МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО

ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Методические указания

к выполнению расчетно-графической работы

по теме:

«Взаимное пересечение поверхностей»

Уфа 2012

Рекомендовано к изданию методической комиссией механического факультета (протокол №3 от 17 октября 2012 г.)

Составители: доцент Голощапов В.Г.

доцент Тархова Л.М.

Рецензент: ктн.доцент

кафедры прикладной и теоретической механики Ахмаров Р.Г.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой «Начертательная геометрия и графика» доцент Тархова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Башкирский ГАУ», кафедра Начертательной геометрии и графики, тираж 50 экз.

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении машиностроительных и строительных чертежей используются геометрические построения по выполнению проекций линий пересечения поверхностей.

Цель задания:

оказание помощи студентам в их самостоятельной работе при выполнении расчетно-графической работы по теме «Взаимное пересечение кривых поверхностей»;

закрепление и углубление теоретических положений по выполнению чертежа поверхности по заданным определителям и построению проекций линий пресечения поверхностей.

Даны общие принципы решения задач на построение проекций линий пересечения, основанные на анализе пересекающихся поверхностей. Приводятся примеры решения задач.

Методические указания предназначены для студентов всех направлений, изучающих курс начертательной геометрии.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

.1 Построить комплексный чертеж поверхностей по определителям.

.2 Построить проекции линии пересечения поверхностей.

.3 Выполнить развертку одной поверхности с нанесением линии пересечения.

2. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ

Студентом выполняется индивидуальный вариант задания (приложения Б.В).

.1 По конспекту лекций, учебникам [1,2,3,4] и данным методическим указаниям изучить:

классификацию и образование поверхностей, построение очерка поверхности по определителю;

способы построения проекции линии пересечения поверхностей с применением вспомогательных секущих плоскостей (посредников) или поверхностей (сфер);

способы построения развертки поверхностей.

.2 На листе чертежной бумаги формата А2 или А3 начертить рамку и прямоугольник для основной надписи.

.3 В левой половине листа по заданным координатам геометрической части определителя построить ортогональные проекции поверхностей.

.4 Проанализировать положение пересекающихся поверхностей относительно плоскостей проекций П1 и П2, выбрать рациональный способ решения задачи.

.5 Наметить расположение посредников.

.6 Построить сначала опорные, а затем промежуточные точки линии пересечения, обозначить проекции полученных точек.

.7 Соединить точки, принадлежащие соседним образующим, кривыми линиями для кривых поверхностей, а точки, лежащие на одной и той же грани, прямыми ломаными линиями для гранных поверхностей

.8 Определить видимость участков линии пересечения на проекциях.

.9 В правой половине листа над основной надписью поместить развертку одной из поверхностей и нанести на нее линию пересечения.

Все построения выполнить сначала в тонких линиях с помощью чертежных инструментов, затем произвести обводку карандашом или гелиевой ручкой следующим образом: исходные данные - черным цветом, вспомогательные построения- синим, результат построения - красным. Масштаб построения 2:1.

Толщину линии видимого контура (очерк поверхностей, линия пересечения, развертка) принять равной 0,8……1,0 мм., вспомогательных линий (оси проекций, линии связи, осевые и центровые линии поверхностей, штриховые линии невидимых элементов) - тонкими толщиной 0,3……0,5 мм.. В основной надписи в графе «Наименование чертежа» шрифтом №5 писать название работы: «Построение линии пересечения поверхностей». Основную надпись выполнить по форме 1ГОСТ 2.104-68. Данные определителя поверхностей поместить в таблице в левом нижнем углу поля чертежа.

Пример оформления чертежа представлен в приложении А.

Ниже дается теоретический материал иллюстрированный примерами и рисунками, некоторые из которых заимствованы из учебников по начертательной геометрии известных изданий [ 3,4 ].

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРЕСЕЧЕНИИ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Линия пересечения двух поверхностей представляет собой пространственную кривую, которая может быть замкнутой, или распадаться на две и более части.

Линию пересечения строят, применяя вспомогательные плоскости или поверхности (посредники), пересекающие данные поверхности по каким-либо линиям. Точки пересечения этих линий принадлежат одновременно двум данным поверхностям, т.е. линии их пересечения. Взяв достаточное количество вспомогательных плоскостей (поверхностей), можно найти достаточное количество точек искомой линии. Вид посредника выбирается таким, чтобы он, пересекаясь с данными поверхностями, давал бы простые для построения линии (прямые, окружности), которые проецировались бы на одну из плоскостей проекции в натуральную величину. Часто в качестве посредников используют плоскости или сферы. Соответственно им различают способ вспомогательных плоскостей и способ сфер.

Каким бы способом не производилось построение линии пересечения поверхностей, при нахождении точек этой линии соблюдается определенная последовательность:

определяют опорные точки;

для более точного построения линии определяют промежуточные точки;

определяют точки видимости;

полученные точки соединяют плавной линией с учетом видимости участков линии на каждой плоскости проекции отдельно.

К опорным относятся точки, наиболее удаленные от плоскостей проекций, или приближенные к ним. По этим точкам можно определить характер кривой линии.

К промежуточным относят точки, расположенные между опорными. Для их определения пользуются вспомогательными секущими плоскостями (поверхностями).

К точкам видимости относятся точки, лежащие на крайних образующих поверхностей, т.е. на контурах каждой проекции поверхностей. Эти точки отделяют видимую часть кривой линии от невидимой.

4. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

.1 Способ вспомогательных секущих плоскостей

Допустим даны две произвольные поверхности G и S ( рисунок 4.1.).

Чтобы определить точки, общие для этих поверхностей, рассекаем их вспомогательной плоскостью Q .



|  |
| --- |
| Рисунок 4.1 - Применение вспомогательных секущих плоскостей |

Строим линию m пересечения вспомогательной плоскости Q с заданной поверхностью G и линию пересечения l плоскости Q с поверхностью S.

Линии l и m пересекаются между собой в точках K и L, т.к. лежат в общей плоскости Q. Эти точки будут общими для поверхностей G и S и будут принадлежать линии их пересечения.

Способ секущихся плоскостей удобно применять, когда оси поверхностей вращения параллельны и одна из поверхностей занимает частное положение. Если оси поверхностей не параллельны (скрещиваются), то для упрощения построения линии пересечения целесообразно предварительно преобразовать чертеж в положение, при котором вспомогательные плоскости пересекают данные поверхности по простым линиям.

Пример 1. Построить проекцию линии пересечения двух поверхностей вращения G и S, с параллельными осями i и iў. Поверхности заданы очерком проекций (рисунок 4.2.).

Решение. Проекция линий пересечения определяется крайними (опорными) точками 1,2,3, в пересечении линий очерка поверхностей.



|  |
| --- |
| Рисунок 4.2 - Пересечение поверхностей с параллельными осями |

Промежуточные точки линии пересечения целесообразно определять с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей D, которые пересекают заданные поверхности по параллелям p и pў. Полученные параллели, расположены в одной плоскости D и принадлежат поверхностям G и S.

Таким образом, пересекающиеся параллели определяют точки искомой линии пересечения q. Для получения достаточного количества точек необходимо вводить не одну, а несколько плоскостей

Пример 2. Построить линию пересечения прямого кругового конуса и кругового цилиндра, оси которых являются скрещивающимися прямыми (рисунок. 4.3.)

Решение. Рассечь обе фигуры семейством параллельных плоскостей так, чтобы в сечениях получились только прямые и окружности, невозможно. Поэтому построим вспомогательную проекцию фигур на плоскость П4, расположив её перпендикулярно к оси цилиндра. На плоскости П4 рассечём обе фигуры пучком плоскости D,S,L и Y, каждая из которых проходит через вершину конуса. Отметим положение вспомогательных проекций точек на плоскости П4 пересечения основания конуса(А4,В4,С4,D4) и цилиндра (14,24,34…). На фронтальной проекции находим положение соответствующих образующих заданных фигур, по которым они рассекаются вспомогательными плоскостями D,S,L,Y. Точки пересечения этих образующих 12,22,32… определяют фронтальную проекцию линии пересечения.

Горизонтальные проекции этих точек 11,21,31… устанавливаются на пересечении линий связи с горизонтальными проекциями образующих конуса.

Видимость участков линии пересечения на каждой плоскости проекций устанавливается отдельно. На плоскости П1 границей видимости служат проекции передней и задней образующих цилиндра.

4.2 Способ вспомогательных сфер

Способ основывается на построении линии взаимного пересечения каждой из пересекаемых поверхностей вращения с соосно-расположенными сферами.

Поверхности вращения называются соосными, если их оси вращения совпадают. Две соосные поверхности вращения пересекаются по окружностям. Число окружностей равно числу описывающих эти окружности точек пересечения образующих, лежащих в одной меридиональной плоскости и по одну сторону от оси вращения.

Рисунок 4.3 - Пересечение конуса и цилиндра с скрещивающимися осями

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

На рисунке 4.4 приведены примеры пересечения со сферой цилиндра и конуса.

Сфера является соосной с данными поверхностями, т.к. центр сферы расположен на оси цилиндра и конуса. Получаемые в пересечении кривые представляют собой окружности, которые проецируются на плоскость, параллельную оси поверхности, в виде отрезков прямых.



Рисунок 4.4 - Пересечение соосных поверхностей

С помощью сферических поверхностей просто решаются задачи по определению линий пересечения двух произвольных поверхностей вращения, имеющих общую плоскость симметрии.

При этом возможны два случая:

)если оси поверхностей пересекаются, то для определения линии пересечения поверхностей используют семейство концентрических сфер;

)если оси не пересекаются, применяют эксцентрические сферы.

Рассмотрим каждый случай в отдельности.

.2.1 Способ концентрических сфер

Пример. Построить линию пересечения цилиндра и конуса, оси которых i и f пересекаются в точке О и параллельны плоскости проекций П2( рисунок 4.5.).

Решение. Проведем из точки О, как из центра, произвольную сферу, пересекающую каждую из данных поверхностей. Сфера будет соосна с данными поверхностями и пересечётся с каждой поверхностью по окружностям. Окружности изобразятся на плоскости проекции П2 отрезками прямых, что следует из параллельности осей данных поверхностей плоскости П2. В пересечении отрезков прямых, изображающих окружности, получим проекции точек, принадлежащих обеим данным поверхностям, а, значит, искомой линии пересечения.

Вначале строятся опорные точки A,B,C,D, которые одновременно являются и точками видимости линии пересечения поверхностей. Эти точки находятся на пересечении контурных образующих данных поверхностей.

Далее определяем радиусы максимальной и минимальной сфер. Радиус максимальной сферы (Rmax) равен расстоянию от проекции центра сфер О2 до наиболее удаленной точки пресечения очерковых образующих (точка А2).

Для определения радиуса минимальной сферы (Rmin) необходимо провести через точку О2 нормали к очерковым образующим данных поверхностей. Больший из отрезков этих нормалей и будет Rmin . Сфера минимального радиуса касается образующих одной из данных поверхностей, а с образующими другой поверхности пресекается. В данном примере сфера минимального радиуса касается образующих цилиндрической поверхности по окружности 1-2; коническую поверхность она пересекает по двум окружностям 3-4 и 5-6. Точки E,F,G,H пересечения этих окружностей принадлежат промежуточным точкам искомой линии пересечения.

Для построения других промежуточных точек необходимо провести ряд концентрических сфер с центром в точке О, причем радиус R этих сфер должен находится в пределах Rmin< R< Rmax .

В данном примере проведена одна дополнительная сфера радиуса R. Она пересекает цилиндрическую поверхность - по окружностям 7-8 и 9-10, а коническую поверхность - по окружностям 11-12 и 13-14.

В пресечении этих окружностей получаем точки K,L,M,N,P,Q, принадлежащих линии пересечения.

Для построения горизонтальной проекции точек линии пересечения следует воспользоваться окружностями той или другой из данных поверхностей, содержащими искомые точки. В данном примере применены окружности конической поверхности, т.к. они не искажаются на плоскости проекции П1.



Рисунок 4.5 - Применение способа концентрических сфер

Если оси данных поверхностей вращения пересекаются, но не параллельны какой-либо плоскости проекций, то можно при помощи замены плоскостей проекций привести их в положение, параллельное новой плоскости проекций.

4.2.2 Способ эксцентрических сфер

Способ эксцентрических сфер можно применять для построения проекции линии пересечения двух поверхностей, имеющих общую плоскость симметрии. Каждая из этих поверхностей должна содержать семейство окружностей, по которым её могут пересекать эксцентрические сферы, общие для обеих поверхностей.

Пример. Построить линию пересечения тора и кругового конуса, имеющих общую фронтальную плоскость симметрии G (рисунок 4.6.)

Для построения линии пересечения нельзя использовать ни один из раннее рассмотренных способов.

Действительно, при использовании вспомогательных горизонтальных плоскостей уровня на торе получим кривые Персея, на конусе - окружности. Фронтальные плоскости уровня при пересечении с конусом дадут гиперболы, с тором - окружности.

Способ концентрических сфер также нельзя применить, т.к. отсутствует точка пересечения осей i и t заданных тел вращения.

Для решения задачи применим эксцентрические сферы.

Вспомогательные эксцентрические сферы необходимо выбирать так, чтобы они пресекались с тором по его меридиональным круговым сечениям, проецируемым в виде отрезков прямых.

Определяем опорные точки.

Высшая В и низшая А точки определяются на пересечении контурных образующих тора и конуса. Эти точки также являются точками видимости на фронтальной плоскости. Для определения промежуточных точек последовательность построения следующая

. На фронтальной проекции через центр вращения t (t2) тора намечаем положение ряда меридиональных сечений тора D2,D2ў,D2ўў,…

. Из середины полученных круговых сечений тора, проецируемых на фронтальной проекции в виде отрезков прямых (например M2,N2), восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с осью i (i2)



|  |
| --- |
| Рисунок 4.6 - Применение способа экцентрических сфер |

конуса. Полученные точки О2, О2ў,О2ўў,… определяют центры вспомогательных сфер.

. Точки C2, D2, E2,…искомой линии пересечения поверхностей тора и конуса устанавливаются на пресечении фронтальных проекции соответствующих окружностей, полученных при взаимном пересечении каждой из заданных поверхностей со вспомогательными сферами. Фронтальные проекции этих окружностей имеют форму отрезков прямых.

Для нахождения горизонтальных проекций точек C, D, E,…необходимо воспользоваться окружностями конической поверхности, которые проецируются на горизонтальную плоскость проекций без искажения.

пересечение поверхность секущий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Гордон В.О., Семенцов - Огиевский М.И. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 2004.272 с.

.Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2010.471 с.

.Посвянский А.Д. Краткий курс начертательной геометрии.- М.: Высшая школа, 1974.-191 с.

.Ломоносов Г.Г. Инженерная графика. М.: Недра, 1984.285 с.

.Нартова Л.Г., Якунин В.И. Начертательная геометрия. Теория и практика. М.: Изд-во Дрофа ISBN, 2008.304с.

. Фролов С.А. Начертательная геометрия. М.:Изд-во ИНФА - м ISBM-М 2010. 288 c.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

|  |
| --- |
|  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Вариант 1

|  |  |
| --- | --- |
| Построить линию пересечения шара с цилиндром вращения. Построить развертку указанного в варианте тела с нанесением на ней линии пересечения.  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Шар | R основ. цилиндра | Координаты точки О центра оси | Н высота цилиндра | Основан. параллельное плоскости | Развертка |
|  | Координаты центра | R шара |  |  |  |  |  |
|  | X | Y | Z |  |  | X | Y | Z |  |  |  |
| 1 | 50 | 30 | 30 | 25 | 15 | 20 | 30 | 0 | 80 | XOY | Шара |
| 2 | 45 | 30 | 30 | 25 | 15 | 20 | 30 | 0 | 80 | XOY | Цилиндра |
| 3 | 5 | 25 | 25 | 25 | 20 | 40 | 30 | 0 | 80 | XOY | Шара |
| 4 | 5 | 30 | 30 | 25 | 15 | 20 | 30 | 30 | 80 | XOY | Цилиндра |
| 5 | 40 | 25 | 25 | 20 | 15 | 20 | 30 | 0 | 80 | XOY | Шара |
| 6 | 50 | 30 | 30 | 25 | 20 | 50 | 55 | 0 | 80 | XOY | Цилиндра |
| 7 | 50 | 30 | 30 | 25 | 15 | 50 | 0 | 55 | 80 | XOZ | Шара |
| 8 | 40 | 30 | 30 | 30 | 20 | 0 | 30 | 30 | 90 | ZOY | Цилиндра |
| 9 | 40 | 30 | 40 | 25 | 15 | 0 | 30 | 30 | 90 | ZOY | Шара |
| 10 | 40 | 40 | 40 | 25 | 30 | 50 | 0 | 30 | 80 | XOZ | Цилиндра |

Вариант 3

|  |  |
| --- | --- |
| Построить линию пересечения цилиндра вращения с конусом вращения (основание конуса параллельно плоскости П1). Построить развертку конуса с нанесением линии пересечения.  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | R сферы | r цилиндра | Угол a | Координаты центра сферы Оў | Координаты центра верт. основан. цилиндра О |
|  |  |  |  | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 50 | 20 | 90 | 60 | 60 | 0 | 60 | 70 | 60 |
| 2 | 50 | 20 | 90 | 60 | 60 | 0 | 60 | 60 | 60 |
| 3 | 60 | 25 | 45 | 65 | 65 | 0 | 130 | 70 | ? |
| 4 | 60 | 25 | 45 | 60 | 60 | 0 | 130 | 60 | ? |
| 5 | 45 | 15 | 60 | 50 | 60 | 0 | 100 | 65 | ? |
| 6 | 45 | 15 | 60 | 45 | 55 | 0 | 95 | 55 | ? |
| 7 | 70 | 20 | 30 | 70 | 75 | 0 | 160 | 80 | ? |
| 8 | 60 | 20 | 30 | 60 | 60 | 0 | 140 | 60 | ? |
| 9 | 45 | 15 | 120 | 50 | 60 | 0 | 0 | 65 | ? |
| 10 | 50 | 20 | 120 | 60 | 65 | 0 | 0 | 65 | ? |

Вариант 2

|  |  |
| --- | --- |
| Построить линию пересечения шара радиуса R с прямым круговым цилиндром, радиус основания которого r, а ось цилиндра параллельна фронтальной плоскости проекций и наклонена под углом a к горизонтальной плоскости проекций. Построить развертку цилиндра с нанесением на ней линии пересечения тел.  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Радиус основ. конуса R | Корд. центра основ. конуса | Радиус цилиндра R | Корд. центра основ. цилиндра | Н высота цилиндра | Н высота конуса | a угол наклона оси конуса |
|  |  | X | Y | Z |  | X | Y | Z |  |  |  |
| 1 | 25 | 40 | 30 | 0 | 15 | 0 | 35 | 25 | 80 | 50 | 60 |
| 2 | 35 | 45 | 35 | 0 | 20 | 0 | 30 | 30 | 75 | 60 | 60 |
| 3 | 25 | 50 | 30 | 0 | 25 | 0 | 30 | 30 | 70 | 75 | 90 |
| 4 | 20 | 40 | 30 | 0 | 10 | 0 | 25 | 20 | 80 | 70 | 90 |
| 5 | 35 | 50 | 35 | 0 | 20 | 0 | 25 | 030 | 80 | 100 | 70 |
| 6 | 20 | 45 | 35 | 0 | 10 | 0 | 25 | 20 | 70 | 60 | 65 |
| 7 | 30 | 40 | 35 | 0 | 15 | 0 | 20 | 30 | 80 | 95 | 120 |
| 8 | 25 | 30 | 30 | 0 | 10 | 0 | 20 | 15 | 80 | 90 | 130 |
| 9 | 15 | 30 | 30 | 0 | 10 | 0 | 30 | 15 | 85 | 96 | 45 |
| 10 | 35 | 55 | 40 | 0 | 15 | 0 | 25 | 30 | 80 | 100 | 135 |

Вариант 4

|  |  |
| --- | --- |
| Построить линию пресечения закрытого тора с поверхностью наклонного цилиндра вращения. Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. Построить развертку цилиндра с нанесением линии пересечения |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Координаты точки А | Координаты точки В | Радиус основания R | Угол наклона a | Радиус основания цилиндра r |
|  | X | Y | Z | X | Y | Z |  |  |  |
| 1 | 65 | 70 | 0 | 10 | 10 | 40 | 50 | 60 | 35 |
| 2 | 70 | 70 | 0 | 70 | 70 | 40 | 55 | 60 | 35 |
| 3 | 70 | 70 | 0 | 70 | 70 | 38 | 56 | 65 | 34 |
| 4 | 70 | 70 | 0 | 70 | 70 | 38 | 50 | 70 | 34 |
| 5 | 70 | 70 | 0 | 65 | 72 | 35 | 50 | 60 | 32 |
| 6 | 65 | 72 | 0 | 66 | 72 | 35 | 52 | 80 | 32 |
| 7 | 66 | 72 | 0 | 68 | 74 | 34 | 51 | 75 | 30 |
| 8 | 68 | 74 | 0 | 68 | 74 | 34 | 52 | 60 | 30 |
| 9 | 68 | 74 | 0 | 70 | 75 | 36 | 53 | 65 | 30 |
| 10 | 70 | 75 | 0 | 70 | 75 | 36 | 54 | 70 | 30 |

Вариант 5

Построить линию пересечения цилиндра вращения с конусом вращения. Построить развертку конуса с нанесением линии пересечения поверхностей. Ось цилиндра перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. 

|  |
| --- |
|  |
| № | R основ. цилиндра | Координаты основ. цилиндра Оў | Н высота цилиндра | R основ. конуса  | Коорд. центра основ. конуса О | Коорд. вершины конуса S |
|  |  | X | Y | Z |  |  | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 15 | 35 | 5 | 20 | 35 | 20 | 55 | 35 | 0 | 0 | 5 | 45 |
| 2 | 20 | 40 | 10 | 25 | 40 | 25 | 60 | 40 | 0 | 5 | 10 | 50 |
| 3 | 25 | 45 | 5 | 20 | 50 | 25 | 65 | 40 | 0 | 0 | 5 | 45 |
| 4 | 10 | 40 | 0 | 25 | 60 | 20 | 60 | 45 | 0 | 5 | 0 | 50 |
| 5 | 30 | 40 | 0 | 25 | 100 | 35 | 80 | 40 | 0 | 5 | 40 | 60 |
| 6 | 30 | 40 | 20 | 25 | 80 | 35 | 80 | 40 | 0 | 5 | 55 | 60 |
| 7 | 25 | 45 | 15 | 30 | 75 | 30 | 65 | 45 | 0 | 10 | 15 | 55 |
| 8 | 20 | 40 | 0 | 25 | 60 | 20 | 60 | 45 | 10 | 10 | 5 | 70 |
| 9 | 25 | 35 | 15 | 30 | 75 | 35 | 80 | 40 | 0 | 5 | 35 | 60 |
| 10 | 15 | 35 | 5 | 40 | 70 | 25 | 55 | 35 | 5 | 0 | 5 | 45 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Вариант 1, 11, 21 Вариант 2, 12, 22

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Вариант 3, 13, 23 Вариант 4, 14, 24

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Вариант 5, 15, 25 Вариант 6, 16, 26

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Вариант 7, 17, 27 Вариант 8, 18, 28

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Вариант 9, 19, 29 Вариант 10, 20, 30  |  |

Данные к задачам приложения Б

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | a (a° ) | b | c | № варианта | a (a° ) | b | c |
| 1 | 40 | 20 | 50 | 16 | 10 | 5 | 20 |
| 2 | a=40° | 20 | 30 | 17 | 10 | 25 | 35 |
| 3 | 50 | 40 | 20 | 18 | 40 | 15 | 35 |
| 4 | 25 | 40 | 20 | 19 | 80 | 15 | 20 |
| 5 | 90 | 35 | 20 | 20 | 60 | 20 | 15 |
| 6 | 20 | 5 | 25 | 21 | 50 | 20 | 40 |
| 7 | 10 | 35 | 30 | 22 | a=50° | 40 | 30 |
| 8 | 50 | 20 | 35 | 23 | 60 | 40 | 10 |
| 9 | 90 | 15 | 25 | 24 | 20 | 40 | 15 |
| 10 | 65 | 15 | 20 | 25 | 95 | 35 | 15 |
| 11 | 40 | 10 | 45 | 26 | 0 | 10 | 20 |
| 12 | a=50° | 20 | 40 | 27 | 5 | 25 | 40 |
| 13 | 55 | 30 | 20 | 28 | 35 | 20 | 30 |
| 14 | 25 | 30 | 20 | 29 | 70 | 10 | 25 |
| 15 | 85 | 40 | 15 | 30 | 55 | 20 | 20 |