

---

x	M	N	Q
0.0	0.000	-2.667	-14.501
2.0	-4.076	.276	-14.741
4.0	1.479	-3.486	-10.307
6.0	-1.337	1.000	-10.834
8.0	1.479	1.659	-11.119
10.0	5.924	-2.518	-16.734
12.0	0.000	-1.533	-20.101

---

### 2.21. Статически неопределимая стержневая система

Вектора неизвестных усилий заданы направляющими единичными векторами, полученными по координатам начала (на балке) и конца (на шарнирной опоре) с помощью оператора `Normalize` с опцией `Euclidean` пакета линейной алгебры `LinearAlgebra`. Вектор нагрузки имеет номер 4. Параметр `n:=[1,2,4]` указывает номера векторов в уравнении равновесия. Для того, чтобы задействовать операторы этого пакета, в том числе оператор векторного произведения `CrossProduct`, пришлось всем векторам данной плоской задачи дать фиктивную нулевую третью координату.

В переменной `EQ` записаны все три компонента результата векторного произведения. Уравнение моментов представляет собой проекцию этого произведения на ось  $z$ , т.е. третью компоненту `EQ[3]`, которая и используется для определения `s[3]` оператором `solve(EQ[3],s[3])`.

Для рисунка задачи потребовался оператор изображения опоры `Опора(i,R)` пакета `ris.m`, загружаемого в начале программы оператором `read`. В названиях переменных и операторов Maple допускаются русские буквы. Для удобства работы рекомендуем использовать абсолютный адрес файла.

Оператор `Опора(i,R)` помещает опору в точку номер `i`, координаты которой заданы списками `x[i]` и `y[i]`. Отметим, что переменные `x[i]` и `y[i]` являются глобальными, поэтому не следует менять имена списков с координатами опор. В операторе `Опора(i,R)` используются именно `x` и `y`. Параметр `R` задает масштаб изображения.

Программу можно улучшить. Так выбор толщины стрелки `0.5` в опции `arw:=0.5,2,0.2,color=red` и масштаб `1` в операторе `Опора(i,1)` для упрощения программы здесь выполнен вручную. Читателю предоставляем возможность по собственному вкусу добавить операцию автоматического масштабирования, связанного, очевидно, с масштабом координат шарниров.

В программе использованы данные задачи на с. 29.