

3533847.00026-02 33 01
CALL SP2030(X,Y,AL,A,N,C)

где X, Y, AL - параметры локальной системы координат;
A=A(N) - массив, содержащий координаты точек ломаной, заданных в локальной системе координат, N/2 точек;
N - длина массива A;
C - массив, в который будет помещено описание элемента;
 $C(1)=N+8$. - общая длина массива.

Далее будут описаны подпрограммы, предназначенные для описания кривых, ограничивающих специальные области.

Подпрограмма SP2025 предназначена для описания кривой, ограничивающей часть кольца.

Обращение:

CALL SP2025(R1,R2,AL,C,N,NC)

где R1 - внутренний радиус кольца;

R2 - внешний радиус кольца;

AL - угол в градусах, определяющий часть кольца; отсчет угла - стандартный;

C - массив, содержащий набор элементов, описывающих область - часть кольца, представленную на рис.14;

N - число элементов в массиве C;

NC - общее число слов массива C.

Если $R1=0$, то получим часть круга; если $|AL|>=360$ градусов, то получим полное кольцо. Ограничение: $0<=R1<R2$. Ориентация элементов, описывающих кольцо, соответствует правостороннему обходу области, т.е. внутренность локально справа.

Подпрограмма SP2026 предназначена для описания кривой, ограничивающей часть круга, заключенную между двумя параллельными прямыми.

Обращение:

CALL SP2026(R,H,DH,C,N,NC)

где R - радиус круга;

H,DH - параметры, выделяющие часть круга (см.рис.14);

C - массив, содержащий набор элементов, описывающих область - часть круга;

N - число элементов в массиве C;

NC - общее число слов в массиве C.

Если $H=0$ и $DH>2R$, то получается полный круг.

Ограничения: $H>=0$, DH , $R>0$. Ориентация элементов кривой соответствует правостороннему обходу границы области.

Кривые, ограничивающие части кольца и круга

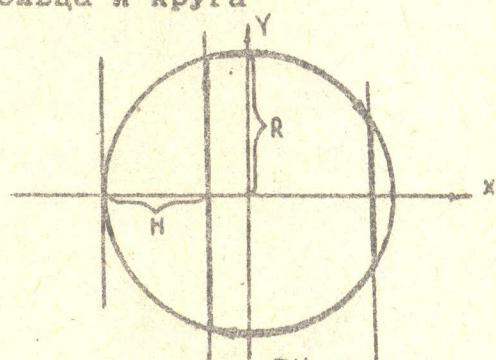
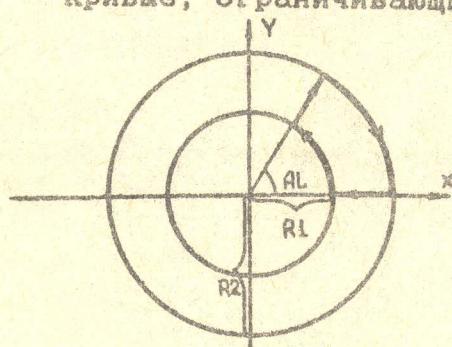


Рис.14

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма SP2028 предназначена для описания кривой, ограничивающей область, заключенную между параболой и двумя параллельными прямыми.

Обращение:

CALL SP2028(R,H,DH,C,N,NC)

где R, H, DH - параметры области в соответствии с рис.15;
C - массив, содержащий набор элементов, описывающих границу области;

N - число элементов в массиве C;

NC - общее число слов в массиве C.

Ограничения: R>0, DH>0, H>=0. Ориентация элементов соответствует правостороннему обходу области. Уравнение параболы:

$$X = \frac{H + DH}{R^2} * Y^2$$

Подпрограмма SP2029 предназначена для описания кривой, ограничивающей область, заключенную между эллипсом и двумя параллельными прямыми.

Обращение:

CALL SP2029(A,B,H,DH,C,N,NC)

где A, B - полуоси эллипса;

H, DH - параметры области в соответствии с рис.15;

C - массив, содержащий набор элементов, описывающих границу области;

N - число элементов в массиве C;

NC - общее число слов в массиве C.

Ограничения: A, B, DH>0, H>=0. Ориентация элементов соответствует правостороннему обходу области.

Следует отметить, что если кривая по каким-либо причинам не может быть построена, то на выходе в подпрограммах SP2025 - SP2029 будет N<0. Средства работы с кривыми, не аппроксимированными ломаными в данной версии компонента БП не рассматриваются.

Кривые, ограничивающие области параболы и эллипса

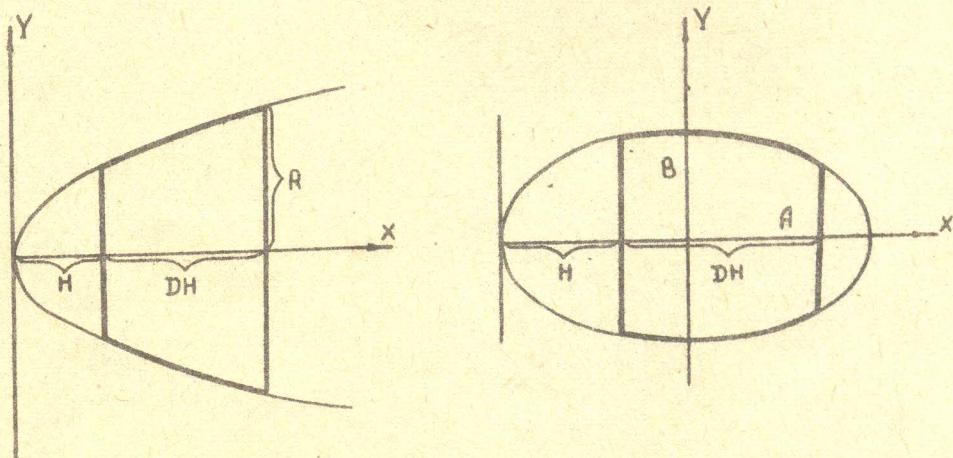


Рис. 15

2.8.3. Аппроксимация элементов и кривых

Для дальнейшей работы с описанной кривой необходимо аппроксимировать ее ломаной. При этом, если кривая замкнута и не имеет точек самопересечения, то она преобразуется в многоугольник. Ниже описываются подпрограммы, которые дают базовые средства аппроксимации примитивов и кривых.

В п. 2.8.1 были определены канонические способы задания примитивов форм. Каждый примитив определяется углом. Аппроксимация примитивов всегда равномерна по углу, как изображено на рис. 16.

Канонические способы задания выбраны таким образом, чтобы обеспечить достаточно "хорошую" аппроксимацию при равномерном шаге по углу, и дают рекуррентные соотношения для последовательного вычисления точек на примитиве.

Аппроксимация примитива кривой



Рис. 16

Если исходным параметром для параметризации является Е - величина максимального отклонения ломаной от кривой, то величина угла приращения определяется в точке максимальной кривизны для каждого типа примитива. В подпрограммах SP2100-SP2104 рассматриваются примитивы типов 5-8 (см. п. 2.8.1.).

Подпрограмма SP2100 предназначена для определения длины звена ломаной и угла приращения для аппроксимации примитива по величине максимального отклонения Е.
Обращение:

CALL SP2100(A,E,N,DA)

где A=A(5) - массив, содержащий описание примитива;

3533847.00026-02 33 01

Е - величина максимального отклонения ломаной от дуги кривой второго порядка, определяемой А;

Н - число точек ломаной (включая концы дуги), аппроксимирующей дугу с точностью Е; параметр вычисляется;

DA - угол приращения параметра дуги (в радианах), обеспечивающий эту аппроксимацию; параметр вычисляется.

Эта подпрограмма предназначена для использования совместно с подпрограммой SP2103.

Подпрограмма SP2101 предназначена для описания ломаной, приближающей дугу кривой второго порядка с точностью Е.

Обращение:

CALL SP2101(A,E,B,M)

где A=A(5) - массив, содержащий описание примитива;

Е - величина максимального отклонения ломаной от дуги кривой, определяемой А;

B=B(M) - массив координат точек ломаной, содержащий описание M/2 точек;

M - длина массива B.

Подпрограмма SP2102 предназначена для определения точки, лежащей на дуге кривой второго порядка, при параметризации примитива отрезком [0,1].

Обращение:

CALL SP2102(A,T,X,Y)

где A=A(5) - массив, содержащий описание примитива;

T - параметр, определяющий точку примитива $T \in [0,1]$;

X, Y - координаты точки, лежащей на дуге, определяемые значением T.

Следует отметить, что при вычислении координат X, Y в этой подпрограмме считаются косинус и синус угла.

Подпрограмма SP2103 предназначена для определения точки примитива по известным точке и параметру угла приращения с использованием рекуррентных соотношений.

Обращение:

CALL SP2103(A,X,Y,RS,RC,X1,Y1)

где A=A(5) - массив, содержащий описание примитива;

X, Y - координаты точки, лежащей на дуге;

RS, RC - величины синуса и косинуса угла приращения (при ис-

пользовании совместно с подпрограммой SP2100

RS=SIN(DA), RC=COS(DA));

X1, Y1 - координаты вычисляемой точки.

Подпрограмма SP2104 предназначена для построения ломаной, аппроксимирующей дугу кривой второго порядка, заданной некоторым количеством точек.

Обращение:

CALL SP2104(A,N,B,M)

где A=A(5) - массив, содержащий описание примитива;

3533847.00026-02 33 01

N - число точек ломаной, включая концы, т.е. дуга разбита на $N-1$ звено равномерно по углу;

$B=B(M)$ - массив, содержащий координаты точек ломаной, т.е. координаты N точек;

$M=2N$ - длина массива B .

Ниже будут даны две подпрограммы, обеспечивающие преобразование кривой, состоящей из набора элементов, в ломаную, т.е. - в набор ребер (см. п. 2.9.1). При этом происходит преобразование локальных координат точек элементов в глобальные координаты плоскости.

Подпрограмма SP2031 предназначена для определения общей длины массива, описывающего ломаную (набор ребер), приближающей данную кривую с точностью E .

Обращение:

CALL SP2031(C,N,NC,E,M)

где C - массив набора элементов, описывающих кривую;

N - количество элементов в массиве C ;

NC - общее число слов массива C ;

E - величина максимального отклонения ребра от кривой;

M - общая длина массива ребер (в словах), приближающего данную кривую.

Эта подпрограмма предназначена для использования совместно с подпрограммой SP2032.

Подпрограмма SP2032 предназначена для описания многоугольника (массива ребер) по заданной кривой и точности аппроксимации E .

Обращение:

CALL SP2032(C,N,NC,E,A,M)

где C - массив набора элементов, описывающих кривую;

N - количество элементов в массиве C ;

NC - общая длина массива C в словах;

E - величина максимального отклонения ребра от кривой;

A - массив набора ребер, описывающих многоугольник, приближающий данную кривую;

M - общая длина массива A в словах.

2.9. Многоугольники на плоскости

В этом подразделе будет дана структура представления многоугольника и описание подпрограмм компонента БП, обеспечивающих основные преобразования и операции над многоугольниками, необходимые для работы с ними.

Заметим, что здесь описываются только основные подпрограммы работы с многоугольниками. Вспомогательные подпрограммы, которые также могут быть использованы, описываются в служебных подпрограммах. (см. подразд. 2.12).

2.9.1. Структура многоугольника

Многоугольник описывается одномерным массивом, содержащим координаты концов его ребер. Каждое ребро задается четверкой чисел - координатами его концов. Многоугольники предполагаются заданными в плоскости XY в правой прямоугольной декартовой системе координат. Все ребра считаются направленными, причем направление ребер соответствует правостороннему обходу, т.е. при движении по ребру внутренность многоугольника локально справа. В силу того, что многоугольник задается неупорядоченным набором ребер, возможно его поэтапное построение. Для этого, в частности, могут быть использованы подпрограммы SP0001 - SP0003 для работы с массивами, которые описываются в служебных подпрограммах (см. подразд. 2.12) и подпрограммы SP2012, SP2013, описываемые ниже.

Многоугольник задается массивом A координат концов его ребер и общей длиной N в словах, т.е. многоугольник задается парой A,N. Каждое ребро в массиве A задается четырьмя словами.

В некоторых подпрограммах компонента БП многоугольник задается в виде пары A,M, где M - число ребер, описанных в A. Тот или иной вид задания многоугольника конкретизируется при описании подпрограмм.

Подпрограмма SP2012 предназначена для преобразования ломаной в многоугольник (набор ребер).

Обращение:

CALL SP2012(A,N,B,M)

где A=A(N) - массив, содержащий описание ломаной, т.е. координаты N/2 точек (N - четное);

N - длина массива A;

B=B(M) - массив, в который будет помещено описание ребер многоугольника, построенного по ломаной A;

M - общая длина массива B в словах. Можно: B=A, т.е. допускается запись результата в исходный массив.

Подпрограмма SP2013 предназначена для изменения ориентации многоугольника на противоположную.

Обращение:

CALL SP2013(A,N,B)

где A=A(N) - массив набора ребер, описывающих многоугольник;

N - общая длина массива A в словах;

B - массив-результат, содержащий описание того же набора ребер, но с противоположной ориентацией. Можно: B=A, т.е. допускается запись результата в исходный массив.

Отметим, что в п. 2.10.2. описана подпрограмма SP3012, объединяющая функции описанных выше подпрограмм SP2012, SP2013.

2.9.2. Преобразования переноса, поворота и масштабирования

Преобразования переноса, поворота и масштабирования многоугольников выполняются в общей системе координат плоскости, т.е. в начальной прямоугольной декартовой системе. Для реализации этих преобразований в компоненте БП имеются четыре подпрограммы.

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма SP2501 предназначена для переноса многоугольника на данный вектор.

Обращение:

CALL SP2501(A,N,X,Y)

где A - массив набора ребер, описывающих многоугольник;

N - длина массива A в словах;

X, Y - координаты вектора переноса.

Подпрограмма SP2502 предназначена для масштабирования многоугольника.

Обращение:

CALL SP2502(A,N,X,Y)

где A - массив набора ребер, описывающих многоугольник;

N - длина массива A в словах;

X, Y - параметры масштабирования по координатным осям.

Подпрограмма SP2503 предназначена для поворота многоугольника вокруг заданной точки на заданный угол.

Обращение:

CALL SP2503(A,N,X,Y,RC,RS)

где A - массив набора ребер, описывающих многоугольник;

N - длина массива A в словах;

X, Y - координаты центра поворота;

RC, RS - параметры, определяющие угол поворота: $RC=\cos(F)$, $RS=\sin(F)$, где F - угол поворота. Вращение выполняется против часовой стрелки при $F>0$ и по часовой стрелке в противном случае.

Подпрограмма SP2504 предназначена для сложного преобразования многоугольника.

Обращение:

CALL SP2504(A,N,X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3,X4,Y4)

где A - массив набора ребер, описывающих многоугольник;

N - длина массива A в словах;

X1, Y1, X2, Y2 - координаты двух точек на плоскости, определяющие исходный отрезок;

X3, Y3, X4, Y4 - координаты двух точек на плоскости, определяющие результирующий отрезок.

Это преобразование выполняется следующим образом:

- многоугольник переносится на вектор $(X3-X1, Y3-Y1)$;

- многоугольник поворачивается относительно точки $(X3, Y3)$ на угол, равный углу между векторами $(X2-X1, Y2-Y1)$ и $(X4-X3, Y4-Y3)$, т.е. чтобы исходный и результирующий отрезки совпали по направлению;

- многоугольник масштабируется таким образом, чтобы точки $(X2, Y2)$ и $(X4, Y4)$ совпали.

Другими словами, многоугольник и исходный отрезок $(X1, Y1, X2, Y2)$ рассматриваются как единое целое, и данное преобразование обеспечивает переход исходного отрезка в результирующий. Ограничение: $(X1, Y1) \neq (X2, Y2)$ и $(X3, Y3) \neq (X4, Y4)$. Если это условие не выполняется, то подпрограмма ничего не делает.

Следует отметить, что описанные подпрограммы преобразований не учитывают структуру массива A, а рассматривают его как массив координат точек на плоскости и, следовательно, могут быть использованы для преобразований других объектов, в частности, ломаных.

2.9.3. Теоретико-множественные операции над многоугольниками

В этом пункте описываются четыре подпрограммы, реализующие теоретико-множественные операции над многоугольниками. Заметим, что все они работают, используя три базовые подпрограммы SP2401, SP2402, SP2403, которые фактически реализуют основной алгоритм. Эти подпрограммы описаны в подразд. 2.12, но могут быть использованы самостоятельно.

Во всех описываемых в этом пункте подпрограммах параметры одни и те же, поэтому представим их один раз:

A=A(N) - массив набора ребер, описывающий первый многоугольник;

N - число ребер в массиве A;

B=B(M) - массив набора ребер, описывающих второй многоугольник;

M - число ребер в массиве B;

C=C(L) - массив, в который будет помещено описание многоугольника, являющееся результатом теоретико-множественной операции над двумя исходными;

L - длина массива C, предоставляемая пользователем.

Если результат операции не помещается в массив C(L), то операция не выполняется и на выходе из подпрограмм L<0; иначе в L будет помещено значение длины массива, описывающего результирующий многоугольник.

Подпрограмма SP2410 предназначена для формирования пересечения двух многоугольников.

Обращение:

CALL SP2410(A,N,B,M,C,L)

Подпрограмма SP2411 предназначена для формирования объединения двух многоугольников.

Обращение:

CALL SP2411(A,N,B,M,C,L)

Подпрограмма SP2412 предназначена для формирования разности двух многоугольников.

Обращение:

CALL SP2412(A,N,B,M,C,L)

На выходе получается результат вычитания второго многоугольника из первого.

Подпрограмма SP2413 предназначена для выполнения специального многоугольника.

Обращение:

CALL SP2413(A,N,B,M,C,L)

В результате работы этой подпрограммы получается набор ребер первого многоугольника или их частей, не лежащих внутри второго, т.е. второй многоугольник является как бы экраном. Результирующий набор ребер, вообще говоря, не является многоугольником.

Следует отметить, что во всех этих подпрограммах перед выполнением соответствующей операции, происходит дискретизация исходных многоугольников с помощью подпрограммы SP2403, обращение к которой имеется в SP2402. Эти подпрограммы описаны в подразд. 2.12.

2.10. Многогранники в пространстве

В компоненте БП многогранник задается своей ориентированной границей, т.е. набором граней. Каждая грань представляет собой плоский многоугольник, но заданный в пространстве, т.е. составляющие его ребра являются пространственными отрезками, каждый из которых определяется шестью числами - координатами его концов. Ориентация грани, т.е. вектор нормали к ней, определяется как нормированный вектор площади грани, вычисляемый по ее направлению границе. Таким образом, ориентация грани индуцируется ориентацией ребер, ее образующих. В компоненте БП предполагается, что индуцированные ориентации граней, задающих многогранник, направлены локально внутрь многогранника.

Ниже будут описаны способы представления многогранника в памяти ЭВМ и подпрограммы компонента БП, обеспечивающие построение и обработку многогранников.

2.10.1. Структура многогранника

Многогранник определяется набором граней, составляющих его границу, поэтому предварительно опишем структуру грани.

2.10.1.1. Структура грани

Грань описывается одномерным массивом, содержащим координаты концов ее ребер. Каждое ребро задается шестеркой чисел. Грань предполагается заданной в правосторонней прямоугольной декартовой системе координат. Все ребра грани считаются направленными. Если поместить грань в плоскость XY так, чтобы ее "внутренность" соответствовала правостороннему обходу ребер, то нормальный к ней вектор будет иметь координаты (0,0,-1).

В подпрограммах грань задается двумя способами:

1) массивом координат концов ребер А и его общей длиной в словах N, т.е. парой A,N (число ребер будет N/6);

2) массивом А, первое слово которого содержит значение N+1, а начиная со второго слова идет описание ребер грани, т.е. координаты концов N/6 ребер.

Общая длина массива А, заданная вторым способом, равна A(1).

В некоторых служебных подпрограммах грань задается массивом описания ее ребер А и числом ребер К. При описании подпрограмм вид задания грани конкретизируется.

2.10.1.2. Структура набора граней

В подпрограммах построения многогранников набор граней задается двумя способами:

1) массивом А, содержащим описание граней, входящих в набор (каждая грань описывается вторым способом из пп.2.10.1.1.), и количеством граней в наборе, т.е. парой А, N;

2) массивом А, первое слово которого содержит общую длину массива, второе слово - число граней в наборе, а с третьего слова начинается последовательное описание граней набора (грань описывается вторым способом из пп.2.10.1.1.).

Оба задания многогранника не накладывают ограничений на его замкнутость, т.е. многогранная поверхность, не обязательно замкнутая, может быть задана таким же образом. Это свойство существенно используется в компоненте БП, поскольку большинство подпрограмм комплекта работают именно с набором граней, не предполагая, что они образуют замкнутую поверхность.

2.10.2. Описание многогранников

В силу того, что многогранник задается неупорядоченным, вообще говоря, набором граней, возможно его поэтапное построение. Для этого, в частности, могут быть использованы подпрограммы SP0001 - SP0003 для работы с массивами, которые описываются в подразд. 2.12. Далее описываются подпрограммы, предназначенные для построения как отдельных граней, так и наборов пространственных граней.

Подпрограмма SP2301 предназначена для изменения описания массива двумерных точек в массив пространственных точек путем присоединения третьей координаты, равной постоянному числу R.

Обращение:

CALL SP2301(A,N,B,M,R,I)

где A=A(N) - массив, содержащий двумерные координаты точек, т.е. координаты N/2 точек;

N - длина массива A;

B=B(M) - массив, в который будут помещены координаты тех же точек, относительно трехмерной декартовой прямоугольной системы координат;

M - общая длина результирующего массива B; она насчитывается в подпрограмме и равна (N/2)*3;

R - значение присоединяемой координаты; у всех точек оно одно и то же;

I - признак:

I=1 - точка (X,Y) заменяется точкой (R,X,Y);

I=2 - точка (X,Y) заменяется точкой (X,R,Y);

I=3 - точка (X,Y) заменяется точкой (X,Y,R).

Допускается B=A, т.е. запись результата в исходный массив.

Эта подпрограмма может быть использована формально для формирования описания грани по описанию многоугольника.

Подпрограмма SP3012 предназначена для перевода описания ломаной в описание набора ребер, возможно с изменением ориентации.
Обращение:

CALL SP3012(A,N,B,M,I)

где A=A(N) - массив, содержащий координаты точек ломаной, т.е. координаты N/|I| точек;

N - длина массива A;

B=B(M) - массив, в который будут помещены координаты концов ребер, являющихся звеньями ломаной;

M - общая длина массива B, она насчитывается так:

M=2*(N - |I|);

I - признак изменения ориентации и указатель размерности точек:

I = 2 - двумерную ломаную перевести в многоугольник, т.е. набор ребер, без изменения ориентации;

I = -2 - то же, что и предыдущее, но с изменением ориентации;

I = 3 - трехмерную ломаную перевести в грань, т.е. набор ребер, без изменения ориентации;

I = -3 - то же, что и предыдущее, но с изменением ориентации.

Допускается B=A, т.е. запись результата в исходный массив. Эта подпрограмма может быть использована для описания грани по описанию пространственной замкнутой ломаной.

Подпрограмма SP3013 предназначена для изменения ориентации грани на противоположную.

Обращение:

CALL SP3013(A,N,B)

где A=A(N) - массив ребер, содержащий описание N/6 ребер;

N - число ребер в массиве A;

B=B(N) - массив, в который будут помещены описания ребер из A с измененной ориентацией.

Допускается B=A, т.е. запись результата в исходный массив.

Подпрограмма SP3014 предназначена для определения некоторого вектора, нормального к данной грани.

Обращение:

CALL SP3014(A,N,X,Y,Z)

где A=A(N) - массив ребер, задающих грань, содержащий описание N/6 ребер;

N - число ребер в массиве A;

X, Y, Z - вычисляемые координаты вектора нормали.

Вектор нормали вычисляется по формуле:

$$(X, Y, Z) = \sum [v_{i1} * v_{i2}] \quad (5)$$

где v_{i1} и v_{i2} - векторы (точки) концов i-го ребра, а $[*]$ - знак векторного произведения. Сумма берется по всем ребрам из A. Результирующий вектор не нормируется.

3533847.00026-02 33 01

Далее описываются подпрограммы, предназначенные для описания наборов граней, являющихся поверхностью или телом вращения обобщенного цилиндра и обобщенного конуса. Все описываемые здесь подпрограммы основаны на подпрограммах SP3020, SP3021, SP3024, описанных в подразд. 2.12.

Подпрограмма SP3022 предназначена для описания поверхности, полученной переносом заданного набора ребер на заданный вектор, как показано на рис.17.

Обращение:

CALL SP3022(A,N,B,M,V,I)

где A=A(N) - массив, содержащий описание N/6 ребер, лежащих в одной плоскости и заданных относительно трехмерной декартовой прямоугольной системы координат;

N - число ребер в массиве A;

B=B(M) - массив, в который будет помещено описание набора граней;

M - общая длина этого массива;

V=V(3) - вектор переноса; он должен быть параллелен плоскости ребер и не должен иметь нулевую длину;

I - признак:

I=1 - ориентацию не менять,

I=-1 - ориентацию менять на противоположную (см. рис. 17).

Длина массива B вычисляется по формуле

$$M=N*4+N/6 \quad (6)$$

Получение поверхности переносом набора ребер
по вектору

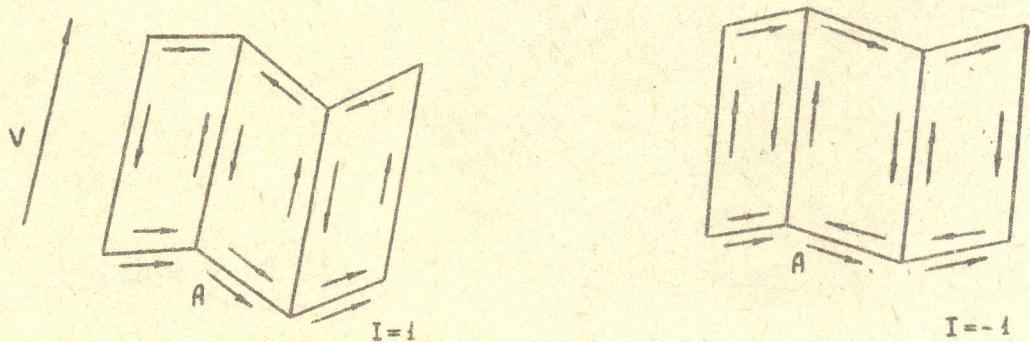


Рис.17

Подпрограмма SP3023 предназначена для описания поверхности, заданной набором ребер и точкой (рис.18).

Обращение:

CALL SP3023(A,N,B,M,V,I)

где $A=A(N)$ - массив, задающий $N/6$ ребер, лежащих в одной плоскости и рассматриваемых относительно трехмерной декартовой прямоугольной системы координат;

N - число ребер в массиве A ;

$B=B(M)$ - массив, в который будет помещено описание набора граней;

M - общая длина этого массива;

$V=V(3)$ - точка; она не должна лежать в плоскости ребер;

I - признак:

$I=1$ - ориентацию не менять,

$I=-1$ - ориентацию менять на противоположную (см. рис. 18)

Длина массива B вычисляется по формуле

$$M=N*3+N/6 \quad (7)$$

Получение поверхности по набору ребер и точке

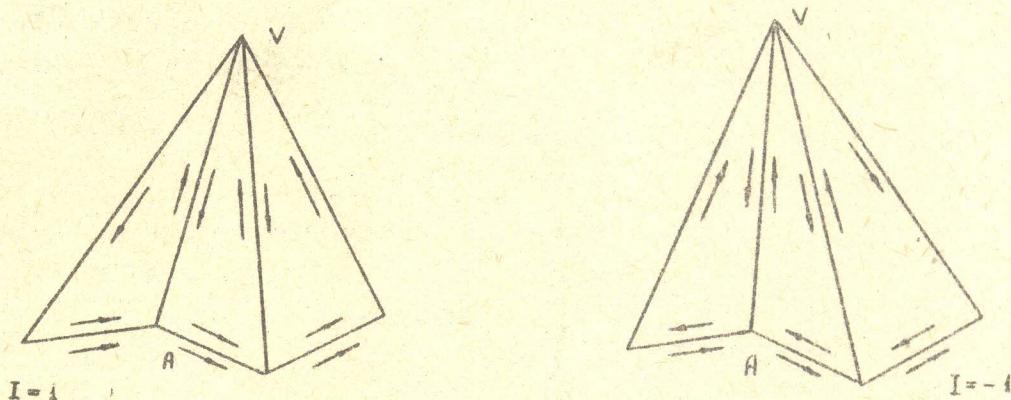


Рис. 18

Подпрограмма SP3025 предназначена для описания поверхности вращения, заданной набором ребер и параметрами угла (рис. 19).
Обращение:

CALL SP3025(A,N,B,M,T,V,RS,RC,K)

где $A=A(N)$ - массив, задающий $N/6$ ребер, лежащих в одной плоскости и рассматриваемых относительно трехмерной декартовой прямоугольной системы координат;

N - число ребер в массиве A ;

$B=B(M)$ - массив, в который будет помещено описание набора граней;

M - общая длина этого массива;

$T=T(3), V=V(3)$ - точка и направляющий вектор прямой, определяющие ось вращения, она не должна быть перпендикулярна плоскости ребер; V - единичный вектор;

RS, RC - параметры угла приращения $RS=\sin(F)$, $RC=\cos(F)$, где F - угол приращения, т.е. элемент вращения;

K - число элементов вращения (см. рис. 19).

Длина массива B вычисляется по формуле

3533847.00026-02 33 01

$$M=4*K*N+K*N/6$$

(8)

Это максимальная длина массива В. Если ребра касаются оси или лежат на оси, то величина М может быть меньше. При положительном F вращение осуществляется против часовой стрелки, если смотреть вдоль оси вращения против вектора V и в противоположную сторону при отрицательном F. Ориентацию граней см. на рис.19.

Подпрограмма SP3031 предназначена для описания призмы, полученной переносом данной грани на данный вектор.

Обращение:

```
CALL SP3031(A,N,VH,V,B,K,M)
```

где A=A(N) - массив описания основания; содержит описание N/6 ребер;

N - число ребер в массиве A;

VH=VH(3) - вектор нормали к грани A;

V=V(3) - вектор переноса грани;

B=B(M) - массив, в который будет помещено описание набора граней призмы;

K - число граней в B;

M - общая длина массива B в словах.

Построение осуществляется с использованием подпрограммы SP3022.

Ограничение: (VH,V)!=0, т.е. вектор переноса не параллелен плоскости грани.

Получение поверхности вращения

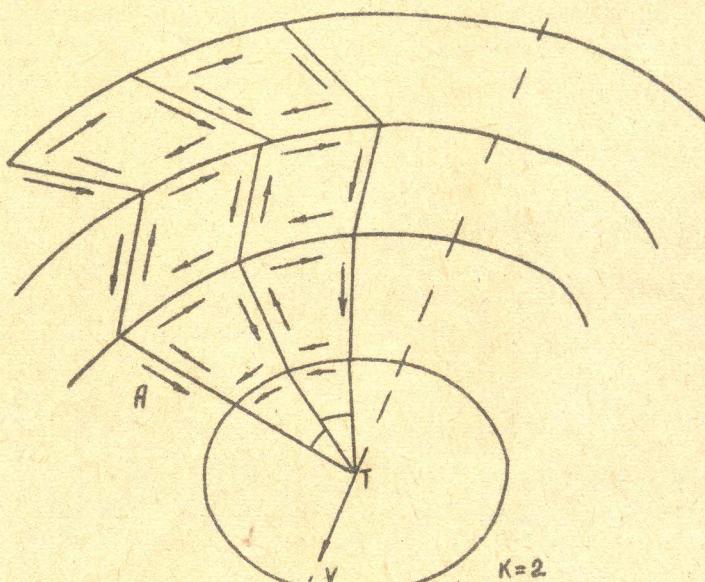


Рис.19

Подпрограмма SP3032 предназначена для описания конуса, заданного своим основанием и вершиной.

Обращение:

```
CALL SP3032(A,N,VH,V,B,K,M)
```

где V=V(3) - точка - вершина конуса; она не должна лежать в плоскости грани.

3533847.00026-02 33 01

Остальные параметры те же, что и в подпрограмме SP3031. Построение осуществляется с использованием подпрограммы SP3023.

Подпрограмма SP3033 предназначена для описания многогранника, полученного вращением заданной грани, вокруг данной оси на данный угол.

Обращение:

CALL SP3033(A,N,VH,V1,V2,AL,L,B,K,M)

где $V1=V1(3)$, $V2=V2(3)$ - точки, определяющие ось вращения;
 AL - угол вращения, заданный в радианах;

L - число частей, на которые разбивается данный угол для аппроксимации тела вращения многогранником.

Остальные параметры те же, что и в подпрограммах SP3031, SP3032.

Построение осуществляется с использованием подпрограммы SP3025. Ограничение: ось вращения не должна быть перпендикулярна плоскости грани. Вращение осуществляется против часовой стрелки, если смотреть из точки $V2$ в точку $V1$ при $AL>0$ и наоборот при $AL<0$. Если $AL>2$, то строится полное тело вращения. Максимальное значение параметра M и значение параметра K вычисляются по формулам:

$$\text{для SP3031: } K=N/6+2, M=2*(N+1)+25*N/6 \quad (9)$$

$$\text{для SP3032: } K=N/6+1, M=(N+1)+19*N/6 \quad (10)$$

$$\text{для SP3033: } AL<2, K=N/6*L+2, M=2*(N+1)+25*L*N/6 \quad (11)$$

$$\text{для SP3033: } AL>2, K=N/6*L, M=25*L*N/6 \quad (12)$$

Для удобства работы с компонентом БП написаны три подпрограммы, являющиеся частным случаем вышеописанных и предназначенные для построения специальных многогранников.

Подпрограмма SP3051 предназначена для построения многогранника - параллелепипеда.

Обращение:

CALL SP3051(V,X,Y,B,K,M)

где $V=V(3)$ - вектор переноса $V(3) != 0$;

X, Y - координаты точки на плоскости XOY ;

$B=B(M), K, M$ - те же, что и в подпрограмме SP3033.

Строится многогранник, как показано на рис.20. Переменные K и M равны 6 и 150, соответственно.

Подпрограмма SP3052 предназначена для построения многогранника - двойной цилиндрической круговой оболочки.

Обращение:

CALL SP3052(V,R1,R2,N,B,K,M)

где $V=V(3)$ - вектор переноса;

$R1, R2$ - значения внутреннего и внешнего радиусов основания, $R2>R1>0$.

N - число частей, на которые разбивается окружность основания при ее аппроксимации многоугольником;

$B=B(M), K, M$ - те же, что и в подпрограмме SP3051.

Строится многогранник, как показано на рис.20. Если $R1=0$, то отверстия нет. Переменные K и M вычисляются по формулам:

$$R1=0: K=N+2, M=2*(6N+1)+25*N \quad (13)$$

$$R1!=0: K=2N+2, M=2*(12N+1)+50*N \quad (14)$$

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма SP3053 предназначена для описания многогранника - двойной круговой конусной оболочки.

Обращение:

CALL SP3053(V,R1,R2,N,B,K,M)

где $V=V(3)$ - вершина косинуса; $V(3) != 0$;

$R1, R2, N, B(M), K, M$ - те же, что и в SP3052.

Строится многогранник, как показано на рис. 20. Если $R1=0$, то полости нет. Переменные K и M вычисляются по формулам:

$$R1=0: K=N+1, M=6*N+1+19*N \quad (15)$$

$$R1!=0: K=2N+1, M=12*N+1+38*N \quad (16)$$

2.10.3. Преобразования переноса, поворота и масштабирования

В компоненте БП имеются четыре подпрограммы, предназначенные для реализации аффинных преобразований набора граней.

Параллелепипед, цилиндр, конус

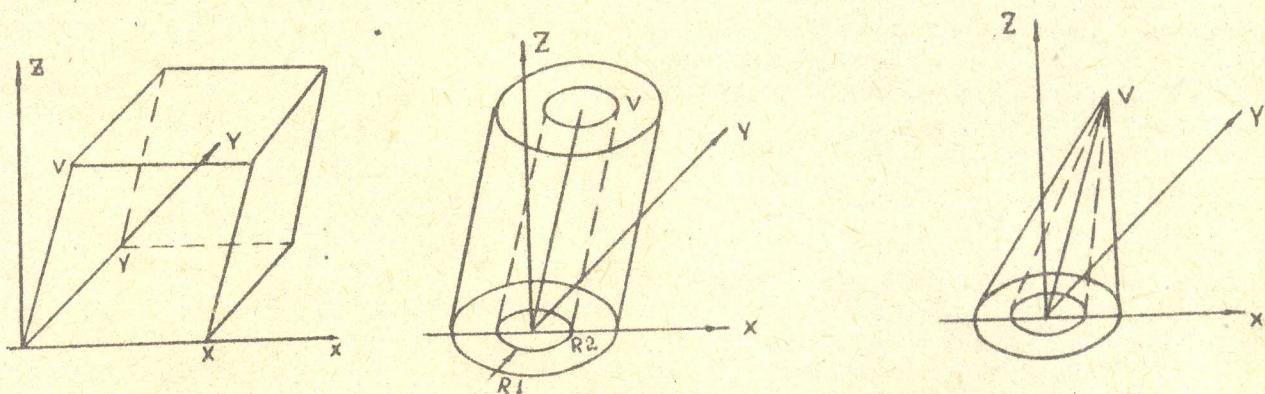


Рис. 20

Подпрограмма SP3505 предназначена для переноса набора граней на данный вектор.

Обращение:

CALL SP3505(A,K,X,Y,Z)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

K - число граней в массиве A ;

X, Y, Z - параметры переноса по осям OX, OY, OZ , соответственно.

Подпрограмма SP3506 предназначена для масштабирования набора граней.

Обращение:

CALL SP3506(A,K,X,Y,Z)

3533847.00026-02 33 01

где А, К - те же, что и в SP3505;

X, Y, Z - коэффициенты масштабирования по осям ОХ, ОY, ОZ, соответственно.

Подпрограмма SP3507 предназначена для поворота набора граней вокруг заданной оси на заданный угол.

Обращение:

```
CALL SP3507(A,K,X1,Y1,Z1,X2,Y2,Z2,CA,SA)
```

где А, К - те же, что и в SP3505;

X1, Y1, Z1, X2, Y2, Z2 - координаты двух точек, определяющих ось вращения;

CA, SA - параметры угла поворота, CA=COS(F), SA=SIN(F), где F - угол поворота.

При F>0 вращение осуществляется против часовой стрелки, если смотреть из точки (X2, Y2, Z2) на точку (X1, Y1, Z1). При F<0 вращение осуществляется в противоположном направлении.

Подпрограмма SP3508 предназначена для сложного преобразования набора граней.

Обращение:

```
CALL SP3508(A,K,V1,V2,V3,V4)
```

где А, К - те же, что и в SP3505;

V1=V1(3), V2=V2(3) - две точки, определяющие начальный отрезок;

V3=V3(3), V4=V4(3) - две точки, определяющие конечный отрезок.

Ограничение: V1!=V2 и V3!=V4.

Преобразование заключается в последовательном выполнении следующих трех простых преобразований:

- 1) перенос набора граней на вектор (V3-V1);
- 2) поворот набора граней вокруг оси, определяемой вектором [(V2-V1)x(V4-V3)] и точкой V3 на угол, равный углу между векторами (V4-V3) и (V2-V1);

- 3) равномерное масштабирование набора граней так, чтобы V3 оставалась неподвижной, а коэффициент масштабирования был бы равен: K=(|V3-V4|)/(|V1-V2|).

Смысл преобразования состоит в том, что если рассматривать набор граней А, К и отрезок (V1, V2) как единое целое, то преобразование переводит отрезок (V1, V2) в отрезок (V3, V4) описанным выше способом. Вообще говоря, таких преобразований может быть сколько угодно много, но подпрограмма выполняет именно то преобразование из этого бесчисленного множества, которое сохраняет инвариантной плоскость, определяемую векторами V1-V2 и V3-V4.

2.10.4. Теоретико - множественные операции над многогранниками

В компоненте БП имеются три программы, реализующие теоретико-множественные операции над многогранниками. Все они при работе используют подпрограммы SP3380 - SP3389, которые по существу и реализуют эти операции. Они описываются в подразд. 2.12.

Описываемые ниже подпрограммы имеют одни и те же параметры:

А - массив, содержащий описание набора граней первого многогранника;

N - число граней в массиве А;

В - массив, содержащий описание набора граней второго многогранника;

М - число граней в массиве В;

С - массив, в который будет помещено описание набора граней многогранника - результата операции;

Л - число граней в массиве С;

LC - переменная, в которую перед обращением к подпрограммам должна быть записана предоставляемая пользователем длина массива С в словах; после обращения эта переменная содержит общую длину массива-результата в словах, или ее значение отрицательно, если предоставляемой длины не хватило.

При работе подпрограммы дискретизируют исходные многогранники с помощью подпрограммы SP3381. Внутри подпрограммы SP3385 используется рабочий массив длиной 600 слов, в котором копится сечение многогранника плоскостью, т.е. предполагается, что сечение содержит не более ста ребер.

Во время работы подпрограмм осуществляется вычисление общей длины массива граней по числу граней и наоборот. Эти вычисления осуществляются подпрограммами SP3368, SP3389 и могут быть использованы самостоятельно.

Подпрограмма SP3391 предназначена для описания пересечения двух многогранников.

Обращение:

CALL SP3391(A,N,B,M,C,L,LC)

В массив С помещается описание многогранника, являющегося теоретико-множественным пересечением двух исходных.

Подпрограмма SP3392 предназначена для описания объединения двух многогранников.

Обращение:

CALL SP3392(A,N,B,M,C,L,LC)

В массив С помещается описание многогранника, являющегося теоретико-множественным объединением двух исходных.

Подпрограмма SP3393 предназначена для описания разности двух многогранников.

Обращение:

CALL SP3393(A,N,B,M,C,L,LC)

В массив С помещается описание многогранника, являющегося результатом теоретико-множественного вычитания многогранника В из многогранника А.

2.11. Вычисление характеристик многоугольников и многогранников

В этом подразделе описаны подпрограммы, предназначенные для вычисления габаритов, длин, площадей, объемов, центров инерции и моментов инерции многоугольников и многогранников. В подпрограммах предполагается, что многоугольники и многогранники моделируют однородное тело с плотностью, равной единице. Некоторые характеристи-

3533847.00026-02 33 01

тики имеют смысл для незамкнутых наборов ребер и граней, т.е. кривых и поверхностей. Структуры задания наборов граней и ребер описаны в подразд. 2.9 - 2.10.

Вычисление габаритов набора точек на плоскости, а следовательно и многоугольника, осуществляется подпрограммой SP2011.

Обращение:

```
CALL SP2011(A,N,DX,UX,DY,UY,I)
```

где A=A(N) - массив координат N/2 точек плоскости;

N - длина массива A;

DX,UX - минимальное и максимальное значения по X, вычисляются;

DY,UY - минимальное и максимальное значения по Y, вычисляются;

I - признак:

I=0 - начальные значения DX,UX,DY,UY заносятся;

I=1 - предполагается, что DX,UX,DY,UY уже имеют начальные значения.

Вычисление габаритов набора точек в пространстве, а следовательно и грани, осуществляется подпрограммой SP3011.

Обращение:

```
CALL SP3011(A,N,DX,UX,DY,UY,DZ,UZ,I)
```

где A=A(N) - массив координат N/3 точек пространства;

N - длина массива A;

DX,UX - минимальное и максимальное значения по X, вычисляются;

DY,UY - минимальное и максимальное значения по Y, вычисляются;

DZ,UZ - минимальное и максимальное значения по Z, вычисляются;

I - признак:

I=0 - начальные значения DX,UX,DY,UY,DZ,UZ заносятся;

I=1 - предполагается, что DX,UX,DY,UY,DZ,UZ уже заданы.

Вычисление габаритов набора граней, а следовательно и многогранника, осуществляется подпрограммой SP3600.

Обращение:

```
CALL SP3600(A,K,DX,UX,DY,UY,DZ,UZ)
```

где A - массив, содержащий описание набора граней;

K - число граней в массиве A;

DX,UX,DY,UY,DZ,UZ - те же, что и в подпрограмме SP3011.

Вычисление суммарной длины набора ребер на плоскости, и следовательно периметра многоугольника, осуществляется подпрограммой SP2601.

Обращение:

```
CALL SP2601(A,N,DL)
```

3533847.00026-02.33 01

где $A=A(N)$ - массив $N/4$ ребер, расположенных в одной плоскости;
 N - число ребер в массиве A ;
 DL - суммарная длина ребер.
Вычисление длины набора ребер в пространстве, и следовательно
периметра грани, осуществляется подпрограммой SP3601.
Обращение:

CALL SP3601(A,N,DL)

где $A=A(N)$ - массив трехмерных координат концов $N/6$ ребер;
 N - длина массива A ;
 DL - суммарная длина ребер.
Вычисление центра инерции (тяжести) набора ребер на плоскости
или многоугольника осуществляется подпрограммой SP2602.
Обращение:

CALL SP2602(A,N,X,Y,I)

где $A=A(N)$ - массив двумерных координат концов $N/4$ ребер;
 N - длина массива A ;
 X, Y - координаты центра инерции;
 I - признак:
 $I=0$ - набор ребер;
 $I!=0$ - многоугольник.
Нахождение усредненной точки по грани, заданной набором ребер,
осуществляется подпрограммой SP3017.

Обращение:

CALL SP3017(A,N,V)

где $A=A(N)$ - массив трехмерных координат концов $N/6$ ребер;
 N - длина массива A ;
 $V=V(3)$ - результат - усредненная точка.
Вычисление координат центра инерции набора граней или многог-
ранника осуществляется подпрограммой SP3602.
Обращение:

CALL SP3602(A,K,V,I)

где A - массив, содержащий описание набора граней;
 K - число граней в массиве A ;
 $V=V(3)$ - точка центра инерции;
 I - признак:
 $I=0$ - набор граней;
 $I!=0$ - многогранник.
Вычисление площади многоугольника, заданного на плоскости на-
бором ребер, осуществляется подпрограммой SP2603.
Обращение:

CALL SP2603(A,N,S)

где $A=A(N)$ - массив координат концов $N/4$ направленных ребер, рас-
положенных в одной плоскости;
 N - длина массива A ;
 S - площадь многоугольника.