Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра теории архитектуры и композиции

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Методические указания и задания
к выполнению расчетно-графической работы № 2
по курсу «Начертательная геометрия»
для студентов 2-го курса специальности 270301 «Архитектура»

Воронеж 2009

Составитель Е.В. Биндюкова

УДК 514.18(07):72
ББК 22.151.3:85.11я73

Геометрическое формообразование кривых поверхностей:
Метод указания и задания к выполнению расчетно-графической работы № 2 по курсу «Начертательная геометрия» для студентов спец. 270301 «Архитектура» / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т; сост.: Е.В.Биндюкова. – Воронеж, 2009.-24 с.

Предназначены для обучения студентов второго курса специальности 270301 «Архитектура» геометрическому формообразованию кривых поверхностей. Изложена методика последовательного решения ряда задач, возникающих в процессе проектирования составных поверхностей покрытий сооружений.

Ил. 7. Библиогр.: 2 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного архитектурно-строительного университета

Рецензент – Ю.А.Цеханов, д.т.н.,
проф., зав. кафедрой начертательной
геометрии и графики.

Введение

Методические указания разработаны в соответствии с программой курса «Начертательная геометрия», составленной на основании требований учебного плана ВГАСУ по специальности 270301 «Архитектура».

Кривые поверхности отличаются большим разнообразием форм. Цель методических указаний состоит в том, чтобы продемонстрировать возможности использования некоторых из них при образовании покрытий зданий.

В указаниях уделяется внимание геометрическому формообразованию составных поверхностей, имеющих сложную форму и необычные очертания. Приведены примеры конструирования поверхностей из отсеков поверхностей вращения, параллельного переноса, поверхностей с плоскостью параллелизма.

Рассмотренный материал может быть использован студентами 2-го курса при выполнении расчетно-графической работы «Составные поверхности».

Указания содержат варианты задания для выполнения этой работы.

1. Содержание работы

Исходными данными для выполнения работы служат ортогональные проекции (план и фасад) кривой поверхности.

Требуется: выделить с помощью сечений тремя плоскостями отсек определенной формы из заданной поверхности и скомпоновать из выделенных отсеков составную поверхность, представляющую собой поверхность покрытия здания. Построить её план, фасад и аксонометрию.

Покрытие может быть сконструировано из 3, 4, 5, 6, 8, 12 частей («клиньев»). Количество отсеков определяется заданным в здании углом между следами горизонтально проецирующих плоскостей, секущих поверхность.

Задание выполняется на двух листах формата *А2* карандашом. Аксонометрическое изображение поверхности покрытия дополняется изображением окружающей среды. Для выявления объема и придания выразительности изображению используется техника отмывки, штриховой графики, покраски акварелью.

Порядок выполнения работы:

1. В масштабе 1:100 на листе формата *А2* вычерчивается план, фасад и боковой вид заданной кривой поверхности.
2. На план и фасад поверхности наносятся следы трех секущих плоскостей и строятся линии пересечения её этими тремя плоскостями. Таким образом, получаются проекции одного из отсеков поверхности покрытия здания.

3. На том же листе в масштабе 1:100 вычерчивается план составной поверхности покрытия, состоящей из заданного в здании количества отсеков («клиньев»).
4. С помощью линий связи строится фасад составной поверхности. При этом ортогональные проекции исходной кривой поверхности на листе сохраняются.
5. На план составной поверхности наносятся аксонометрические оси. Выбирается один из видов аксонометрических проекций и строится на листе формата *А2* её аксонометрия, которая дополняется изображением окружающей сферы.
6. Производится тональная или цветовая проработка аксонометрического чертежа.

За выполненную работу выставляется несколько оценок. Отдельно оцениваются:

а) знание теоретического материала,

б) соблюдение законов ортогональных и аксонометрических построений,

в) качество графики, отмывки или покраски.

2. Графическое оформление чертежей

Чертежи выполняются карандашом. При решении графических задач все вспомогательные линии построения должны быть сохранены. Выполнять их рекомендуется линиями толщиной 0,3 мм. Основную линию обводки можно принять толщиной 0,8-1,0 мм. Рекомендуется сначала выполнять чертежи карандашом *Т(Н)* или *2Т(2Н)* тонкими линиями, а затем приступить к обводке карандашом *ТМ (НВ)*. При оформлении аксонометрического чертежа поверхности, с целью выявления её формы и антуража, может быть применен один из известных приемов тональной или цветовой графики (штриховка, тушевая отмывка, покраска акварелью и т.д.).

3. Поверхности вращения

С давних времен в архитектуре и строительстве получили широкое применение поверхности вращения. Так, линейчатые поверхности вращения, образованные вращением прямой линии, применяются при проектировании и строительстве различного рода сводчатых покрытий зданий. Это объясняется простотой их возведения. Наиболее часто применяемыми являются цилиндрические своды, перекрывающие прямоугольные в плане помещения.

На рис. 1, а показано образование крестового свода. Два полуцилиндра равных диаметров имеют общую точку и пересекаются по двум плоским кривым – полуэллипсам.

На рис. 1, б показан сомкнутый свод (или «монастырский»), а на 1, в – тот же сомкнутый свод с «отрезанными» углами. Это так называемый открытый сомкнутый свод.

На основе конической поверхности может быть образован комбинированный свод, который приведен на рис. 1, г. Целью конструирования такого свода является получение одинаковой формы линии в месте соединения смежных частей исходных поверхностей.

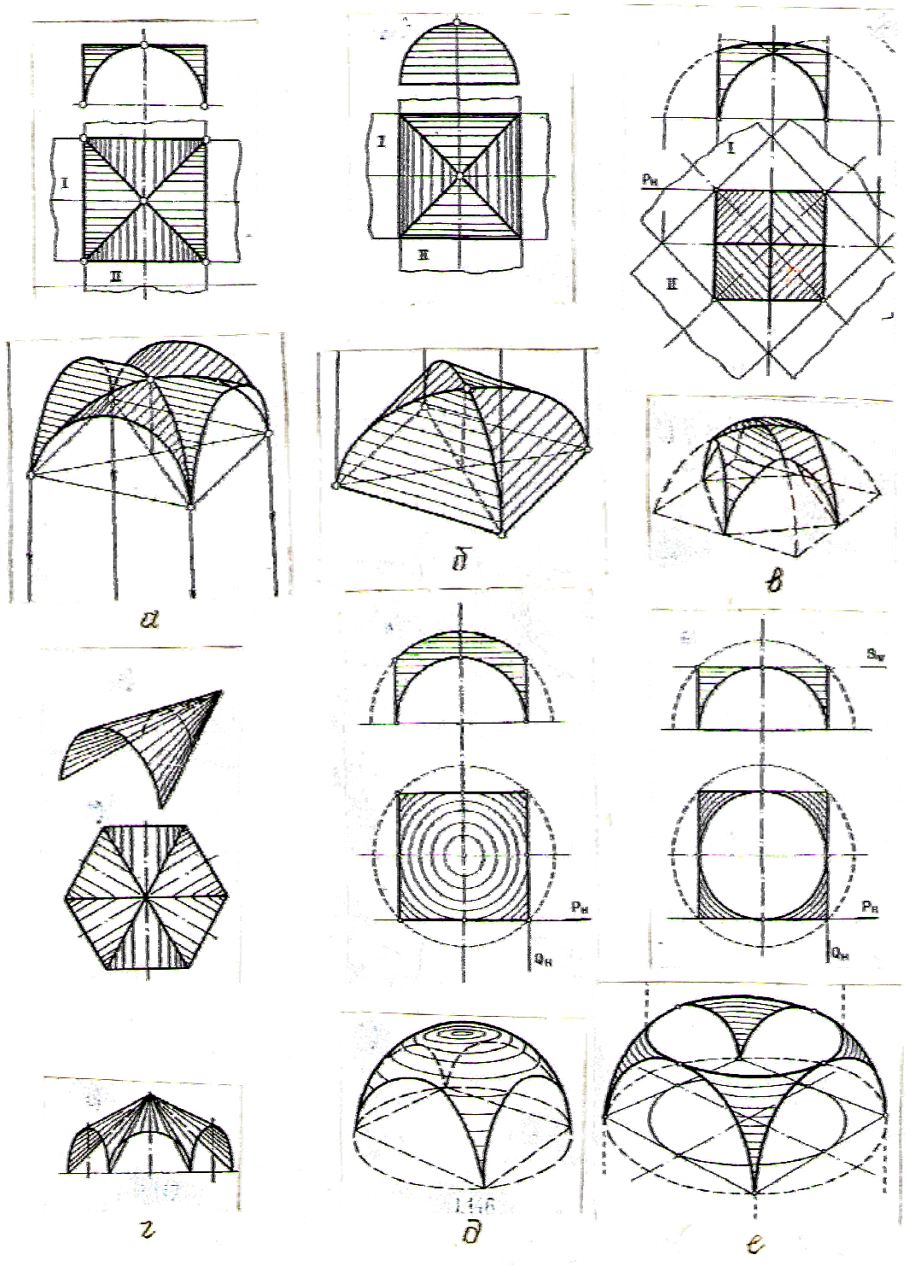


Рис. 1. Сводчатые покрытия

В прошлом были распространены своды сферической формы. На рис. 1,д показан вспарушенный свод, образованный сечением полусферы четырьмя плоскостями, а на рис. 1, е приведен парусный свод,

позволяющий сделать переход от квадратного нижнего основания к круглому.

Ряд интересных по форме покрытий можно сконструировать из частей («отсеков») эллипсоида вращения. Так, на рис.2, а показано покрытие, составленное из восьми частей этой поверхности. Одна часть (отсек) получена сечением плоскостями: двумя вертикальными *P* и *Q* с углом между ними 45^0 и одной фронтально-проецирующей *T*. Вначале были построены проекции отсека поверхности эллипсоида вращения (план, фасад и боковой вид), а затем проекции составной поверхности покрытия.

Как следует из рассмотрения рис.2, а, для построения линий пересечения эллипсоида вращения плоскостями *P*, *Q* его необходимо рассечь рядом вспомогательных плоскостей (*I, II, III, IV* и т.д.). В сечениях получатся окружности различных радиусов. Сначала строятся горизонтальные проекции точек искомых кривых. Они находятся в пересечении горизонтальных следов плоскостей *P* и *Q* с горизонтальными следами вспомогательных профильных плоскостей. Затем строятся с помощью линий связи профильные проекции этих точек. Далее в пересечении горизонтальных линий связи с фронтальными следами профильных плоскостей находятся их фронтальные проекции. Как строятся проекции низших точек кривых А и С, а также высшей точки Е, ясно из чертежа. Все проекции точек соединяются плавными кривыми на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций.

Для построения линии пересечения плоскости *T* с эллипсоидом вращения вводится ещё одна дополнительная профильная секущая плоскость, фронтальный след которой пересекается с фронтальным следом заданной плоскости *T*. Строится профильная проекция окружности, получающейся при пересечении поверхности этой плоскостью, а затем профильные и горизонтальные проекции точек пересечения окружности с плоскостью *T*. Эти точки принадлежат искомой линии пересечения поверхности с плоскостью Т. Фронтальная проекция верхней точки данной кривой линии находится в пересечении фронтального следа плоскости *T* с фронтальным очерком поверхности. Профильная и горизонтальная проекции этой точки находятся с помощью линий связи. Как строятся проекции низших точек кривой, ясно из чертежа. В дальнейшем горизонтальные и профильные проекции всех найденных точек соединяются плавными кривыми линиями.

Еще одна поверхность, сконструированная из отсеков эллипсоида вращения, показана на рис. 2, б

4. Поверхности с плоскостью параллелизма

Поверхности этого вида находят широкое применение в образовании поверхностей-оболочек для покрытий большепролётных зданий [1, с.78]. Они образуются движением прямолинейной образующей по направляющим. Причем направляющая при своем движении в пространстве всё время

остаётся параллельной некоторой плоскости, называемой направляющей плоскостью, или плоскостью параллелизма. В зависимости от формы направляющих образуется три вида поверхностей: 1) коноид, 2) цилиндроид, 3) гиперболический параболоид.

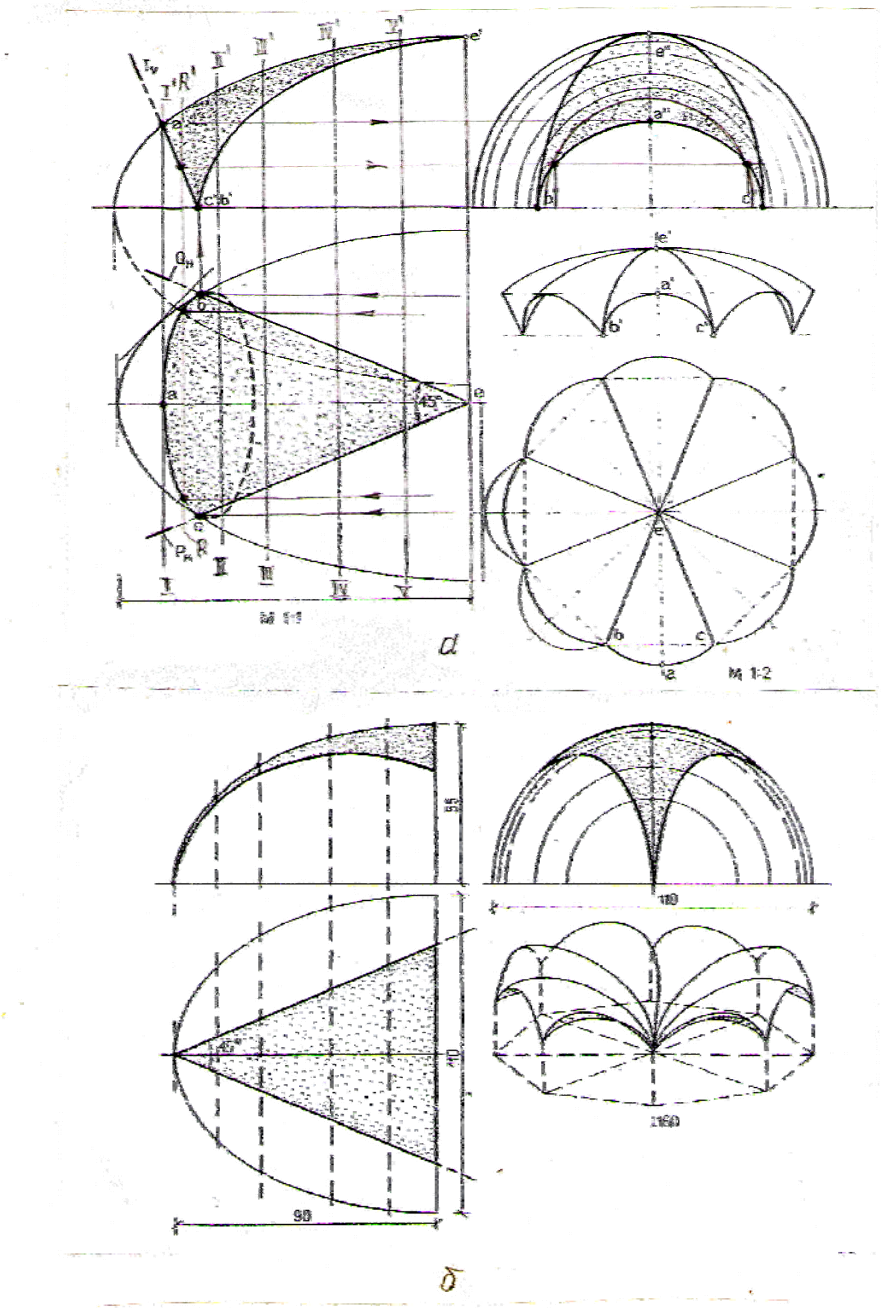


Рис. 2. Поверхности, сконструированные из отсеков эллипсоида вращения

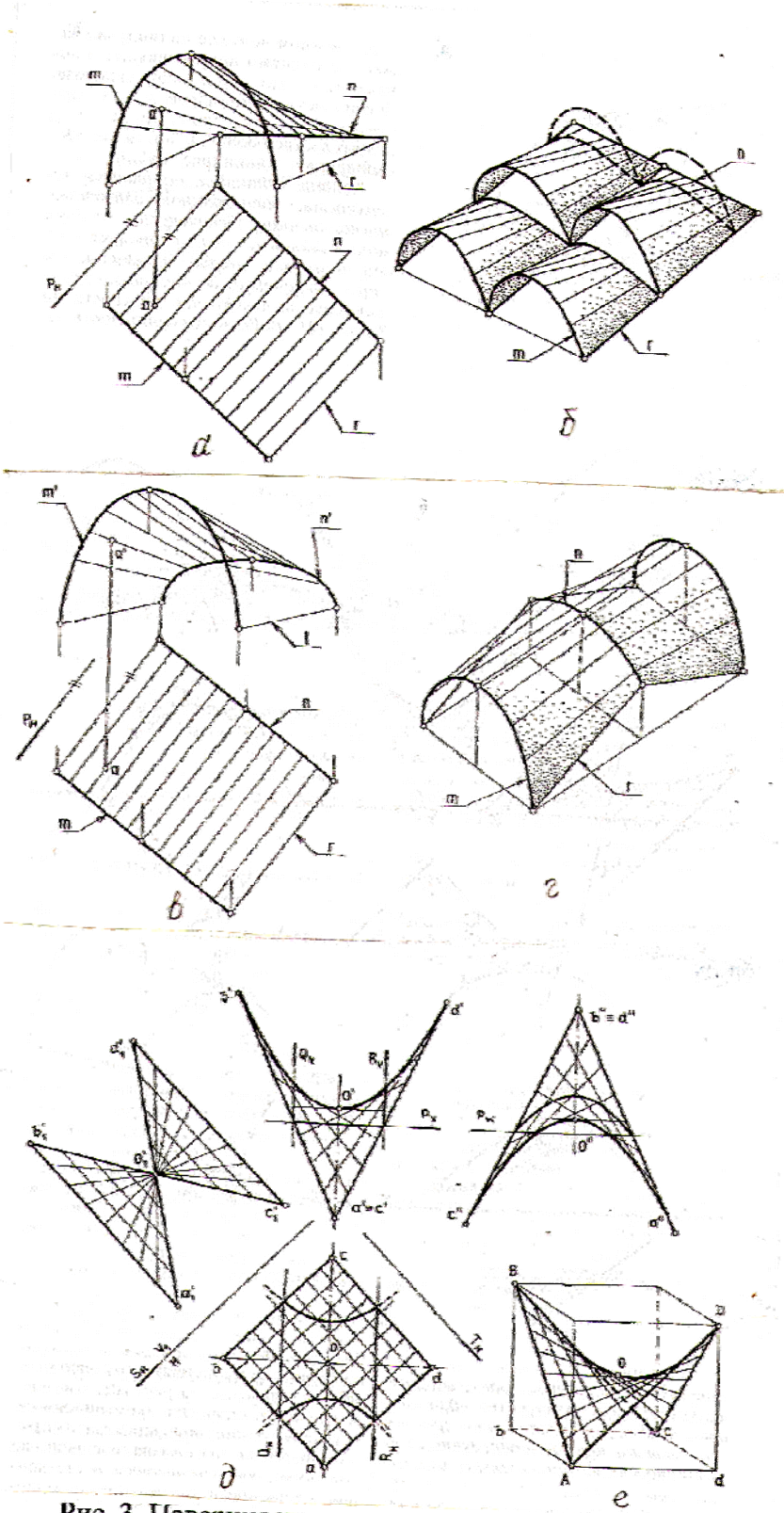


Рис. 3. Поверхности с плоскостью параллелизма

Коноид. *Коноидом называется поверхность, образованная движением прямолинейной образующей l по двум направляющим, одна из которых кривая линия m, а другая – прямая n, при этом образующая во всех положениях параллельна плоскости параллелизма P (рис. 3,а).* Если прямолинейная направляющая коноида перпендикулярна плоскости параллелизма, то коноид называют *прямым*. На рис. 3, б приведена схема покрытия промышленного здания составной поверхностью из прямых коноидов, так называемое шедовое покрытие, обеспечивающее естественное освещение и вентиляцию помещения.

Цилиндроид. *Цилиндроидом называется поверхность, образованная движением прямолинейной образующей l по двум направляющим кривым линиям m и n, при этом образующая во всех положениях параллельна плоскости параллелизма P (рис. 3, в).* Направляющие могут быть как плоскими, так и пространственными кривыми. На проекционном чертеже цилиндроид задают проекциями направляющих и положением плоскости параллелизма. Поверхность цилиндроида находит применение при проектировании и строительстве оболочек покрытий промышленных зданий (рис. 3, г).

Гиперболический параболоид. *Гиперболическим параболоидом или косой плоскостью называется поверхность образованная движением образующей, параллельной плоскости параллелизма, по двум направляющим линиям – скрещивающимся прямым.* Гиперболический параболоид - поверхность дважды линейчатая, т.к. она несёт на себе два семейства прямых, каждое из которых имеет свою плоскость параллелизма. Образующие одного семейства скрещивающиеся прямые, каждая образующая одного семейства пересекает все образующие второго семейства [1, с.81].

На рис. 3, д, е показано, что для образующих, движущихся по направляющим *АВ* и *СД* плоскостью параллелизма является плоскость *Т*. Для образующих, пересекающих направляющие прямые *АД* и *ВС,* плоскостью параллелизма является плоскость *Т*.

Криволинейные очерки поверхности на фронтальной и профильной проекциях представляют собой параболы.

На рис. 4 построены линии пересечения поверхности гиперболического параболоида тремя плоскостями уровня. Как видно из рисунка, горизонтальная плоскость *Р* пересекает гиперболический параболоид по гиперболе. Горизонтальные проекции образующих *ef* и *mn* являются её асимптотами. Фронтальные проекции $1^{/}$, $2^{/}$, $3^{/}$ ... точек гиперболы находятся в пересечении фронтальных проекций образующих гиперболического параболоида с фронтальным следом секущей плоскости $P_н$. Эти точки проецируются на горизонтальную проекцию с помощью вертикальных линий связи.

При пересечении поверхности профильными плоскостями Q и R получаются две равные параболы. Как находятся фронтальные и горизонтальные проекции точек одной из них, ясно из чертежа. Профильные проекции этих точек $1''$, $5''$, $6''$, $a'' = b''$... строятся с помощью линий связи.

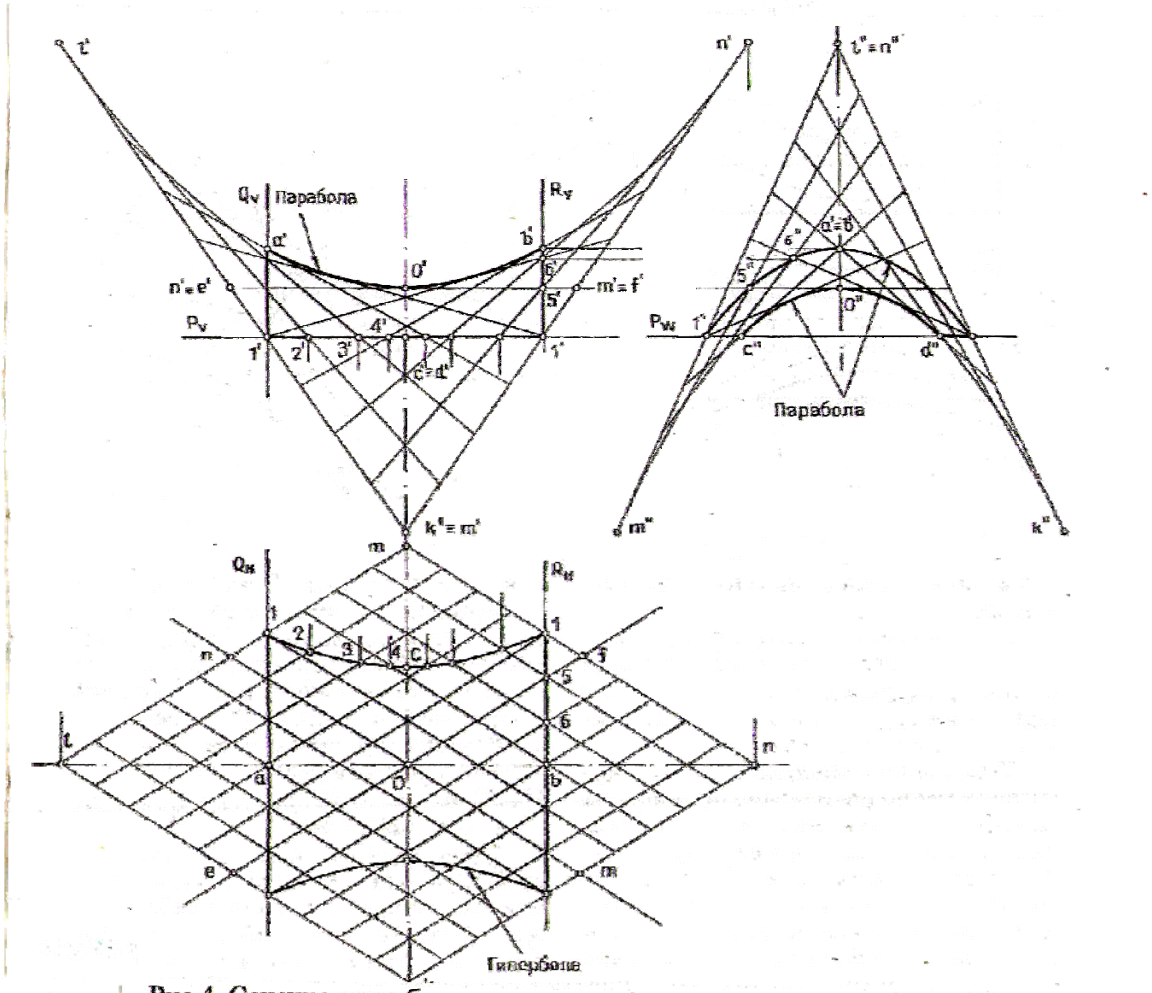


Рис.4. Сечение гиперболического параболоида плоскостями уровня

В сечении поверхности гиперболического параболоида горизонтальными плоскостями, расположенными выше и ниже точки O, получаются гиперболы разных семейств. В сечении вертикальными плоскостями образуются параболы. Поскольку поверхность содержит множество гипербол и парабол, она и получила свое название [1, с.101].

С помощью сечения гиперболического параболоида плоскостями различного положения можно получить отсеки самых различных форм и очертаний, которые могут применяться в архитектуре при конструировании сложных составных поверхностей.

На рис. 5 приведена схема составной поверхности, образованной восемью отсеками косого гиперболического параболоида. Отсек поверхности образован её сечением двумя вертикальными и одной фронтально проецирующей плоскостью и ограничен тремя кривыми линиями.

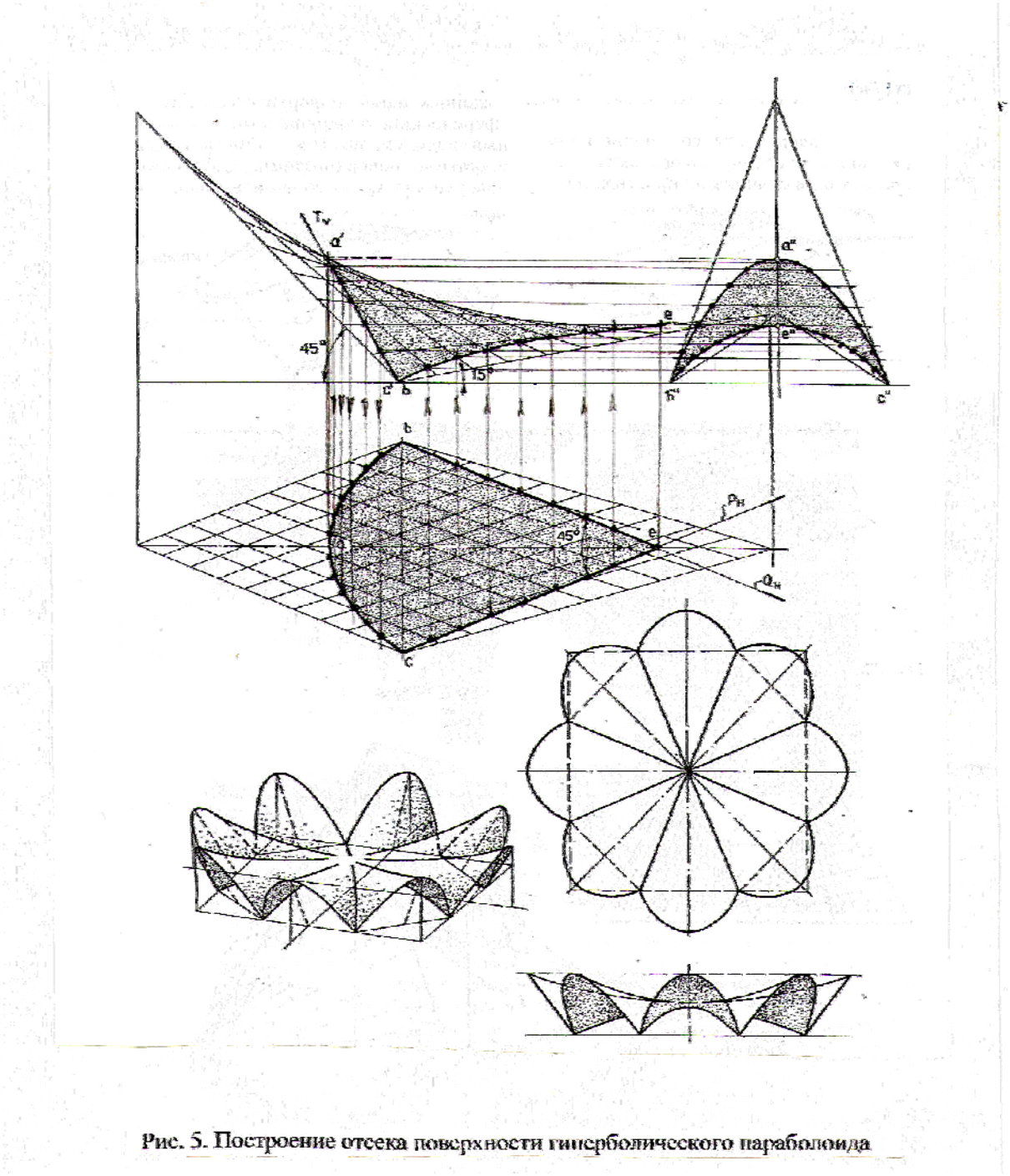


Рис. 5. Построение отсека поверхности гиперболического параболоида

Фронтальные проекции точек пересечения образующих гиперболического параболоида с фронтально проецирующей плоскостью T находились в пересечении их фронтальных проекций со следом T_v . Их горизонтальные и профильные проекции определялись с помощью линий связи. В дальнейшем они соединялись кривыми линиями. Эти кривые

представляют собой проекции линии пересечения плоскости T с поверхностью гиперболического параболоида.

Горизонтальные проекции точек кривых линий, получающихся при сечении гиперболического параболоида плоскостями P и Q, находились в пересечении горизонтальных проекций его образующих с горизонтальными следами плоскостей $P_н$ и $Q_н$. Далее стоились их фронтальные и профильные проекции, а затем проводились соответствующие проекции кривых линий.

Примеры составных поверхностей, образованных отсеками гиперболического параболоида, приведены в приложении 1.

5. Поверхности параллельного переноса

Поверхностью параллельного переноса называется поверхность, образованная поступательным и плоскопараллельным перемещением образующей – плоской кривой линии l по криволинейной направляющей n (рис.6).

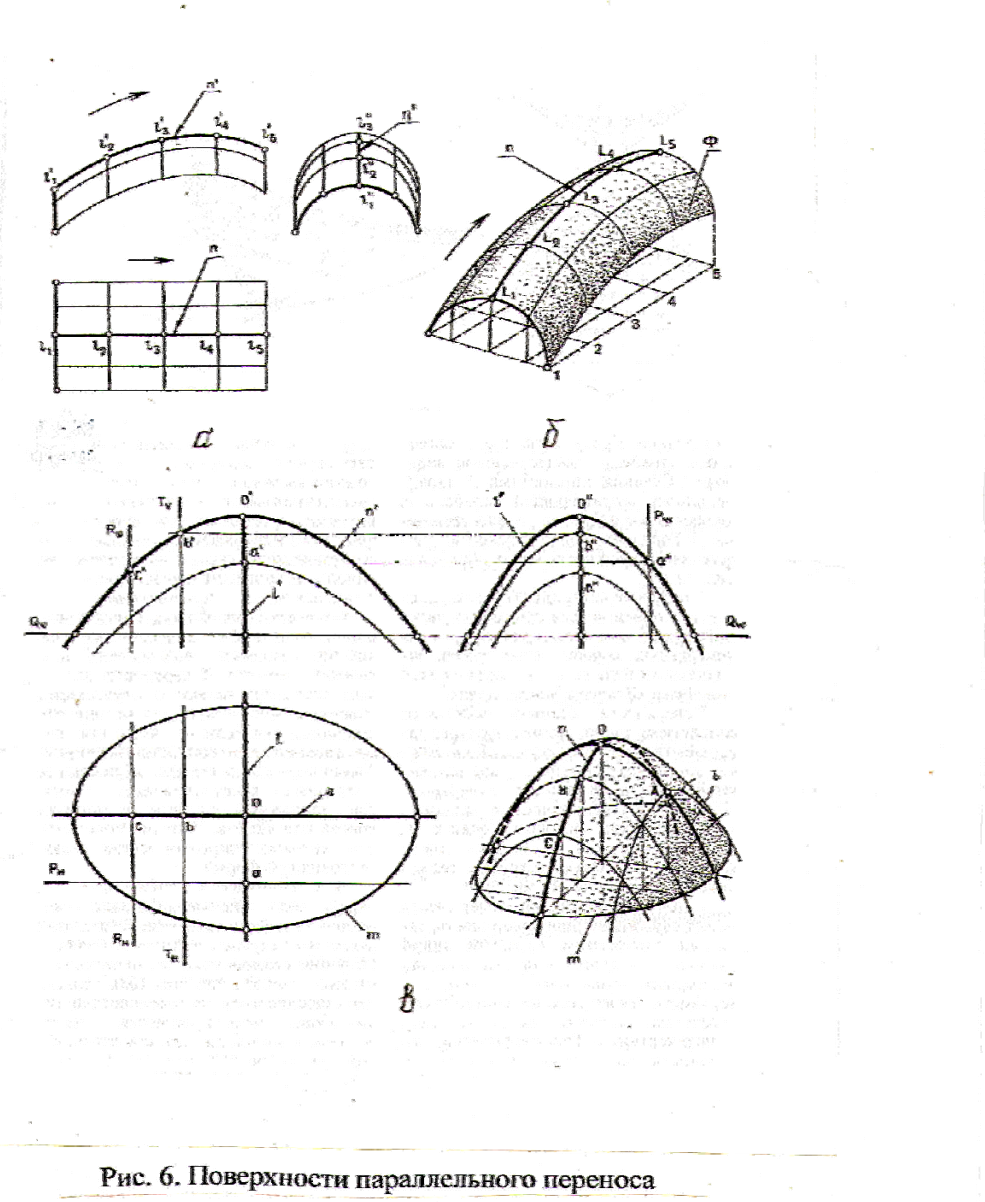


Рис. 6. Поверхности параллельного переноса

При поступательном движении все точки образующей перемещаются по параллельным кривым на некоторое одинаковое расстояние путем параллельного переноса. На проекционном чертеже поверхность переноса задается формой образующей и начальным её положением l_1, направлением параллельного переноса, формой и положением направляющей.

Одна из поверхностей параллельного переноса – эллиптический параболоид (рис. 6,в,г) может быть образована движением образующей параболы l, вершина которой перемещается по направляющей параболе n. При сечении поверхности плоскостями, параллельными образующей и направляющей параболам, получаются параболы, тождественные им.

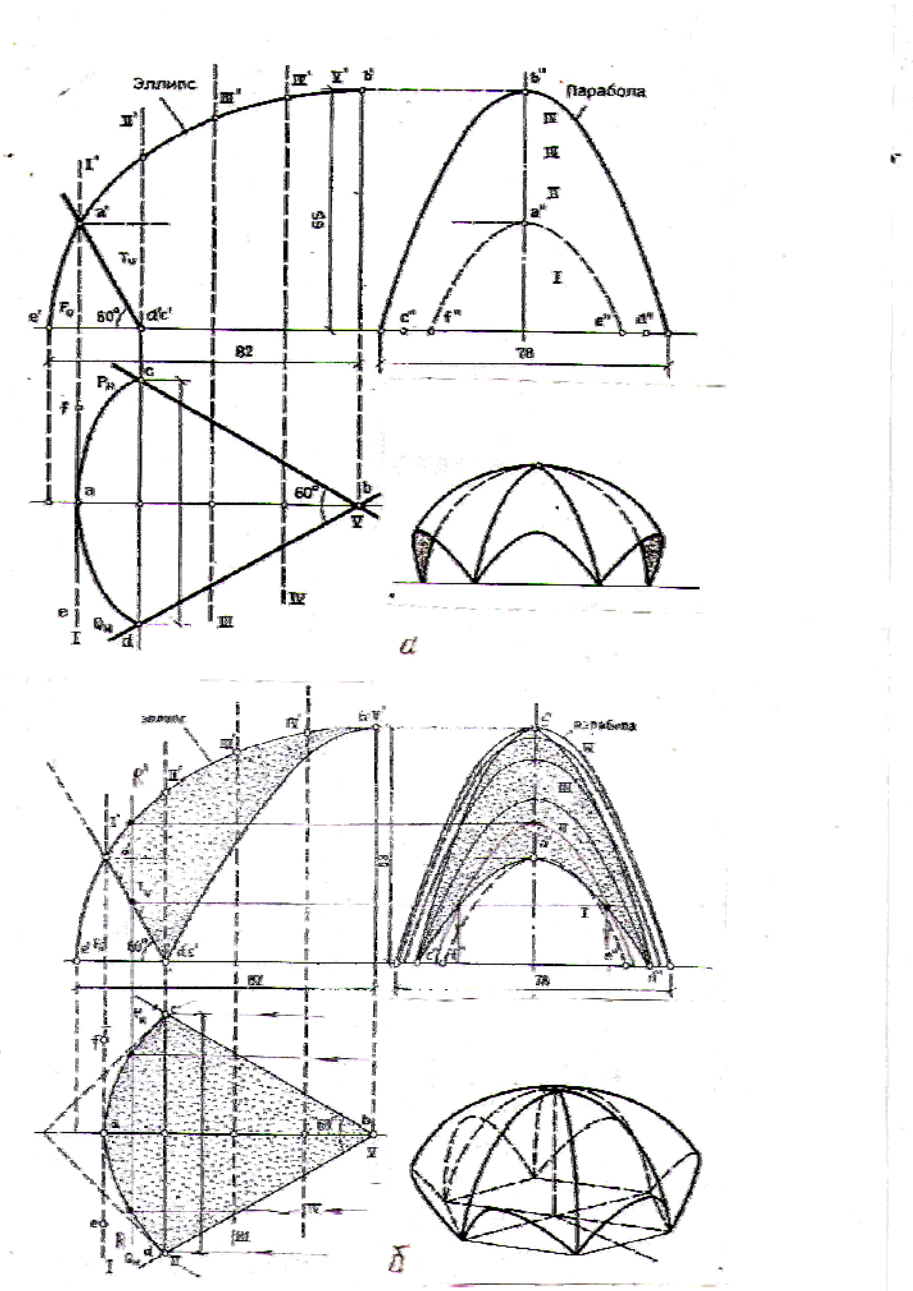


Рис. 7. Построение отсека поверхности с образующей – параболой и направляющей в виде эллипса

Поверхность параллельного переноса может быть образована также движением образующей параболы по направляющей в виде эллипса. На рис. 7,а,б показаны составные поверхности, сконструированные из её частей.

Построение ортогональных проекций отсека такой поверхности сходно с построением отсека эллипсоида вращения (рис. 2). Для построения линий пересечения поверхности плоскостями *P* и *Q* её необходимо рассечь рядом вспомогательных профильных плоскостей (I, II,III и т.д.). В сечениях получатся параболы, тождественные параболе с вершиной в точке *B*. Горизонтальные проекции точек искомых кривых находятся в пересечении горизонтальных следов плоскостей *P* и *Q* с горизонтальными следами профильных плоскостей. Затем строятся с помощью линий связи профильные проекции этих точек. Далее в пересечении горизонтальных линий связи с фронтальными следами профильных плоскостей находятся их фронтальные проекции. Как строятся проекции высшей точки *B* и низших точек кривых *A* и *C,* ясно из чертежа. Полученные проекции точек на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций соединяются плавными кривыми.

Для построения линии пересечения плоскости *T* с поверхностью вводится дополнительная профильная плоскость *R*. Строится профильная проекция параболы, получающейся при пересечении поверхности этой плоскостью, затем профильные и горизонтальные проекции точек пересечения параболы с плоскостью *T*. Эти точки принадлежат искомой линии пересечения поверхности с плоскостью. Фронтальная проекция верхней точки этой кривой a' находится в пересечении фронтального следа плоскости T_v с профильным очерком поверхности. Её остальные проекции находятся с помощью линий связи. В дальнейшем построенные горизонтальные и профильные проекции точек искомой кривой соединяются плавными кривыми линиями.

Библиографический список

1. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия: учеб. для вузов /Ю.И. Короев, - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Архитектура – С, 2007. – 424с.
2.Сборник задач и заданий по начертательной геометрии /Ю.И.Короев, Ю.Н.Орса, под ред. Ю.И.Короева. – М.: Архитектура – С, 2006. – 168 с.

Приложение 1

Задания для выполнения расчетно-графической работы

Во всех заданиях требуется выделить с помощью сечений плоскостями отсек определенной формы из заданных поверхностей и скомпоновать из выделенных отсеков составную поверхность покрытия:

ЗАДАНИЯ:

Рис.П.1.1 Построить план и фасад составной поверхности из двух четырехугольных отсеков гиперболического параболоида и аксонометрию покрытия.

Рис. П.1.2 Сформировать поверхность покрытия, состоящую из трех, четырех, пяти, шести отсеков, выделенных тремя секущими плоскостями из гиперболического параболоида. Построить план, фасад и аксонометрию.

Рис. П.1.3 Нанести каркас образующих и построить план, фасад и аксонометрию пространственной композиции со световым проемом, состоящей из сочетания трех, четырех или пяти отсеков гиперболического параболоида.

Рис П.1.4 Построить план, фасад и аксонометрию составной поверхности из пяти отсеков гиперболического параболоида, заданного неплоским четырехугольником *ABCD* и выделенного тремя секущими плоскостями *P, Q* и *T*.

Рис. П.1.5 Сформировать поверхность покрытия, состоящую из пяти, шести или восьми отсеков гиперболического параболоида, выделенных тремя секущими плоскостями *P, Q* и *T*. Построить план, фасад и аксонометрию составной поверхности.

Рис. П. 1.6 Сформировать составную поверхность из пяти, шести или восьми отсеков эллипсоида (два варианта – трехосные эллипсоиды и один вариант – эллипсоид вращения вытянутый). Построить план, фасад и аксонометрию. Для определения очерковых линий следует использовать вспомогательные сечения профильными плоскостями.

Рис. П.1.7 Построить план фасад и аксонометрию составной поверхности из восьми отсеков поверхности вращения, образованных двумя горизонтально проецирующими плоскостями *P* и *Q* и фронтально проецирующей плоскостью *T*.

Еще одно задание может быть сформулировано так: Построить план, фасад и аксонометрию поверхности покрытия из шести отсеков поверхности переноса с образующей параболой и направляющей – эллипсом, образованных тремя секущими плоскостями *P, Q* и *T*. Исходные данные для его выполнения приведены на рис. 7. Образец выполнения работы представлен в приложении 1 на рис. П.1.1, рис. П.1.2.

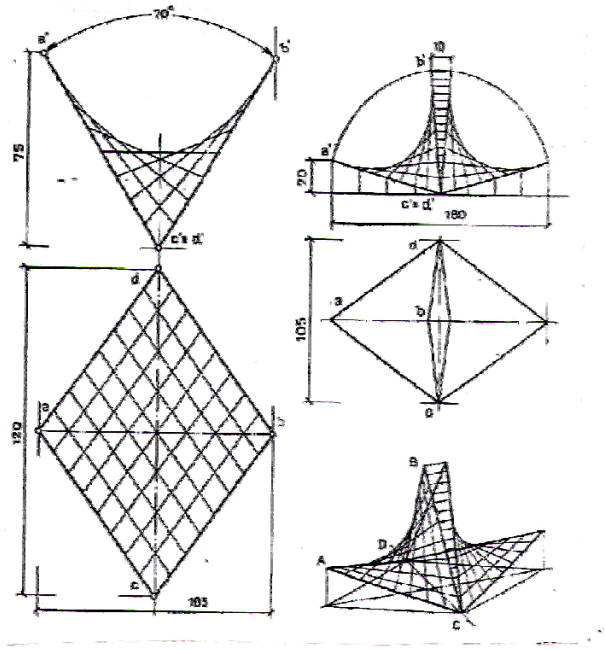


Рис. П.1.1

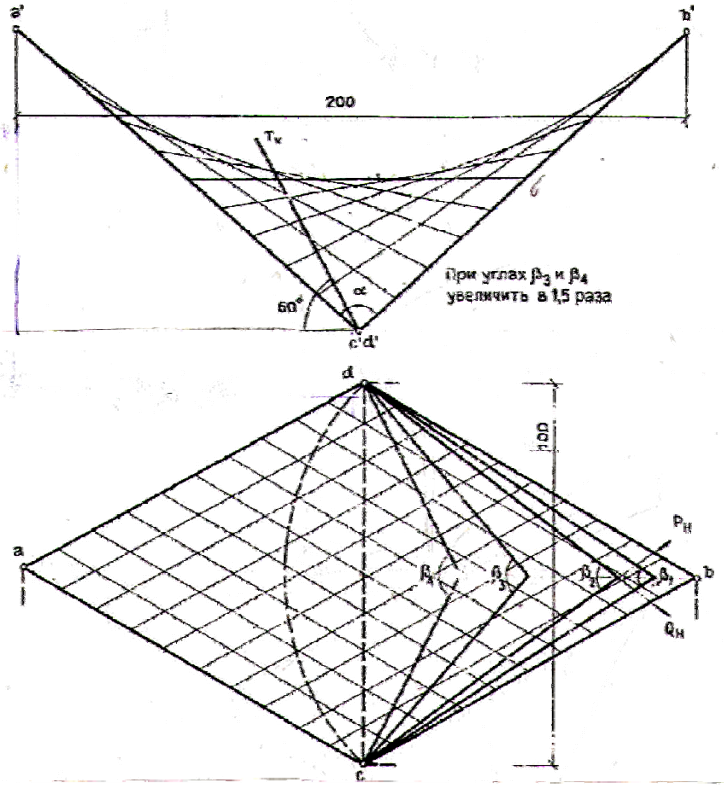
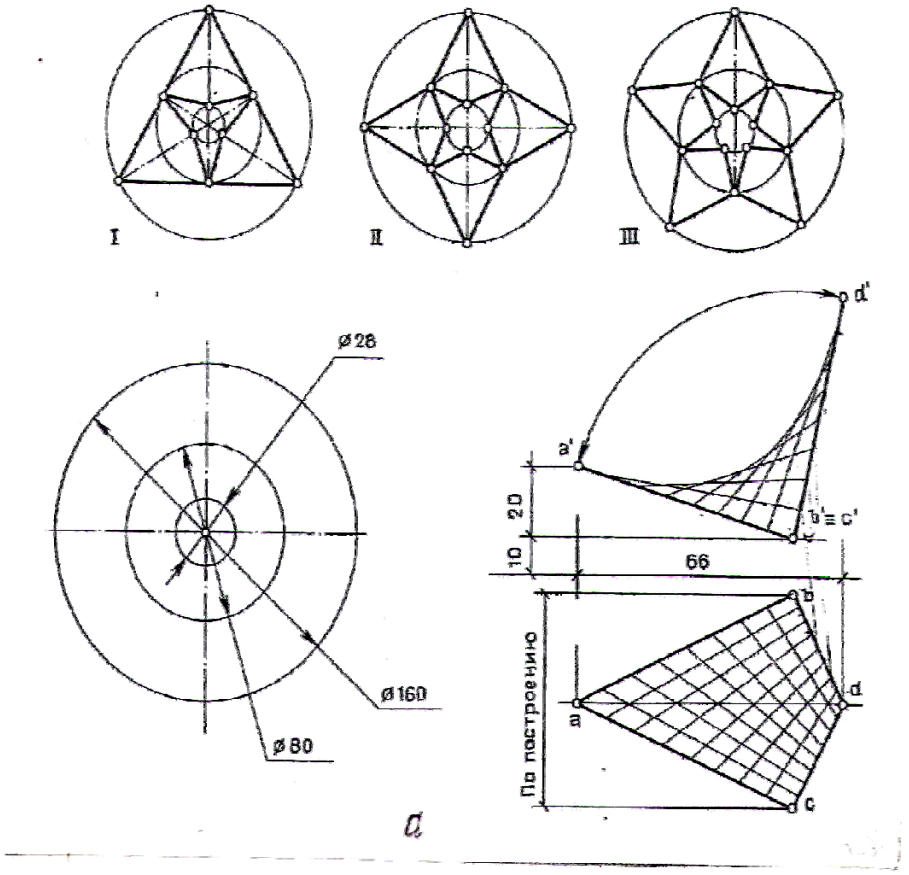


Рис. П.1.2


I
II
III
ø28
ø160
ø80
d'
a'
b'≡ c'
20
10
66
b
d
a
c
По построению
а

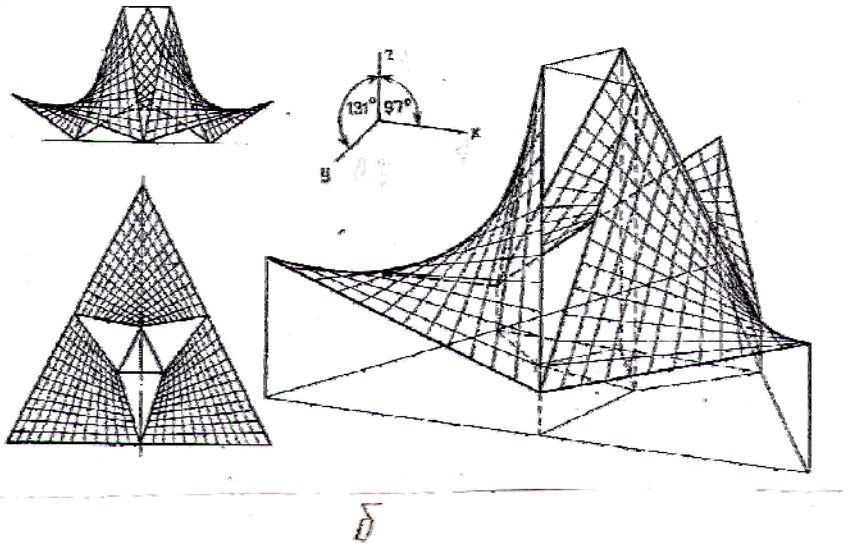

z
131°
97°
x
y
б

Рис.П.1.3

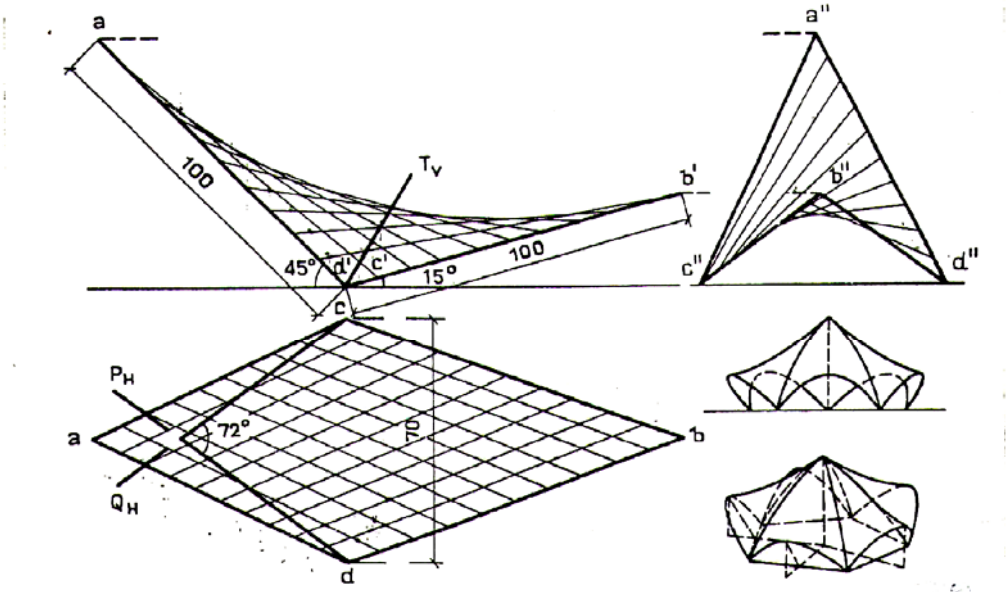


Рис.П.1.4

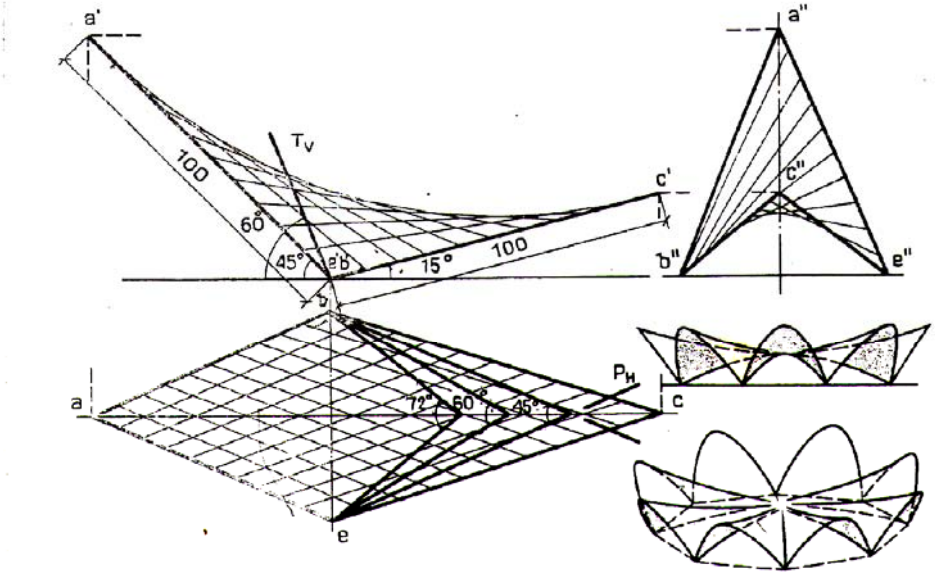


Рис. П.1.5

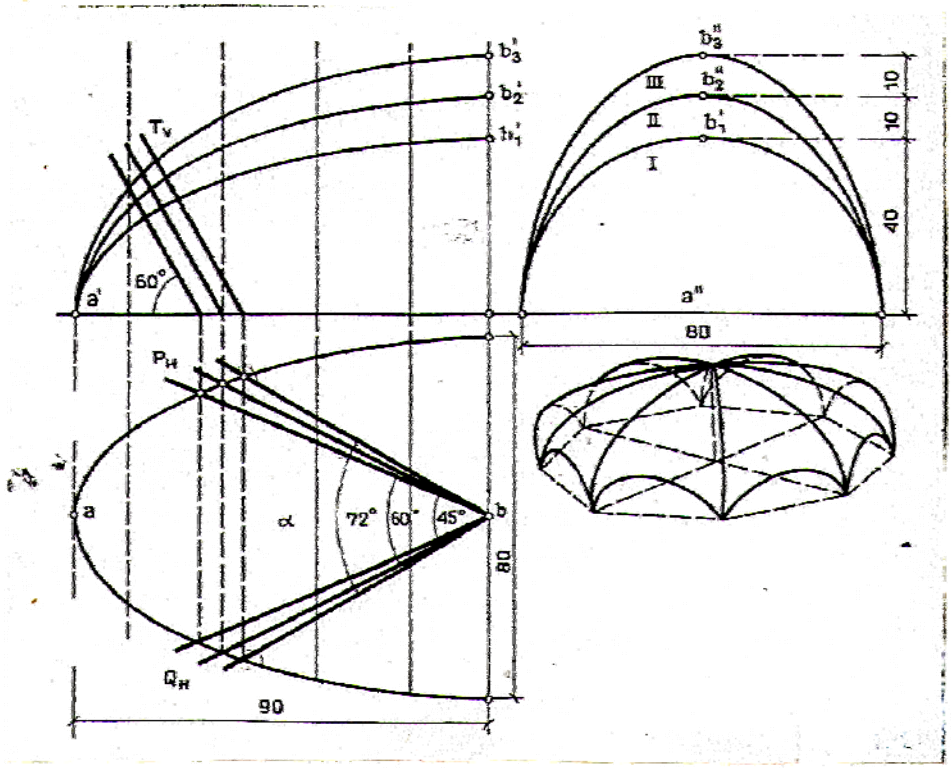


Рис. П.1.6

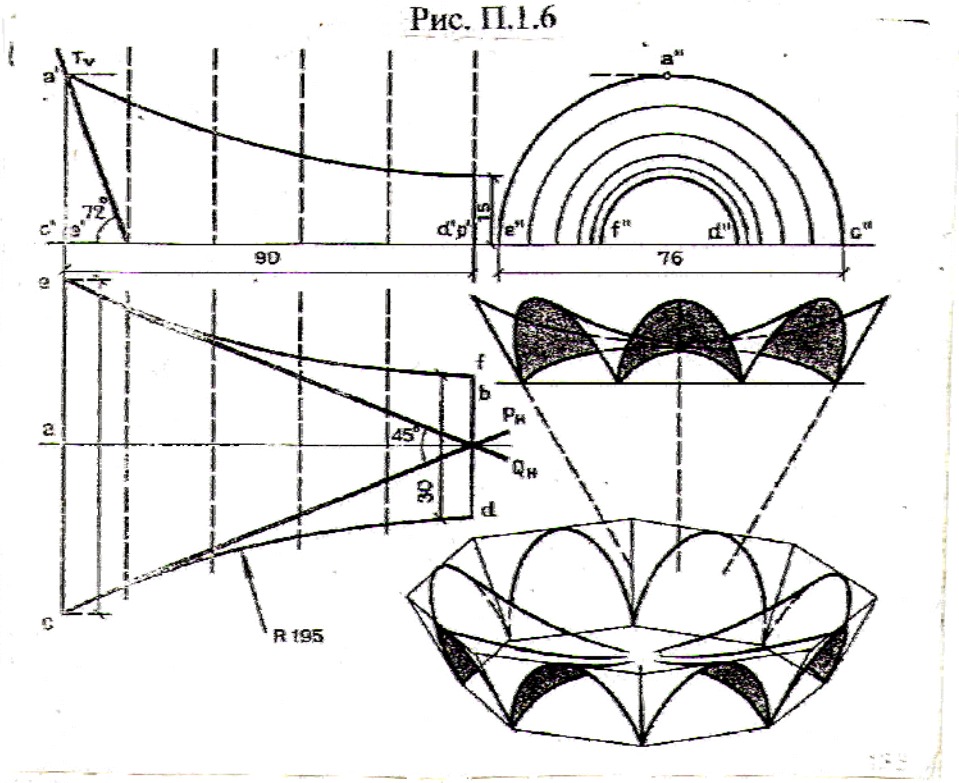


Рис. П.1.7

Приложение 2

Образцы выполнения расчетно-графической работы

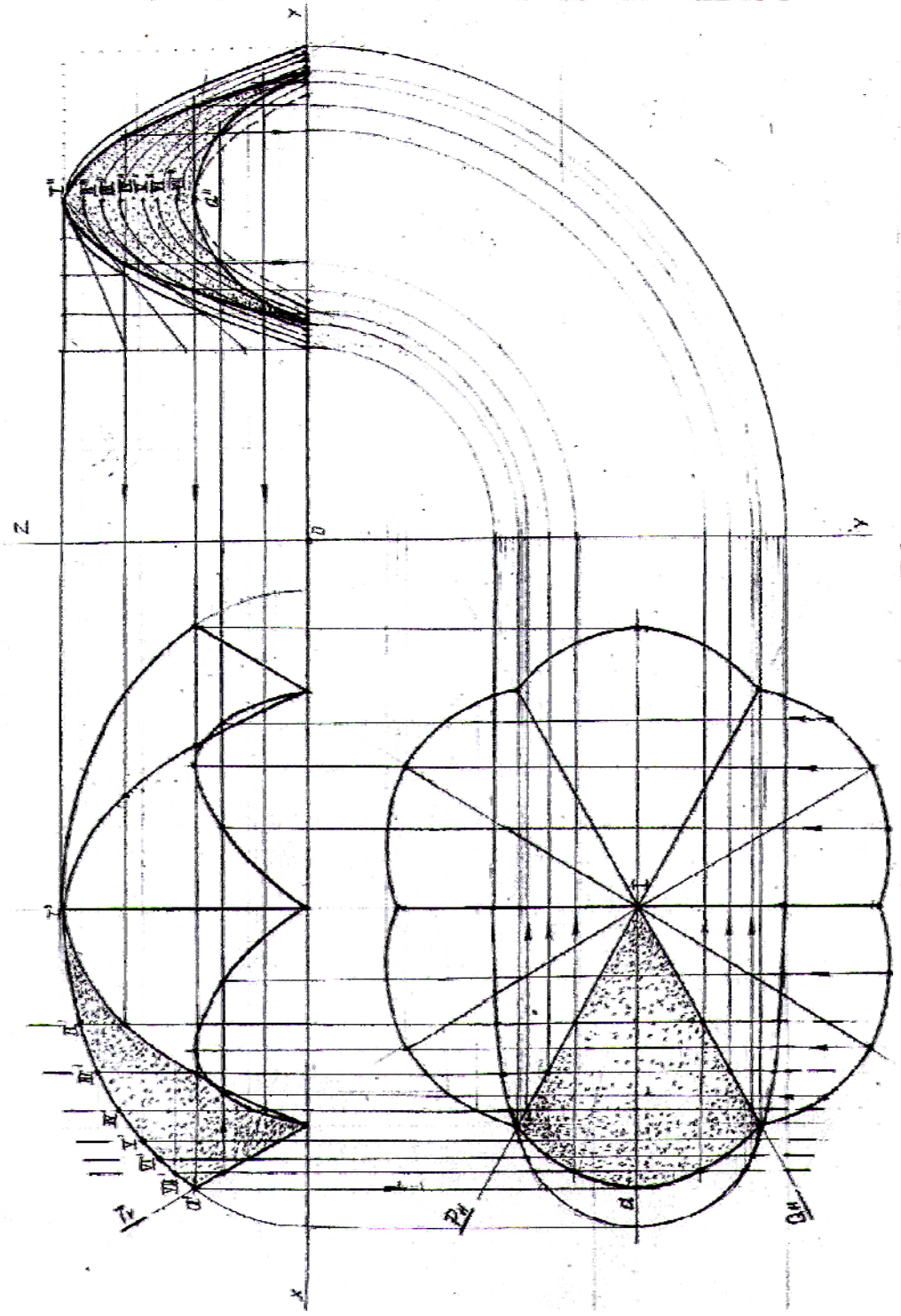


Рис. П.2.1

Рис. П2.2

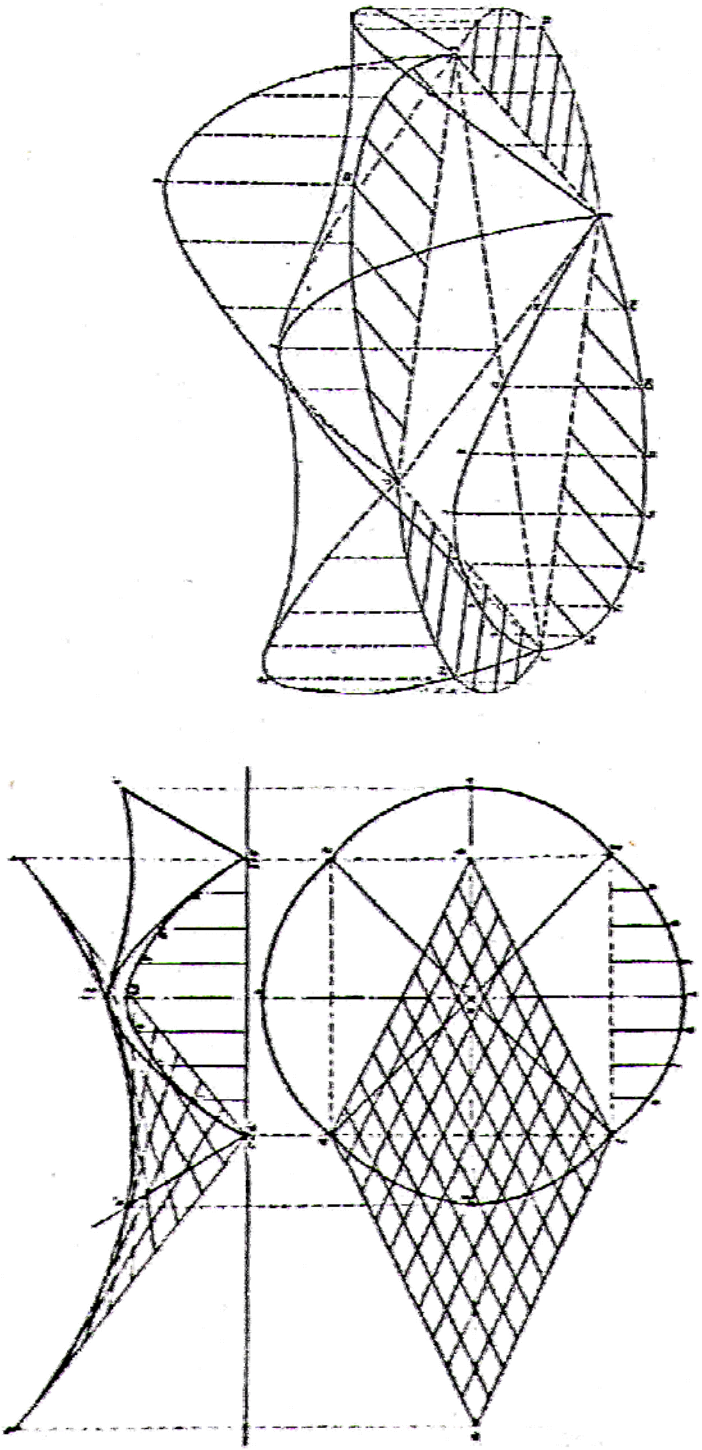


Рис. П.2.3

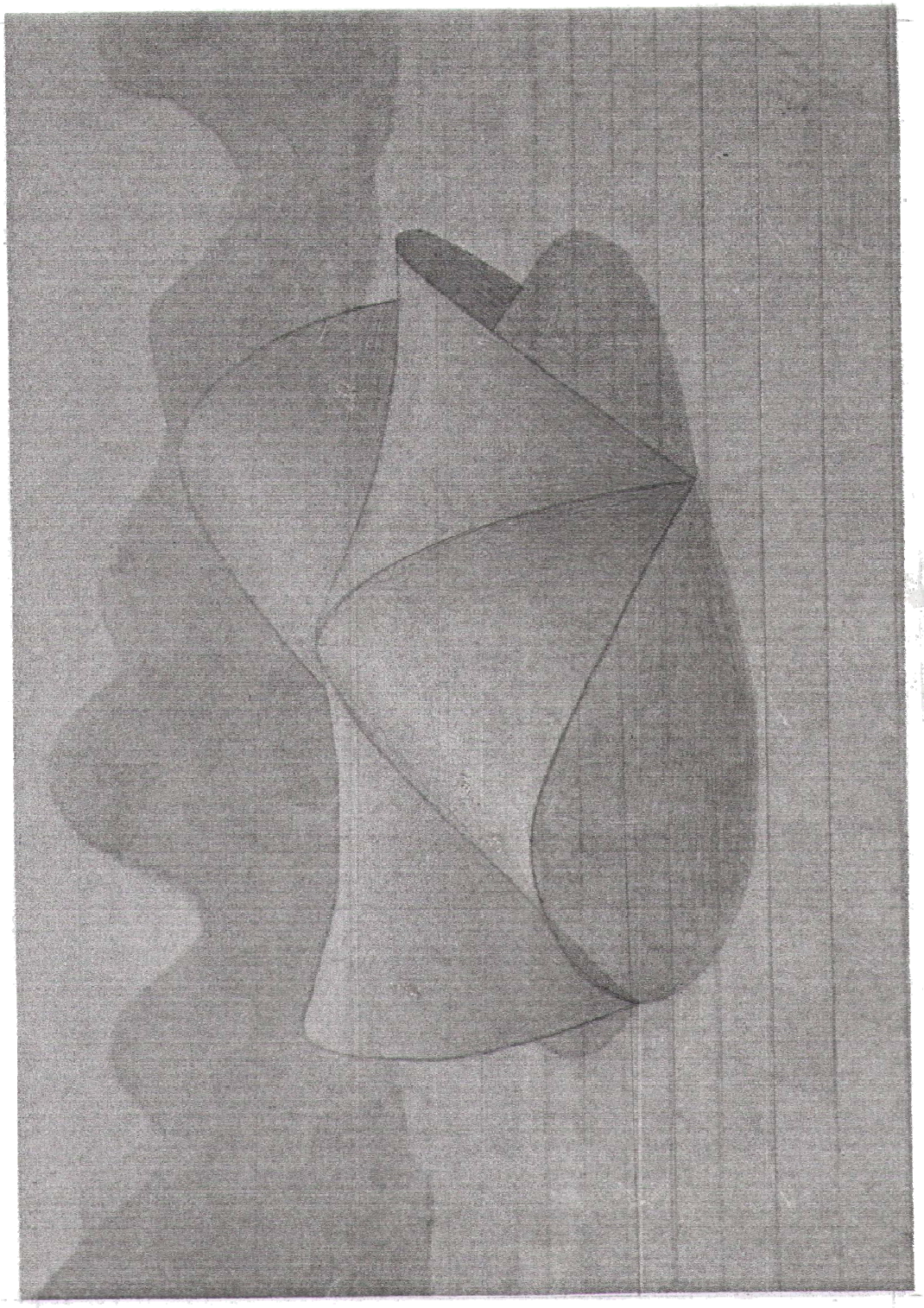


Рис. П.24

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ……..…… 3
1. Содержание работы ……..…… 3
2. Графическое оформление чертежей ……..…….. 4
3. Поверхность вращения ……..…. 4
4. Поверхности с плоскостью параллелизма ……..…. 6
5. Поверхности параллельного переноса ……..12
Библиографический список ……..…. 14
Приложение 1. Задания для выполнения расчетно-графической работы... 15
Приложение 2. Образцы выполнения расчетно-графической работы…..... 20

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы №2 по курсу «Начертательная геометрия» для студентов 2-го курса специальности 270301 «Архитектура»

Составитель: Биндюкова Елена Викторовна
Редактор Акритова Е.В.

Подписано в печать 08.12.09. Уч.-изд. л. 1,3. Усл. печ. л. 1,4.
Формат 60х84 1/16. Бумага писчая. Тираж 150 экз. Заказ №

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006, Воронеж, ул. XX-летия Октября, 84