

3533847.00026-02 33 01

Построение нормали к грани, заданной набором ребер, осуществляется подпрограммой SP3016.
Обращение:

CALL SP3016(A,N,V)

где A=A(N) - массив трехмерных координат концов N/6 ребер данной грани;

N - длина массива A;

V - вектор нормали грани.

Вычисление площади набора граней, и следовательно площади поверхности многогранника, осуществляется подпрограммой SP3603.

Обращение:

CALL SP3603(A,K,S)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

K - число граней в массиве A;

S - площадь поверхности.

Вычисление объема многогранника, заданного набором граней, осуществляется подпрограммой SP3604.

Обращение:

CALL SP3604(A,K,RV)

где A - массив, содержащий описание граней;

K - число граней в массиве A;

RV - объем многогранника.

Моменты инерции рассчитываются относительно оси, задаваемой вектором V0 и проходящей через начало координат. Подпрограммы работают только с пространственными объектами, поскольку плоские являются вырожденным случаем.

Вычисление момента инерции набора ребер осуществляется подпрограммой SP3605.

Обращение:

CALL SP3605(A,N,V0,RJ,I)

где A=A(N) - массив трехмерных координат концов N/6 ребер;

N - длина массива A;

V0=V0(3) - вектор, определяющий вместе с началом координат ось вращения;

RJ - момент инерции;

I - признак:

I=0 - считается момент инерции набора ребер как набора "стержней";

I=1 - считается момент инерции грани "пластинки", заданной набором ребер.

Вычисление момента инерции граней осуществляется подпрограммой SP3606.

Обращение:

CALL SP3606(A,K,V0,RJ,I)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

3533847.00026-02 33 01

K - число граней в массиве A ;

$V_0=V_0(3)$ - вектор, определяющий ось вращения;

RJ - момент инерции;

I - признак:

$I=0$ - считается момент инерции набора граней как "пластиночка", т.е. поверхности,

$I=1$ - считается момент инерции тела - многогранника, заданного набором граней.

2.12. Служебные подпрограммы для работы с полиэдрами

В этом подразделе рассматриваются подпрограммы компонента БП, которые не были описаны раньше, но были использованы в других подпрограммах. Некоторые из них имеют четко определенное функциональное назначение и поэтому полезны для непосредственной эксплуатации.

Подпрограмма SP0000 предназначена для распечатки на АЦПУ массива, описывающего многогранник.

Обращение:

CALL SP0000(A)

где A - массив, описывающий многогранник:

$A=A(1)$ - общая длина массива;

$A=A(2)$ - число граней в A ;

$A=A(3)\dots$ - описание граней.

Подпрограмма SP0001 предназначена для слияния массивов.

Обращение:

CALL SP0001(A,N,B,M)

где $A=A(N)$ - исходный массив;

N - длина массива A ;

$B=B(M)$ - дописываемый массив;

M - длина массива B .

После работы в массив A , начиная с $N+1$ -го элемента, дописывается массив B . При выходе $N=N+M$.

Подпрограмма SP0002 предназначена для дублирования массива (сдвиг вверх).

Обращение:

CALL SP0002(A,N,B)

где $A=A(N)$ - исходный массив;

N - длина массива A ;

B - массив, в который, начиная с первого элемента, записывается массив A . Перепись идет в следующем порядке элементов: $1, 2, \dots, N$.

Подпрограмма SP0003 предназначена для дублирования массива (сдвиг вниз).

Обращение:

CALL SP0003(A,N,B)

где $A=A(N)$ - исходный массив;

N - длина массива A ;

B - результирующий массив.

3533847.00026-02 33 01

SP0003 делает то же, что и SP0002, но перепись элементов идет в следующем порядке:

N, N-1, ..., 1.

Подпрограмма SP2401 предназначена для разбиения отрезка многоугольником и выбор элементов разбиения (реализует основной алгоритм теоретико-множественных операций на плоскости).

Обращение:

CALL SP2401(A,N,XY,S,M)

где A - массив ребер на плоскости (данный многоугольник),

N - число ребер в массиве A;

XY=XY(4) - отрезок, который разбивается;

S - массив, содержащий выбранные отрезки разбиения;

M - число отрезков - ребер в массиве S.

Предполагается, что перед обращением массивы A и XY дискретизованы с помощью подпрограмм SP2403. Признаки выбора отрезков разбиения (внутренние, внешние, совпадающие по направлению граничные, не совпадающие по направлению граничные) устанавливаются в SP2402, которая обращается к данной подпрограмме, и передаются ей через общий блок SP9902.

Подпрограмма SP2402 предназначена для реализации теоретико-множественных операций над двумя многоугольниками в плоскости.

Обращение:

CALL SP2402(A,N,B,M,S,K,I)

где A,B - массивы ребер, задающие исходные многоугольники;

N,M - число ребер в массивах A,B, соответственно;

S - массив ребер результата теоретико-множественной операции;

K - перед обращением: заданная пользователем длина массива S; после обращения: если K<0, то длины S недостаточно; если K>0, то K - число ребер в S;

I - тип операции:

I=1 - пересечение;

I=2 - объединение;

I=3 - вычитание B из A;

I=4 - специальное вычитание B из A: нахождение всех ребер A и их частей, не лежащих в B.

Подпрограмма обращается к SP2403 для дискретизации многоугольников (при этом переменные N и M могут изменяться), устанавливает признаки выбора отрезков в зависимости от операции и обращается (в цикле) к SP2401.

Подпрограмма SP2403 предназначена для дискретизации массива ребер.

Обращение:

CALL SP2403(A,N)

где A - массив ребер;

N - переменная, содержащая число ребер в A; после обращения ее значение может измениться.

Подпрограмма устанавливает константы дискретизации - параметры сетки, на которую пересчитываются координаты концов ребер в

3533847.00026-02 33 01

общий блок SP9902, дискретизирует ребра и выбрасывает ребра, длина которых меньше ребра сетки, затем исправляет значение N.
Структура общего блока:

COMMON/SP9902/EE,ER,ET,C(5)

где EE - величина шага сетки дискретизации, EE=1./ER;
ER - величина, обратная шагу сетки, ER=1024; эта величина должна быть степенью 2 для корректной работы SP2401;

ET=0.5*EE - рабочая константа;

C(5) - массив признаков выбора отрезков разбиения:

C(1)= 1. - выбирать отрезки, лежащие внутри;

C(1)=-1. - выбирать отрезки, лежащие вне;

C(2)= 1., C(3)=-1. - совпадающие по направлению отрезки относить к внутренним;

C(2)=-1., C(3)= 1. - совпадающие по направлению отрезки относить к внешним;

C(4)= 1., C(5)=-1. - не совпадающие по направлению отрезки относить к внутренним;

C(4)=-1., C(5)= 1. - не совпадающие по направлению отрезки относить к внешним.

Параметры дискретизации устанавливаются внутри подпрограммы SP2403 с помощью обращения CALL SP9999(1024.,0).

Подпрограмма SP3015 предназначена для нормировки трехмерного вектора.

Обращение:

CALL SP3015(V,V1)

где V=V(3) - исходный вектор;

V1=V1(3) - нормированный вектор.

Допускается: V1=V. Нормировка осуществляется по формуле

$$\|V\| = \|V/\|V\|_{\infty}\| \cdot \|V\|_{\infty} \quad (17)$$

где $\|V\|_{\infty}=\text{MAX}(\|Vi\|)$.

Если $\|V\|_{\infty}=0$, то нормировка не производится.

Подпрограмма SP3014 предназначена для определения нормали к грани.

Обращение:

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

где A=A(N) - массив из N/6 ребер, рассматриваемых относительно трехмерной системы координат;

N - число ребер в массиве A;

X, Y, Z - координаты вектора нормали.

Примечание. Вектор нормали не нормируется.

Подпрограмма SP3020 предназначена для описания параллелограмма, полученного переносом данного ребра на данный вектор.

Обращение:

CALL SP3020(A,B,M,V)

где A=A(6) - массив, задающий координаты концов ребра (X1, Y1, Z1, X2, Y2, Z2);

B=B(M) - результирующая ломаная (M=15);

V=V(3) - вектор переноса.

3533847.00026-02 33 01

Направление ребер четырехзвенной ломаной соответствует направлению ребра А.

Подпрограмма SP3021 предназначена для описания ломаной, заданной ребром и точкой.

Обращение:

CALL SP3021(A,B,M,V)

где A=A(6) - массив, задающий координаты концов ребра (X₁,Y₁,Z₁,X₂,Y₂,Z₂);

B=B(M) - результирующая ломаная (M=12);

V=V(3) - массив координат точки.

Направление ребер трехзвенной ломаной соответствует направлению ребра А. Ломаная является границей треугольника с вершиной в точке V и основанием на ребре А.

Подпрограмма SP3024 предназначена для создания четырехугольной грани, полученной поворотом ребра вокруг оси.

Обращение:

CALL SP3024(A,B,M,V1,P1,RS,RC,I)

где A=A(6) - массив, задающий координаты концов ребра (X₁,Y₁,Z₁,X₂,Y₂,Z₂),

B=B(M) - результирующая грань (набор ребер), M=24; если ребро касается оси вращения, M=18; если ребро лежит на оси вращения, M=0;

V1=V1(3),P1=P1(3) - точка и единичный направляющий вектор, определяющие ось вращения;

RS,RC - параметры угла поворота, RS=SIN(F), RC=COS(F), где F - ориентированный угол поворота.

I - признак:

I>0 - ориентация ребер соответствует ориентации ребра А;

I<0 - ориентация изменяется на противоположную.

Подпрограмма SP3380 предназначена для дискретизации массива пространственных ребер.

Обращение:

CALL SP3380(A,N)

где A=A(N) - массив пространственных N/6 ребер;

N - число ребер в массиве A.

Подпрограмма осуществляет дискретизацию точек - концов ребер. Если после дискретизации ребро имеет нулевую длину, то оно выбрасывается. Значение N исправляется. Параметры дискретизации (шаг сетки) берутся из общего блока SP9903.

Подпрограмма SP3381 предназначена для дискретизации набора граней.

Обращение:

CALL SP3381(A,N,KC)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

N - число граней в А;

KC - результирующая общая длина массива A после дискретизации.

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма устанавливает в массив Е(3) общего блока SP9903 параметры дискретизации и в цикле обращается к SP3380. Устанавливаемые параметры: Е(2)=1024., Е(1)=1./Е(2), Е(3)=0.5*Е(1).

Параметры дискретизации устанавливаются внутри подпрограммы с помощью обращения CALL SP9999(1024.,0).

Подпрограмма SP3382 предназначена для "склейки" ребер грани.
Обращение:

CALL SP3382(A,N,K)

где A=A(N) - массив из N/6 пространственных ребер;
N - число ребер в массиве A;

K - результирующая длина массива A после "склейки".

Смысл "склейки" состоит в следующем: если в массиве A встретились два совпадающих, но противоположно ориентированных ребра, то они оба удаляются (происходит сжатие массива A); если ребра совпадают и одинаково ориентированы, то остается одно из них.

Подпрограмма SP3383 предназначена для специального преобразования координат массива ребер (грани).
Обращение:

CALL SP3383(A,N,V,K)

где A=A(N) - массив из N/6 ребер;

N - число ребер в массиве A;

V=V(3) - вектор, определяющий преобразование;

K - признак:

K=1 - прямое преобразование;

K=2 - обратное преобразование.

Суть преобразования состоит в следующем: находится максимальная по модулю компонента вектора V. Пусть ее номер $i (1 \leq i \leq 3)$. Тогда для каждой точки массива A выполняются следующие перестановки координат: $j = i * \text{SIGN}(v(i))$

$K=1, J=1 (X, Y, Z) \rightarrow (Z, Y, X) \quad K=2, J=1 (X, Y, Z) \rightarrow (Z, Y, X)$

$J=-1 (X, Y, Z) \rightarrow (Y, Z, X) \quad J=-1 (X, Y, Z) \rightarrow (Z, X, Y)$

$J=2 (X, Y, Z) \rightarrow (X, Z, Y) \quad J=2 (X, Y, Z) \rightarrow (X, Z, Y)$

$J=-2 (X, Y, Z) \rightarrow (Z, X, Y) \quad J=-2 (X, Y, Z) \rightarrow (Y, Z, X)$

$J=3 (X, Y, Z) \rightarrow (Y, X, Z) \quad J=3 (X, Y, Z) \rightarrow (Y, X, Z)$

$J=-3 (X, Y, Z) \rightarrow (X, Y, Z) \quad J=-3 (X, Y, Z) \rightarrow (X, Y, Z)$

Смысл такой перестановки состоит в том, что грань так расположается относительно координатной плоскости, чтобы ортогональная проекция грани на эту плоскость была бы максимальной по площади.

Подпрограмма SP3384 предназначена для разбиения пространственного отрезка грани и выбор частей разбиения (аналог SP2401 для пространства).

Обращение:

CALL SP3384(A,N,XY,S,M,)

Обращение:

CALL YP221(KI,X,Y,AL,R,AL1,AL2),

где A - массив пространственных ребер (грань);

N - число ребер в A;

XY=XY(6) - разбиваемый отрезок (ребро);

3533847.00026-02 33 01

S - массив, куда помещается набор ребер (частей XY), выбранных по признакам из разбиения ребра XY;

M - число ребер в S.

Предполагается, что массивы A и XY дискретизованы и преобразованы с помощью подпрограммы SP3383. Признаки выбора отрезков разбиения такие же, как и в SP2401, и должны быть установлены в общий блок SP9903 (массив общего блока C(5)) перед обращением к этой подпрограмме.

Подпрограмма SP3385 предназначена для реализации теоретико-множественных операций над двумя пространственными гранями, лежащими в одной плоскости (аналог SP2402 в пространстве).
Обращение:

CALL SP3385(A,N,B,M,S,K,I)

где A,B - массивы ребер исходных граней;

N,M, - число ребер в массивах A, B, соответственно;

S - набор ребер грани - результата теоретико-множественной операции;

K - число ребер в массиве S;

I - тип операции:

I=1 - пересечение;

I=2 - объединение;

I=3 - вычитание грани B из грани A.

Предполагается, что массивы A, B дискретизованы. Подпрограмма обращается в цикле к SP3384, устанавливая предварительно признаки выбора отрезков разбиения в массиве C(5) общего блока SP9903. Признаки те же, что и в SP2403.

Подпрограмма SP3386 предназначена для разбиения грани набором граней.

Обращение:

CALL SP3386(A,N,B,C)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

N - число граней в массиве A;

B - описание грани, которая "разбивается"; B(1) - длина массива B;

C - описание грани - результата разбиения; C(1) - общая длина C. Если C(1)=0, то грань пуста.

Подпрограмма осуществляет пересечение многогранника плоскостью грани B, и затем производит теоретико-множественную операцию с результатом сечения с гранью B. Результат операции записывается в C. Тип операции, а также учет граней, лежащих в плоскости сечения, определяется массивом признаков P(3), которые должны быть установлены перед обращением к этой подпрограмме и переданы ею через общий блок SP9903.

Подпрограмма SP3387 предназначена для реализации теоретико-множественных операций над многогранниками.
Обращение:

CALL SP3387(A,N,B,M,C,L,K)

где A,B - массивы наборов граней, описывающие два многогранника;

N,M - число граней в массивах A,B, соответственно;

3533847.00026-02 33 01

C - массив набора граней - результата операции;
 L - перед обращением - длина массива C, задаваемая пользователем; после обращения: если $L < 0$, то длины массива C не хватило; если $L \geq 0$, то L - число граней в C;

K - тип операции:

- K=1 - пересечение;
- K=2 - объединение;
- K=3 - разность: A\B.

Предполагается, что исходные массивы дискретизованы. Подпрограмма устанавливает признаки в массив P(3) общего блока SP9903 и в цикле обращается к SP3386. Структура общего блока SP9903 следующая:

COMMON/SP9903/E(3),C(5),P(5)

где E(3) - параметры дискретизации;

C(5) - признаки выбора отрезков теоретико-множественных операций над плоскими фигурами;

P(3) - признаки выбора граней:

P(1)=1. - выбирать части разбиваемой грани, лежащие внутри многогранника;

P(1)=-1. - выбирать части разбиваемой грани, лежащие вне многогранника;

P(2)=1. - совпадающие по нормали и лежащие в сечении грани относить к внутренним;

P(2)=-1. - те же грани, что и предыдущие, относить к внешним;

P(3)=1. - не совпадающие по нормали, но лежащие в сечении грани относить к внутренним;

P(3)=-1. - не совпадающие по нормали, но лежащие в сечении грани относить к внешним.

Подпрограмма SP3388 предназначена для подсчета числа граней данного набора.

Обращение:

CALL SP3388(A,K,N)

где A=A(N) - массив, содержащий описание набора граней;

K - переменная, в которую помещается число граней массива A;

N - длина массива A.

Подпрограмма SP3389 предназначена для подсчета общей длины массива, содержащего набор граней.

Обращение:

CALL SP3389(A,K,N)

где A - массив, содержащий описание набора граней;

K - число граней в массиве A;

N - переменная, куда помещается общая длина массива A.

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма SP3501 предназначена для сдвига массива точек на вектор.
Обращение:

CALL SP3501(A,N,X,Y,Z)

где A=A(N) - массив координат пространственных N/3 точек;
N - длина массива A;
X, Y, Z - вектор сдвига.

Подпрограмма SP3502 предназначена для масштабирования по осям массива пространственных точек.

Обращение:

CALL SP3502(A,N,X,Y,Z)

где A=A(N) - массив координат пространственных N/3 точек;
N - длина массива A;

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

Подпрограмма SP3503 предназначена для поворота массива пространственных точек относительно данной оси.

Обращение:

CALL SP3503(A,N,V1,P1,CA,SA)

где A=A(N) - массив координат N/3 пространственных точек;
N - длина массива A;

V1=V1(3), P1=P1(3) - точка и единичный вектор, определяющие ось вращения;

CA, SA - параметры угла поворота CA=COS(F), SA=SIN(F), где F - угол поворота, отсчитываемый против часовой стрелки, если смотреть вдоль оси вращения навстречу вектору P1.

Подпрограмма SP2071 предназначена для преобразования параметров локальной системы координат элемента плоской кривой.

Обращение:

CALL SP2071(X,Y,AL,A,L)

где X, Y, AL - исходные параметры локальной системы координат, угол дан в радианах;

A - массив, в который, начиная со слова L, в шести словах записаны новые параметры этой системы координат;

L - номер свободного слова в массиве A, после обращения увеличивается на 6.

Подпрограмма записывает в массив A, начиная с номера L, 6 слов:

A(L)=X)
 > - начало локальной системы;

A(L+1)=Y)

A(L+2)=X+COS(F)) - конец орта абсцисс локальной системы
 > в глобальной системе;

A(L+3)=Y+SIN(F))

A(L+4)=X-SIN(F)) - конец орта ординат локальной системы
 > в глобальной системе.

A(L+5)=Y+COS(F))

Подпрограмма SP2072 предназначена для записи параметров в массив.

Обращение:

```
CALL SP2072(N,X1,X2,X3,X4,X5,X6,A,L)
```

где N - число записываемых параметров. Если N>6, то L=L+N; если N<=6, то L=L+6, при этом в массив параметры не записываются;

X1, X2, X3, X4, X5, X6 - задаваемые параметры;

A - массив, в который, начиная с номера L, записываются первые N параметров; величина L увеличивается на N.

Подпрограмма SP2073 предназначена для перевода координат массива точек из локальной системы в глобальную.

Обращение:

```
CALL SP2073(S,A,N)
```

где S=S(6) - массив, задающий локальную систему координат, как результат в SP2071;

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

N - длина массива A.

Координаты преобразуются по следующим формулам:

$$X=S(1)+X'(S(3)-S(1))+Y'(S(5)-S(1)) \quad (18)$$

$$Y=S(2)+X'(S(4)-S(2))+Y'(S(6)-S(2)) \quad (19)$$

где (X', Y') - координаты исходной точки в локальной системе;

(X, Y) - координаты той же точки в глобальной системе.

Подпрограмма SP9999 предназначена для установки параметров дискретизации в общие блоки с именами /SP9902/ и /SP9903/.

Обращение:

```
CALL SP9999(E,L)
```

где E - вещественная константа - величина, обратная шагу дискретизации;

L - режим работы подпрограммы: L=0 - установка параметров только, если они еще не устанавливались; L!=0 - безусловная установка параметров.

Используется внутренний общий блок с именем /SP9909/, содержащий переменную K - признак, была установка параметров или нет. Если K=19851985, то считается, что установка параметров уже была и при обращении с L=0 она не производится. Если L!=0, то установка осуществляется всегда. Обращения к этой подпрограмме осуществляются из подпрограмм SP2403 и SP3381 с L=0. Таким образом эта подпрограмма позволяет изменять параметры дискретизации непосредственно в программе пользователя, достаточно обратиться к ней с L!=0.

Эта возможность используется в отладочных режимах работы.

Параметры дискретизации из общих блоков /SP9902/ и /SP9903/, первые три величины E1, E2, E3 устанавливаются следующим образом: E1=1./E, E2=E, E3=0.5/E, где E1 - шаг дискретизации.

2.13. Использование архива при построении плоских кривых, многоугольников и многогранников

Подпрограммы, входящие в компонент ПА, ориентированы на обработку полиздротов. Следует отметить, что подпрограммы данного компонента формируют объекты только на оперативной памяти и это, естественно, накладывает ограничения на их сложность.

Прежде чем работать с описываемыми подпрограммами, в программе пользователя должен быть инициализирован архив объектов. Эти подпрограммы предъявляют минимальные требования к архиву объектов: работают только на оперативной памяти и не используют средства создания связей между объектами. Поэтому возможен любой способ инициализации архива.

В этом подразделе приводятся минимальные сведения об инициализации архива, необходимого для работы описываемых подпрограмм.

Необходимо выделить память в общих блоках /AREL/, /KIEL/ и /KCEL/. Массив общего блока /AREL/ служит для хранения всех формируемых объектов, поэтому его длина (LAR) должна быть по возможности максимальной. Массив общего блока /KIEL/ предназначен для хранения именных блоков всех одновременно обрабатываемых объектов. При инициализации через подпрограмму MC0 именной блок объекта состоит из пяти слов, а при инициализации через подпрограмму AP0 - из десяти слов. Объекты могут многократно создаваться на одном и том же именном блоке. Массив общего блока /KCEL/ программам не требуется, поэтому его можно задать длиной в пять слов (для корректной работы). Простейший режим инициализации может быть установлен следующим обращением:

```
CALL MC0(LAR,LKI,0,5)
```

где LAR,LKI,5 - длины массивов общих блоков /AREL/, /KIEL/ и /KCEL/.

2.13.1. Структуры хранения объектов в архиве

В этом пункте описываются структуры представления формируемых объектов в архиве.

Объект идентифицируется переменной целого типа, ненулевое значение которой свидетельствует о выделении памяти объекту. Формирование объекта заключается в выделении памяти и занесении в информационную часть объекта содержательной информации, его характеризующей. Сформированные объекты идентифицируются программными переменными, заданными при их формировании. Правильность работы подпрограмм может быть проконтролирована проверкой значения 10-го слова общего блока с именем /KIEL/. Проверку необходимо выполнять непосредственно после обращения к подпрограмме.

2.13.1.1. Плоские кривые

Архивный тип объекта - 220. Ссылок нет. Информационный массив имеет следующую структуру: NC,NE,E1,...,E2,...,ENE,..., где NC - общее число слов в информационном массиве; NE - число элементов, входящих в описание кривой;

3533847.00026-02 33 01

E_i - массив описания i -го элемента кривой, его общая длина находится в первом слове описания каждого элемента.

При доопределении кривой в информационный массив с конца добавляются новые описания элементов и правятся слова NC и NE.

2.13.1.2. Многоугольники

Архивный тип объекта - 210. Ссылок нет. Информационный массив имеет следующую структуру: NC, ребро 1, ребро 2, ..., ребро L, где $L=(NC-1)/4$. Каждое ребро занимает 4 слова - координаты концов. При доопределении многоугольника в информационный массив дописываются описания новых ребер и правится слово NC - общая длина информационного массива.

2.13.1.3. Многогранники

Архивный тип объекта - 350. Ссылок нет. Информационный массив имеет следующую структуру: NC, NG, G1, ..., G2, ..., ..., GNG, ..., где NC - общее число слов в массиве;

NG - число граней;

G_i - массив описания i -й грани. Первое слово описания грани содержит полную длину в словах, занимаемую этим описанием.

Далее располагаются ребра - по 6 слов на каждое - координаты его концов. При доопределении многогранника грани дописываются в конец массива и подправляются значения слов NC и NG.

Все описываемые ниже подпрограммы используют общие блоки с именами /AREL/ и /KIEL/, которые должны быть обеспечены пользователем для работы с архивом.

2.14. Подпрограммы формирования объектов

Каждый формируемый объект идентифицируется своим именем - цепью программной переменной. Перед начальным описанием объекта этой переменной должно быть присвоено нулевое значение. При доопределении объекта осуществляется проверка на соответствие архивных типов.

2.14.1. Описание и преобразование плоских кривых

Подпрограмма YP221 предназначена для добавления к кривой дуги окружности.

Обращение:

```
CALL YP221(KI,X,Y,AL,R,AL1,AL2)
```

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные переменные, определяющие перенос начала локальной системы координат относительно исходной;

AL - угол поворота (в градусах) локальной системы координат относительно исходной;

3533847.00026-02 33 01

R - радиус формируемой дуги окружности;
 AL1 - угол (в градусах), определяющий начальную точку дуги;
 AL2 - угол (в градусах), определяющий конечную точку дуги;

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
 KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP222 предназначена для добавления к кривой дуги эллипса.

Обращение:

CALL YP222(KI,X,Y,AL,R1,R2,AL1,AL2)

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные переменные, определяющие перенос начала локальной системы координат относительно исходной;

AL - угол поворота (в градусах) локальной системы координат относительно исходной;

R1, R2 - полуоси эллипса;

AL1 - угол (в градусах), определяющий начальную точку дуги;

AL2 - угол (в градусах), определяющий конечную точку дуги;

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
 KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP223 предназначена для добавления к кривой дуги параболы.

Обращение:

CALL YP223(KI,X,Y,AL,P,XH,DX)

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные переменные, определяющие перенос начала локальной системы координат относительно исходной системы;

AL - угол поворота (в градусах) локальной системы координат относительно исходной;

P - параметр параболы;

XH - координата по оси X начальной точки дуги в локальной системе;

DX - приращение; XH+DX - координата по оси X конечной точки дуги.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
 KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP223 совпадают с параметрами SP2023.

Подпрограмма YP224 предназначена для добавления к кривой дуги гиперболы.

Обращение:

CALL YP224(KI,X,Y,AL,P,XH,DX)

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные переменные, определяющие перенос начала локальной системы координат относительно исходной системы;

AL - угол (в градусах) поворота локальной системы координат относительно исходной;

P - параметр гиперболы P>0;

3533847.00026-02 33 01

XH - координата по оси X начальной точки дуги в локальной системе;
DX - приращение; XH+DX - координата по оси X конечной точки дуги.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP224 совпадают с параметрами SP2024.
Подпрограмма YP230 предназначена для добавления к кривой ломаной в локальной системе координат.

Обращение:

CALL YP230(KI,X,Y,AL,R,N)

где KI - имя кривой;

X,Y - вещественные переменные, определяющие перенос начала локальной системы координат относительно исходной системы;

AL - угол поворота (в градусах) локальной системы координат относительно исходной;

R=R(N) - массив координат N/2 точек ломаной;

N - длина массива R.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP230 совпадают с параметрами SP2030.

Подпрограмма YP225 предназначена для добавления к кривой границы сегмента кольца в исходной системе координат.

Обращение:

CALL YP225(KI,R1,R2,AL)

где KI - имя кривой;

R1 - внутренний радиус кольца;

R2 - внешний радиус кольца;

AL - угол (в градусах), определяющий сегмент кольца.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP225 совпадают с первыми параметрами SP2025.

Подпрограмма YP226 предназначена для добавления к кривой границы части круга, отсекаемой двумя вертикальными прямыми в исходной системе координат.

Обращение:

CALL YP226(KI,R,H,DH)

где KI - имя кривой;

R - радиус круга;

H - расстояние от крайней левой точки окружности до первой прямой;

DH - расстояние между прямыми.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;
KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP226 совпадают с первыми параметрами SP2026.

Подпрограмма YP228 предназначена для добавления к кривой границы области, заключенной между двумя вертикальными прямыми и панорболовой в исходной системе координат.

Обращение:

CALL YP228(KI,R,H1,H2)

где KI - имя кривой;

R - вещественный параметр; ордината угловой точки, лежащей на второй прямой;

H1 - параметр первой прямой; X=H1 - ее уравнение;

H2 - параметр второй прямой; ее уравнение - X=H1+H2.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP228 совпадают с первыми параметрами SP2026.

Подпрограмма YP229 предназначена для добавления к кривой границы области, заключенной между двумя вертикальными прямыми и эллипсом в исходной системе координат.

Обращение:

CALL YP229(KI,R1,R2,H1,H2)

где KI - имя кривой;

R1,R2 - полуоси эллипса;

H1 - параметр первой прямой, ее уравнение - X=R1-H1;

H2 - расстояние между прямыми.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Последние параметры YP229 совпадают с первыми параметрами SP2029.

Подпрограмма YP231 предназначена для дополнения одной плоской кривой другой плоской кривой. (Можно использовать для формирования копии описания данной кривой).

Обращение:

CALL YP231(KI,KJ)

где KI - имя первой кривой;

KJ - имя второй кривой.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Если перед входом KI=0, то под именем KI будет получена копия описания кривой KJ.

Подпрограмма YP233 предназначена для изменения направления обхода плоской кривой на противоположное.

Обращение:

CALL YP233(KI)

где KI - имя кривой.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP234 предназначена для переноса или масштабирования плоской кривой.

Обращение:

CALL YP234(KI,X,Y,L)

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные числа, являющиеся координатами вектора переноса или коэффициентами масштабирования в зависимости от вида выполняемого преобразования;

L - параметр, определяющий вид преобразования: L=0 - перенос, L=1 - масштабирование.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP235 предназначена для поворота плоской кривой вокруг данной точки на данный угол.

Обращение:

CALL YP235(KI,X,Y,AL)

где KI - имя кривой;

X, Y - вещественные числа, координаты центра поворота;

AL - угол (в градусах) поворота вокруг точки (X, Y).

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

2.14.2. Описание и преобразование многоугольников

Если кривая ограничивает область на плоскости и установленное направление обхода кривой совпадает с направлением движения по часовой стрелке, то для приближения этой кривой многоугольником может быть использована подпрограмма YP240.

Обращение:

CALL YP240(KI,KJ,E)

где KI - имя аппроксимирующего многоугольника;

KJ - имя аппроксимируемой кривой;

E - точность приближения (максимально возможное удаление точек кривой от аппроксимирующего многоугольника).

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Если перед входом в YP240 KI!=0, то многоугольник KI перестраивается с учетом того, что его граница увеличилась на кривую KJ. Это позволяет строить многосвязные многоугольники.

Подпрограмма YP244 предназначена для переноса или масштабирования многоугольника.

Обращение:

CALL YP244(KI,X,Y,L)

где KI - имя многоугольника;

X, Y - координаты вектора переноса или коэффициенты масштабирования в зависимости от вида преобразования;

L - параметр преобразования, определяющий его вид: L=0 - перенос, L=1 - масштабирование.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP245 предназначена для поворота многоугольника вокруг данной точки на данный угол.

Обращение:

CALL YP245(KI,X,Y,AL)

где KI - имя многоугольника;

X, Y - координаты центра поворота;

AL - угол поворота (в градусах) многоугольника KI вокруг центра (X, Y). Если AL>0, поворот выполняется против часовой стрелки, иначе - этот поворот выполняется в противоположную сторону.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP250 предназначена для выполнения теоретико-множественных операций над многоугольниками.

Обращение:

CALL YP250(KI,K1,K2,L)

где KI - имя многоугольника - результата операции независимо от значения KI перед входом в подпрограмму, по выходу KI будет равно либо нулю, либо - имени результата;

K1 - имя первого заданного многоугольника;

K2 - имя второго заданного многоугольника;

L - параметр, определяющий тип операции:

если L=1, то KI=K1\K2;

если L=2, то KI=K1UK2;

если L=3, то KI=K1\K2.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

2.14.3. Описание и преобразование многогранников

Под многогранником в описываемых ниже подпрограммах понимается, вообще говоря, набор граней. Если этот набор замкнут, т.е. ограничивает трехмерную область, то это и есть многогранник в обычном понимании. Задание грани осуществляется по заданному плоскому многоугольнику путем превращения его описания в описание грани. Для этого каждой такой грани приписывается внешняя нормаль, совпадающая с осью Oz, если обход границы многоугольника выполняется по часовой стрелке, и противоположна направлению оси Oz в противном случае.

3533847.00026-02 33 01

Подпрограмма YP320 предназначена для формирования грани по многоугольнику.

Обращение:

CALL YP320(KI,KM)

где KI - имя формируемой грани; перед входом обязательно должно быть KI=0;

KM - имя начально заданного многоугольника.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP321 предназначена для дополнения одного набора граней другим набором граней. В частности, набор граней может состоять из одной только грани или вовсе не содержать ни одну грань. Во втором случае произойдет формирование копии данного набора граней.

Обращение:

CALL YP321(KI,KJ)

где KI - имя данного набора граней;

KJ - имя добавляемого набора граней.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP322 предназначена для изменения направлений всех внешних нормалей граней данного набора.

Обращение:

CALL YP322(KI)

где KI - имя данного набора граней.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP324 предназначена для преобразования переноса или масштабирования набора граней.

Обращение:

CALL YP324(KI,X,Y,Z,L)

где KI - имя набора граней;

X,Y,Z - координаты вектора переноса, или коэффициенты масштабирования;

L - параметр, определяющий вид преобразования: L=0 - перенос, L=1 - масштабирование.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP325 предназначена для преобразования поворота набора граней вокруг данной оси на данный угол.

Обращение:

CALL YP325(KI,X0,Y0,Z0,X1,Y1,Z1,AL)

3533847.00026-02 33 01

где KI - имя данного набора граней;

X0, Y0, Z0 - начальная точка оси;

X1, Y1, Z1 - конечная точка оси;

AL - ориентированный угол поворота (в градусах) вокруг данной оси. Ось считается направленной от первой своей точки ко второй.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP350 предназначена для выполнения теоретико-множественных операций над многогранниками.

Обращение:

CALL YP350(KI, K1, K2, L)

где KI - имя многогранника-результата;

K1 - имя первого многогранника;

K2 - имя второго многогранника;

L - параметр, определяющий тип операции:

если L=1, то KI=K1LK2;

если L=2, то KI=K1UK2;

если L=3, то KI=K1\K2.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP323 предназначена для определения внутренней нормали к грани.

Обращение:

CALL YP323(KI, X, Y, Z)

где KI - имя объекта - набора граней;

X, Y, Z - координаты вектора внутренней нормали.

Если в объекте KI больше, чем одна грань, то нормаль считается у первой грани KI (по размещению в архиве).

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP353 предназначена для описания сечения многогранника плоскостью, параллельной поверхности XOY, результат - набор граней, состоящих не более чем из одной грани.

Обращение:

CALL YP353(KI, KJ, R)

где KI - имя создаваемого объекта типа набора граней, в который будет помещена грань - сечение KJ;

KJ - имя исходно данного набора граней;

R - параметр, определяющий плоскость сечения вида Z=R.

Внешняя нормаль к грани - сечению соправлена с осью OZ.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

3533847.00026-02 33 01

2.14.4. Формирование многогранников специального вида

Многогранниками специального вида называются наборы граней, сформированные при помощи: смещения заданной грани по вектору, не параллельному плоскости грани - призматическая конструкция; образования пирамидной конструкции по заданной грани (основанию) и точке, не лежащей в плоскости грани (вершине); вращения грани вокруг некоторой оси, не перпендикулярной плоскости грани на заданный угол с фиксированным шагом (по углу) - поверхности и тела вращения. Подпрограммы YP331, YP332, YP333 формируют наборы граней, не являющиеся полной поверхностью трехмерного тела - формируются только грани боковой поверхности. Результатом работы подпрограмм YP334, YP335, YP336 является полная граница трехмерного тела призмы, пирамиды или тела вращения. Заметим, что во всех описываемых подпрограммах исходная грань - произвольный многоугольник, возможно несвязный и с полостями.

В первых шести из описываемых подпрограмм под гранью понимается объект типа набор граней, но состоящий из одной грани; если граней больше, то берется первая грань этого объекта.

Подпрограмма YP331 предназначена для описания боковой поверхности призмы, полученной переносом данной грани на данный вектор. Обращение:

```
CALL YP331(KI,KJ,X,Y,Z)
```

где KI - имя создаваемого или дополняемого объекта;
KJ - имя начально данного объекта (грани);

X, Y, Z - параметры вектора переноса. Этот вектор не должен быть параллелен плоскости грани KJ.

Если внешняя нормаль к грани и вектор смещения направлены в разные стороны от плоскости грани, то внешние нормали боковых граней призмы будут направлены вовне. Подпрограмма создает только боковую поверхность призмы.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.

Подпрограмма YP332 предназначена для построения боковой поверхности пирамиды по данной точке (вершина пирамиды) и данной грани (основание пирамиды).

Обращение:

```
CALL YP332(KI,KJ,X,Y,Z)
```

где KI - имя создаваемого или дополняемого объекта;
KJ - имя начально данного объекта (грани);

X, Y, Z - координаты вершины пирамиды.

Точка (X, Y, Z) не должна лежать в плоскости грани KJ. Если внешняя нормаль к грани и вершина пирамиды лежат по разные стороны от плоскости грани, то внешние нормали ее боковых граней будут направлены вовне. Подпрограмма формирует только боковую поверхность пирамиды.

Результат:

KIEL(10)=0: операция выполнена;

KIEL(10)!=0: операция не выполнена.