

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФЕРМЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

О.А. Кабась

Научный руководитель – *Б.П. Солодов*

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается плоская геометрически неизменяемая ферма произвольной структуры, нагруженная произвольной статической нагрузкой. Материал стержней линейно-упругий. Опорные стержни, являющиеся кинематическими связями, рассматриваются как очень жесткие стержни фермы конечной длины. Каждый опорный стержень соединяет опорный узел и узел фермы. Стержень фермы, который соединяет узел фермы и неподвижный опорный шарнир может быть включен в число опорных стержней.

В каждый узел фермы мысленно вводятся две линейные управляемые связи – горизонтальная и вертикальная. Идея разработанного итерационного алгоритма состоит в поочередном уравнивании узлов. Узел мысленно смещается по оси X до равновесного состояния, затем по оси Y , затем опять по оси X и по оси Y . Процесс уравнивания узла заканчивается, когда реакции в обоих введенных связях окажутся достаточно малыми.

Вычисления заканчиваются, когда реакции во всех введенных связях окажутся достаточно малыми.

Алгоритм реализован на алгоритмическом языке Фортран, проведенные вычисления показали хорошую сходимость. Уравнивание узла выполняется по специальной подпрограмме BALANS.

Исходные данные: KUF – количество узлов фермы; KOU – количество опорных узлов, KSF – количество стержней фермы; KOS – количество опорных стержней; $KU=KUF+KOU$ – количество узлов, включая опорные; $KS=KSF+KOS$ – количество стержней, включая опорные; $A(KS)$ – массив площадей поперечных сечений всех стержней, включая опорные; $XZ(KU)$, $YZ(KU)$ – массивы заданных координат узлов в недеформированном состоянии; KST – количество столбцов в массиве смежных стержней MSS , равное наибольшему количеству стержней, сходящихся в одном узле; $MS(KS*3)$ – массив стержней, в первых двух столбцах которого находятся номера узлов по концам стержней, а в третьем столбце – номера стержней; $PX(KUF)$ – массив горизонтальных сил (положительное направление – вправо вдоль оси X); $PY(KUF)$ – массив вертикальных сил (положительное направление вниз); E – модуль упругости материала; ER – точность вычисления реакций во введенных связях; dx , dy – заданные малые смещения вдоль осей X , Y .

Схема головной программы имеет вид:

1. Чтение исходных данных из файла 1 и вывод их на экран.
2. Вычисление параметров системы в исходном недеформированном состоянии: реакции во введенных связях $RX_i = -PX_i$; $RY_i = PY_i$ ($i=1, \dots, KUF$), текущие координаты узлов $X_i = XU_i$, $Y_i = YU_i$ ($i=1, \dots, KUF$), длины стержней $S0(KS)$ по подпрограмме $SS0$.
3. Итерационный алгоритм:
 - 3.1. $i=1, \dots, KUF$ – последовательный перебор узлов фермы.
Определение равновесного состояния i -го узла по подпрограмме $BAKANS$. Результат – массивы: $X(KUF)$, $Y(KUF)$, $RX(KUF)$, $RY(KUF)$.
Следующее i .
 - 3.2. Вычисление реакций во введенных связях RX_i , RY_i и усилий в стержнях N_j по подпрограмме RRR при известных координатах узлов X_i , Y_i .
 - 3.3. Проверка условий сходимости: $i=1, \dots, KUF$

$RX_i > ER$	Если условие выполнено то
$RY_i > ER$	к п. 3.1.
4. Вывод X_i , Y_i , RX_i , RY_i ($i=1, \dots, KUF$), N_j ($j=1, \dots, KS$).