходных проекциях построить в пирамиде сквозное отверстие с радиусом 10 мм и осью, проходящей через точку E по нормали к грани ~~S~~ **S**.
8. Построить по ГОСТ 2.305-68 основные виды для пирамиды с вырезом и по ГОСТ 2.317-69 выполнить аксонометрию.

### Исходные данные

Оси координат	Координаты точек, мм					Ребро $t$	Грань <b>S</b>	Плоскость <b>W</b>
	A	B	C	D	E			
x	30	75	105	40	65	$\odot$	ACD	<b>L</b>
y	55	80	10	85	40			
z	70	75	35	10	45			

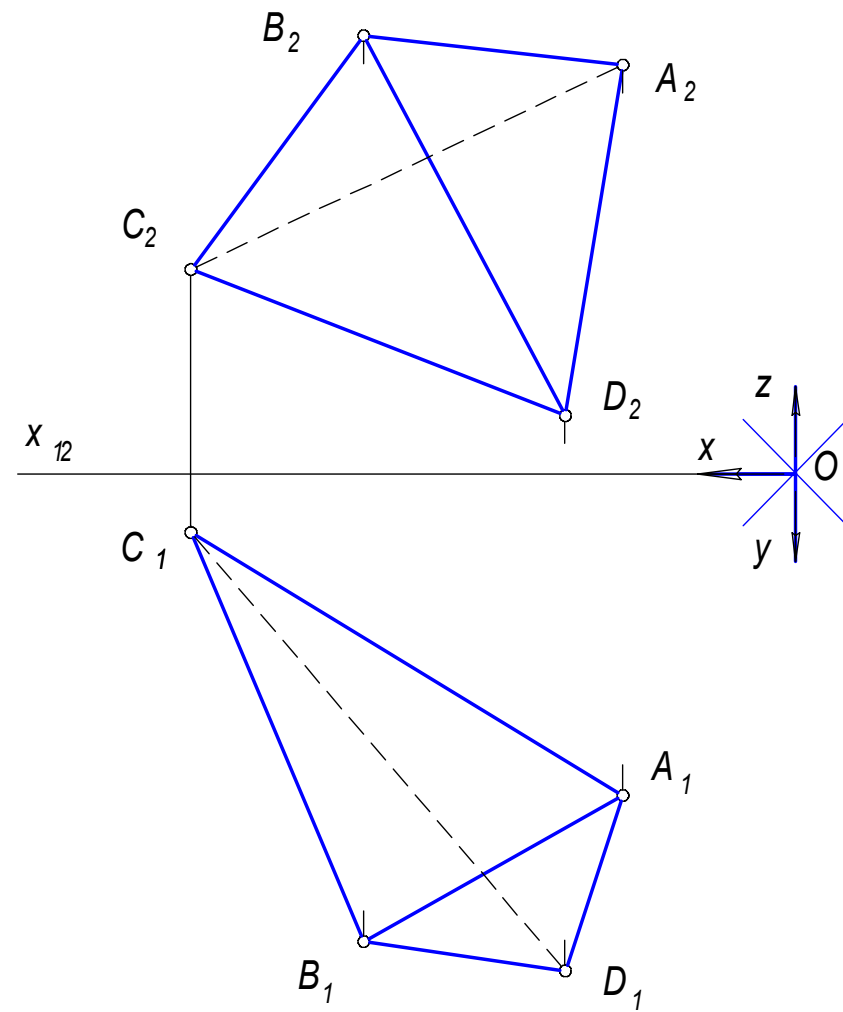
Ив.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	№	Ив.	№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ПМГ.131000.031 ГЗ</b>	Лист
						3

Копировал

Формат А4

## 5. Пирамида как фрагмент всех задач курсовой работы

Перв. примен.	<p>Построить две проекции пирамиды <math>ABCD</math>, если  <math>A(30,55,70)</math>, <math>B(75,80,75)</math>, <math>C(105,10,35)</math>, <math>D(40,85,10)</math>.          Учесть видимость ребер.</p>										
Стр. №	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 5px;">A</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">B</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">D</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 5px;">o</td></tr> </table> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Данные для копирования:</div> </div>				A	B	C	D	1	2	o
A											
B											
C											
D											
1											
2											
o											
Подп. и дата											
Взам. инв. №											
Подп. и дата											
Инв. № подл.	<p>1. Масштаб чертежа 1:1.          2. Масштаб вывода на принтер A4 рамки чертежа формата A4 - 0,95.</p>										
Инв. № инв.	<p><b>ПМИГ.131000.031</b></p>										
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">Пирамида</p>	Лит.	Лист	Листов		
Инв. № подл.	Разраб.	?					y	1	1		
Инв. № подл.	Пров.						<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ЭТУ, гр. 2222</p>				
Инв. № подл.	И.контр.	Хандурина Н. А.									
Инв. № подл.	Утв.	Сакаев Р. А.									

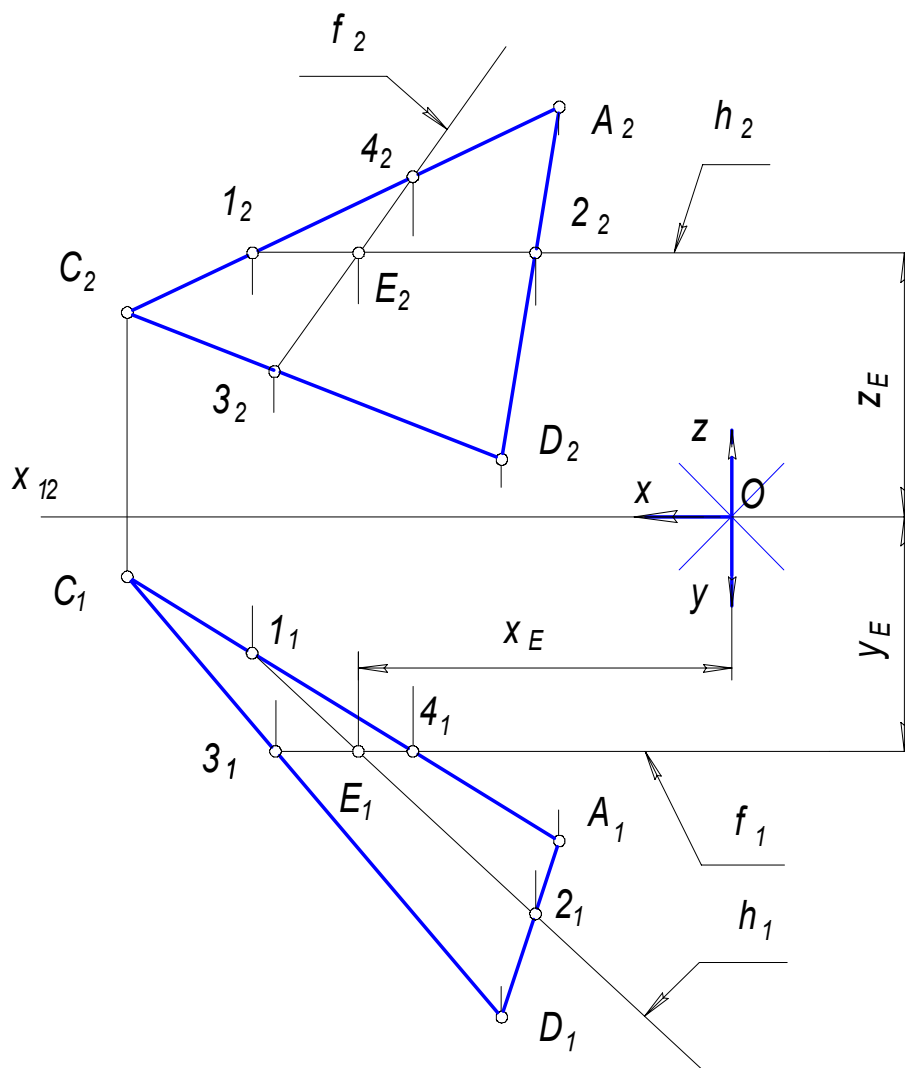
Копировал

Формат A4

## 6. Точка на поверхности пирамиды

### ЗАДАЧА 1

Точка  $E$  в грани  $S$



1. Масштаб 1:1.

2. Ответ:  $x_E = 65$  мм.

3. Масштаб вывода рамки чертежа формата А4  
на принтер А4- 0,95.

Инв. № подл.	Годп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Годп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Годп.	Дата

ПМИГ.131000.031 ПЗ

Лист  
12

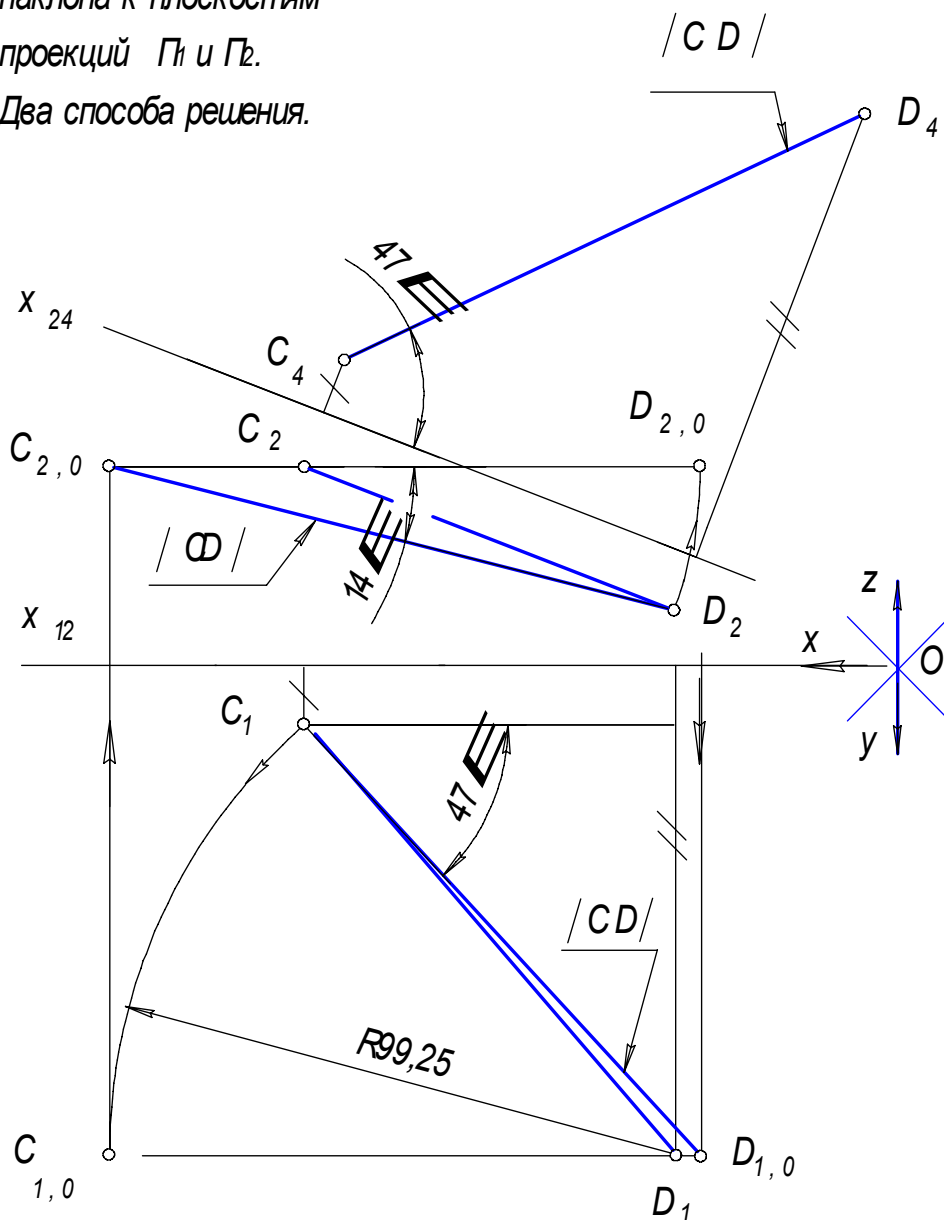
Копировал

Формат А4

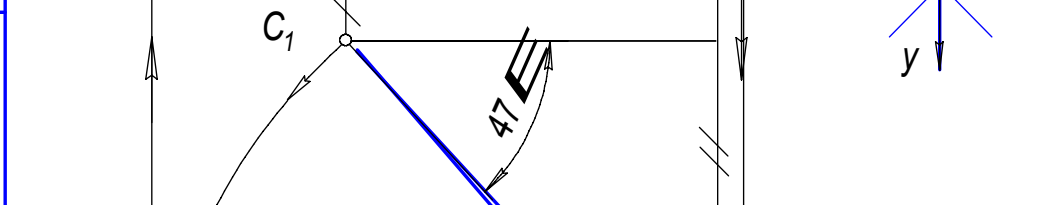
## 7. Положение отрезка прямой в пространстве

Ребро  $t$  и его углы  
наклона к плоскостям  
проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .  
Два способа решения.

## ЗАДАЧА 2



1. Масштаб 1:1.
2. Ответ: / C D / = 102 мм,  $\vec{J} = 47 \text{ ЕУ} = 14 \text{ Е}$
3. Масштаб рамки этого чертежа при выводе на принтер А4 - 0,95.

Подп. и дата				
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	<p>1. Масштаб 1:1.</p> <p>2. Ответ: <math>/CD/ = 102 \text{ мм}</math>, <math>J = 47 \text{ ЕУ} = 14 \text{ Е}</math></p> <p>3. Масштаб рамки этого чертежа при выводе на принтер А4 - 0,95.</p>		
Подп. и дата	Инв. № подл.	<p>ПМИ.131000.031 ПЗ</p>		
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
				Лист
				13

## 23

Двугранный угол при ребре  $t$



3. Масштаб вывода рамки чертежа формата А3 на принтер А3- 0,95, на принтер А4- 0,67.

2. Onsem: ~~640~~ **455**

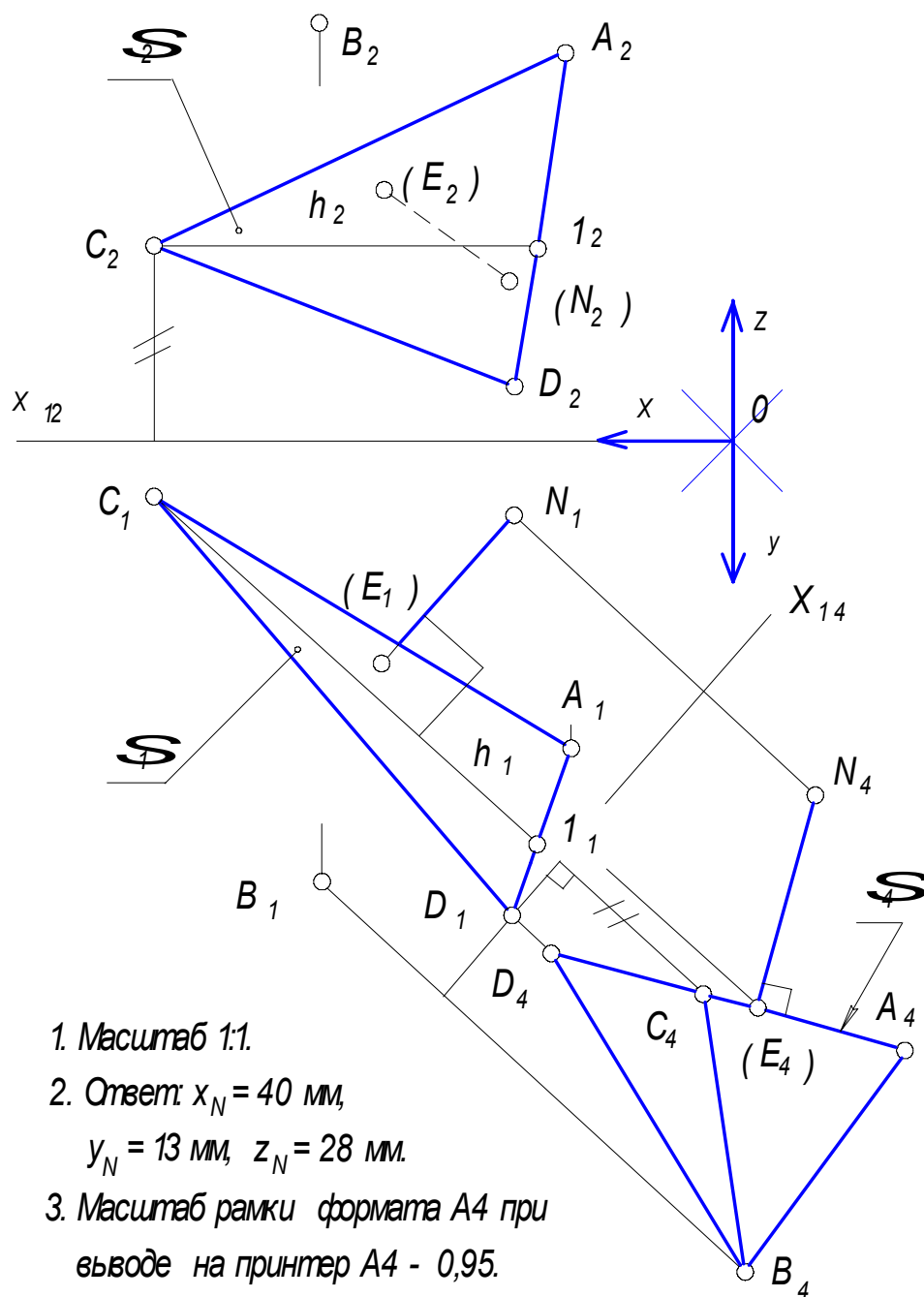
[illegible]

Копировал Формат А3

## 9. Перпендикуляр к поверхности

Перпендикуляр  $EN$  к грани  $S$  пирамиды

ЗАДАЧА 4



Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПМИГ.131000.031 ПЗ

Лист  
15

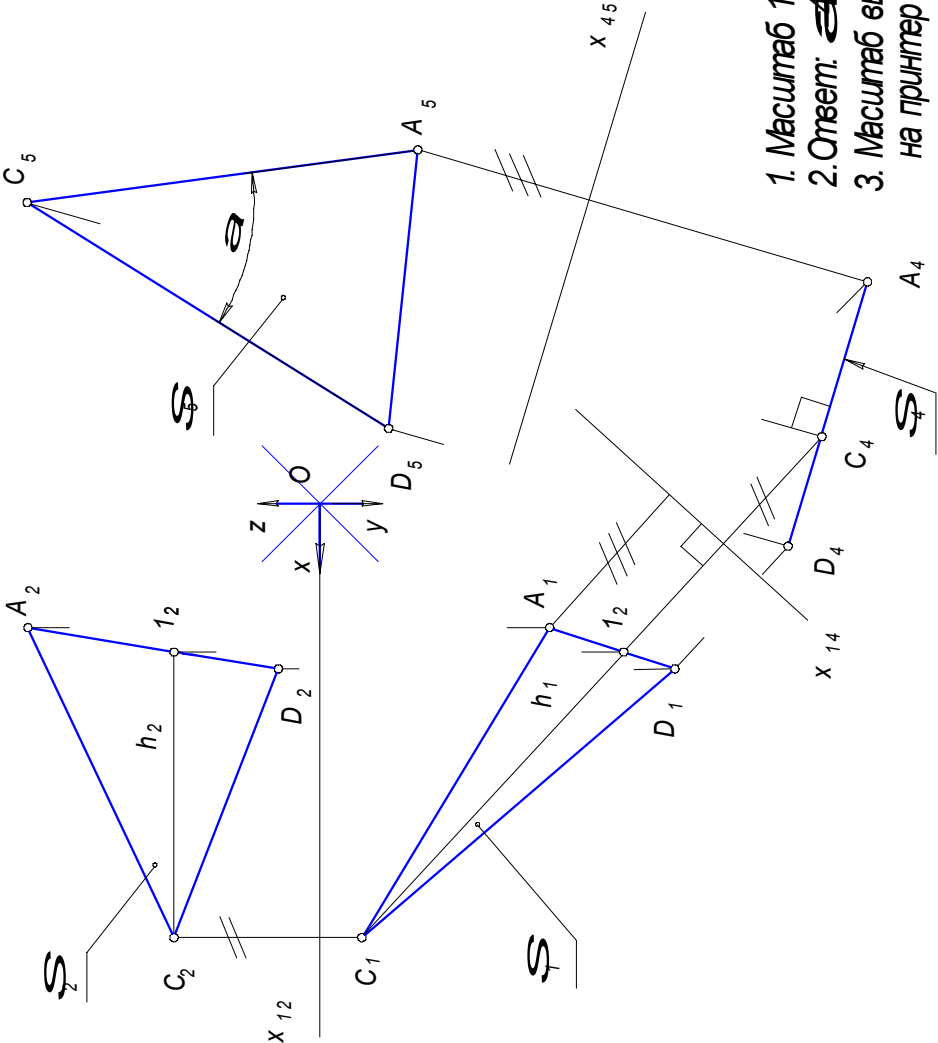
Копировал

Формат А4

10. Истинная величина плоской фигуры

ЗАДАЧА 5

Минимальный угол ~~с~~ верши  $S$



- 1. Масштаб 1:1.
- 2. Ответ: ~~с~~ верши  $S$
- 3. Масштаб вывода рамки чертежа формата А3 на принтер А3 - 0,95, на принтер А4- 0,67.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

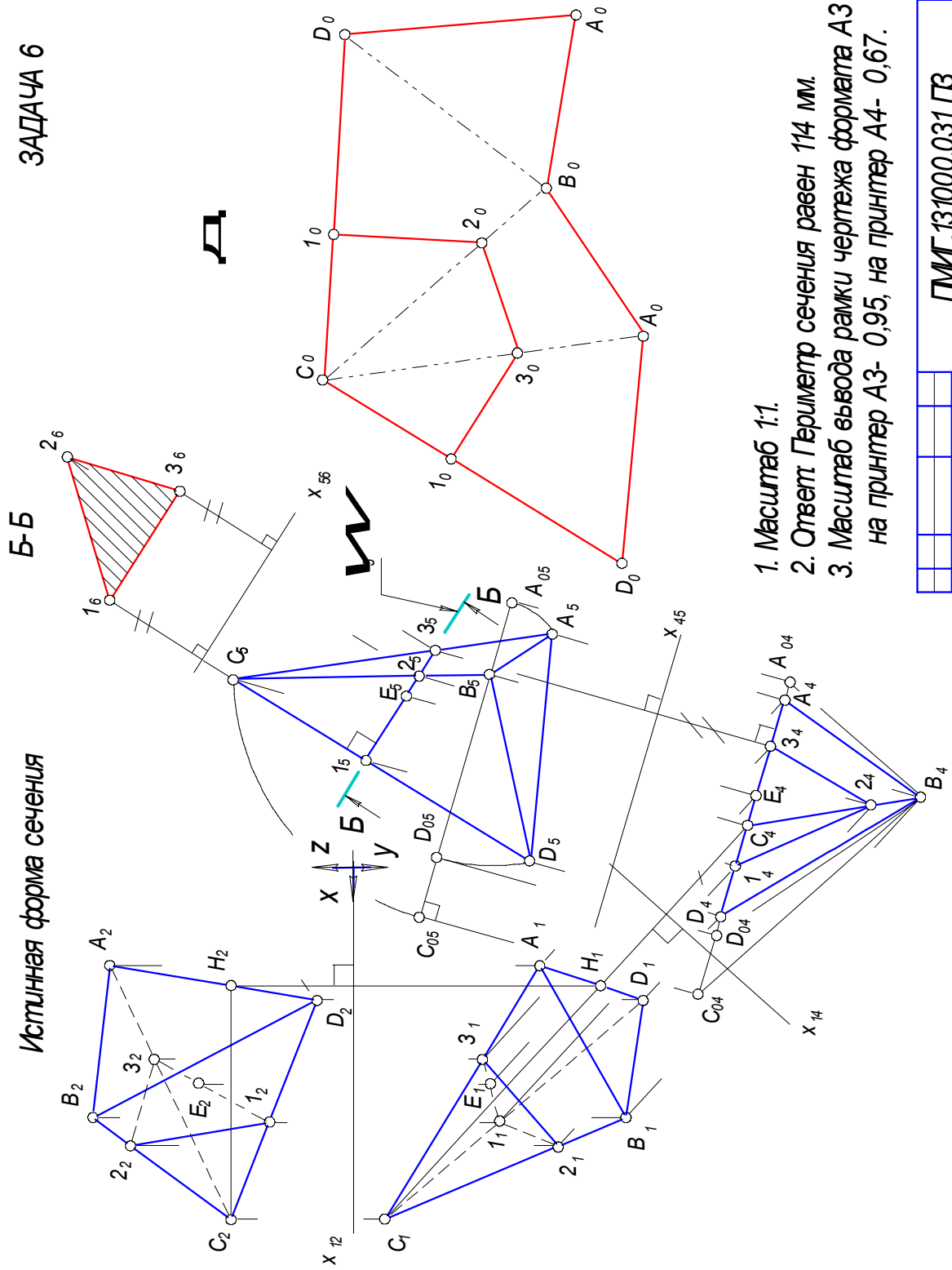
Изм.	Лист	№ докум.	Год	Дата	Лист	16
ПМГ.131000.031 ГЗ					Копировал	А3



## 11. Сечение и развертка

### ЗАДАЧА 6

Истинная форма сечения



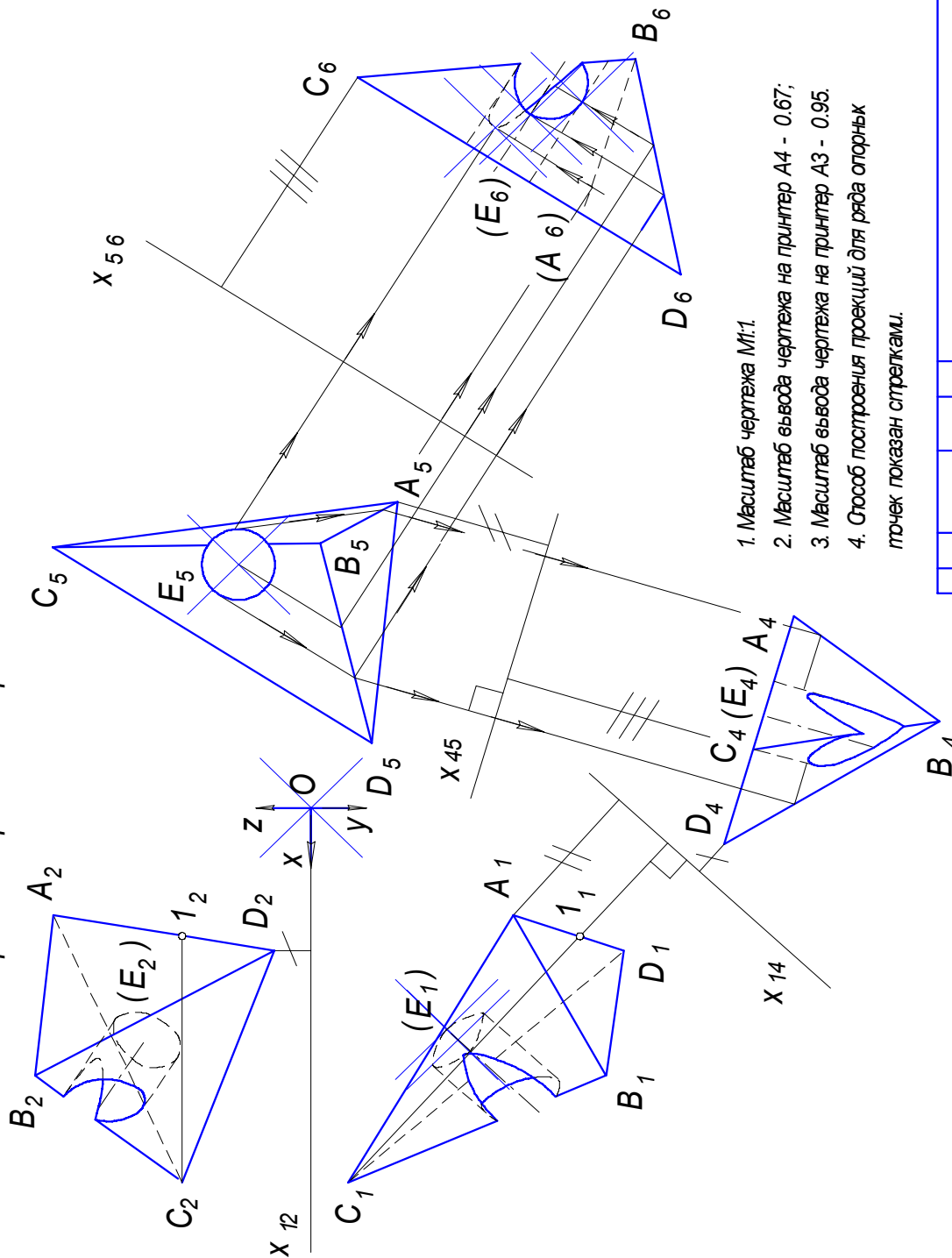
1. Масштаб 1:1.
2. Ответ Периметр сечения равен 114 мм.
3. Масштаб вывода рамки чертежа формата А3 на принтер А3- 0,95, на принтер А4- 0,67.

[illegible]

# 12.Цилиндрический вырез и конструирование основных видов

## ЗАДАЧА 7

### Построение выреза и выбор основных видов



1. Масштаб чертежа М1:1.
2. Масштаб вывода чертежа на принтер А4 - 0.67;
3. Масштаб вывода чертежа на принтер А3 - 0.95.
4. Способ построения проекций для ряда оторванных точек показан стрелками.

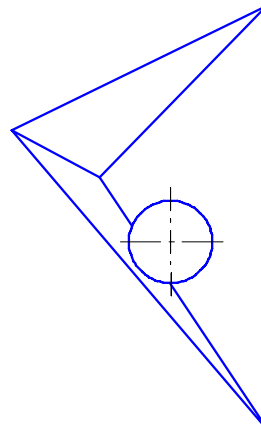
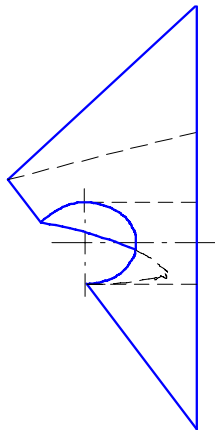
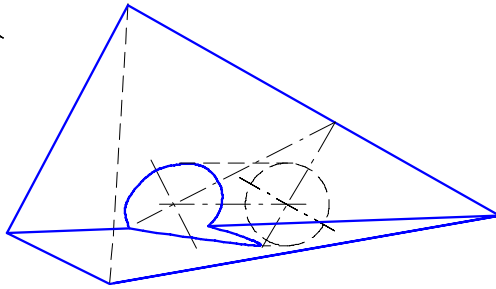
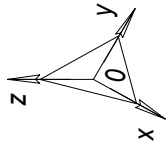
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инж. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Име. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат	Лист
					A3	18

ПМГ.131000.031 ГВ

### ЗАДАЧА 8

Горизонтальная  
косоугольная  
изометрия



1. Масштаб чертежа М1:1.
2. Масштаб вывода рамки этого чертежа на принтер А4 - 0.67, на принтер А3 - 0.95.

[illegible]

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. уи.с. №	Име. № д/л	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	------------	--------------

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Требования к выполнению курсовой работы .....	4
2. Алгоритмы решения задач.....	5
2.1. Секущая плоскость, истинная форма сечения и развертка поверхности.....	5
2.2. Цилиндрический вырез .....	8
2.3. Основные виды и аксонометрия .....	8
3. Работа в системе КОМПАС-ГРАФИК 4.6 .....	9
3.1. Основные сведения.....	9
3.2. Порядок работы .....	10
4. Работа в системе КОМПАС-ГРАФИК LT 5.10.....	11
4.1. Основные сведения.....	11
4.2. Порядок работы .....	12
Список литературы .....	14
Приложения.....	15
1. Исходные данные к вариантам заданий.....	15
2. Образец выполнения титульного листа.....	16
3. Рекомендуемый текст содержания пояснительной записки .....	17
4. Пример оформления технического задания .....	18
5. Пирамида как фрагмент всех задач курсовой работы .....	19
6. Точка на поверхности пирамиды.....	20
7. Положение отрезка прямой в пространстве.....	21
8. Двугранный угол .....	22
9. Перпендикуляр к поверхности .....	23
10. Истинная величина плоской фигуры.....	24
11. Сечение и развертка .....	25
12. Цилиндрический вырез и конструирование основных видов .....	26
13. Аксонометрия по двум основным видам .....	27

Редактор Э. К. Долгатов

ЛР № 020617 от 24.06.98

---

Подписано в печать . . . Формат 60x84 1/16. Бумага тип. № 2.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,62. Уч.-изд. л. 1,75.

Тираж 1050 экз. Заказ

---

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5