

3. Rodi V. Turbulence models examples for incompressible liquid flow // Aerokosmicheskaya tekhnika. 1983. Т.1, № 2. P.112-119.

4. Vidin Yu.V., Fedyayev A.A. Energy saving in the process of irregular shape textiles drying // Vestn. Krasnoyar. gos. un-ta. 1999. Vyp. 19. P. 139-142.

5. Fedyayev A.A. Improvement of nozzle dryers for rotary-cut veneer // Teploenergetika i tekhnologii: materialy konf. Kaunas. tekhn. un-ta. Kaunas, 2000. P. 59-62.

6. Fedyayev A.A. Unfor-seen power inputs reduction at aerodynamic modes control in the furnace // Izv. vyssh. ucheb. zavedeniy. Problemy energetiki. 2000. № 3-4. P. 36-40.

7. Patankar S. Numerical methods for solving problems of heat exchange and fluid dynamics. M.: Energoizdat, 1984. 296 p.

8. Numerical modeling of convective transport in process installations / S.V. Zhubrin, N.I. Pavitsky, V.V. Smagin, A.P. Khrupov. M.: MEI, 1986. 44 p.

9. Motulevich V.P., Zhubrin S.V. Numerical methods of heat exchanging equipment calculation. M.: Izd-vo MEI, 1988. 54 p.

10. Danilov O.L., Leonchik B.I. Energy savings at heat drying. M.: Energoatomizdat, 1986. 136 p.

УДК 519.711.3

## Декомпозиция цепной дроби на целые числа

Н.Д. Шахова<sup>1</sup>, А.А. Дриженко<sup>1</sup>, С.С. Унистюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия. E-mail: iipm@brstu.ru  
Статья поступила 12.01 2012, принята 20.05.2012

*Разложение дробно-рациональной передаточной функции  $W = \frac{Q^m}{R^n}$ , в виде цепной дроби дает возможность получить ее как структуру, состоящую из элементарных звеньев. Элементарные звенья с вещественными коэффициентами передач и постоянных времени в некоторых случаях необходимо получить в виде целочисленных значений. Любое число  $\frac{a}{b}$  можно представить в виде конечной цепной дроби. Причем, в зависимости от  $a$  и  $b$ , получаем одно из трех разложений:  $a$  – четное число,  $b$  – нечетное число;  $a$  – нечетное число,  $b$  – нечетное число;  $a$  – нечетное число,  $b$  – четное число. Для каждого разложения получена структурная схема реализации функции. Использование предложенных разложений числа  $\frac{a}{b}$  рассмотрено на примере синтеза системы. Таким образом, с помощью предложенных разложений числа  $\frac{a}{b}$  можно любую дробно-рациональную функцию, соответствующую передаточной функции системы, представить в виде определенной структуры из элементарных звеньев с целочисленными значениями параметров.*

**Ключевые слова:** дробно-рациональная функция, разложение числа, нечетное число, четное число, целочисленные значения, вещественные коэффициенты, элементарные звенья.

## Decomposition of continued fraction into integers

N.D. Shakhova<sup>1</sup>, A.A. Drizhenko<sup>1</sup>, S.S. Unistyuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia. E-mail: iipm@brstu.ru  
Received 12.01.2012; Accepted 20.05.2012

*The decomposition of an is fractional-rational transfer function  $W = \frac{Q^m}{R^n}$ , in the form of chain fraction, gives the chance to gain it as the structure consisting of elementary links. Elementary links with material factors of transfer and time constants in certain cases are necessary for gaining in the form of an integral value. Any number  $\frac{a}{b}$  it is possible to present in the form of final chain fractions. And depending on  $a$  and  $b$  the one of three decomposition is gaining:  $a$  – an even number,  $b$  – an even number;  $a$  – an odd number,  $b$  – an odd number;  $a$  – an odd number,  $b$  – an even number. For each decomposition the block diagram of implementation of function is gained. Using of the offered decomposition of number  $\frac{a}{b}$  is observed on a system synthesis instance. Thus, by means of the offered decomposition of number, it is possible any fractionally-rational function, matching to a system transfer function, to present in the form of certain structure from elementary links with an integral value of parameters.*

**Key words:** fractional rational function, decomposition, odd number, even number, integer values, real coefficients, elementary units.

Разложение дробно-рациональной передаточной функции  $W = \frac{Q^m}{R^n}$ , где:  $Q^m$  – числитель дробно-рациональной функции от переменной  $S$  степени  $m$ ;  $R^n$  – знаменатель дробно-рациональной функции от переменной  $S$  степени  $n$ , в виде цепной дроби [1] дает возможность получить ее как структуру, состоящую из элементарных звеньев. Реализацию элементарных

звеньев с вещественными коэффициентами передач и постоянных времени в некоторых случаях необходимо получить в виде целочисленных значений.

Любое число  $\frac{a}{b} \in N$  можно представить в виде конечной цепной дроби [1]:

$$\frac{a}{b} = \frac{d_0}{a_0 + \frac{d_1}{a_1 + \frac{d_2}{a_2 + \dots + \frac{d_n}{a_n + d}}}}$$

где  $a_1 = \frac{1}{c_i}$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $c_i \in N$ ;  $c_i > 1$ ;  $d_i \in N$ ;  $d \in N$ ;  $d > 1$ ;  $N$  – множество натуральных чисел. Причем, в зависимости от  $a$  и  $b$ , получаем одно из трех разложений:

$a$  - четное число,  $b$  - нечетное число, то

$$\frac{a}{b} = \frac{d_0}{\frac{1}{c_0} + d} \quad (2)$$

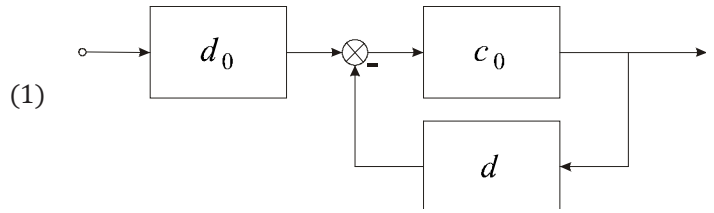
$a$  - нечетное число,  $b$  - нечетное число, то

$$\frac{a}{b} = \frac{d_0}{\frac{1}{c_0} + \frac{d_1}{\frac{1}{c_1} + d}} \quad (3)$$

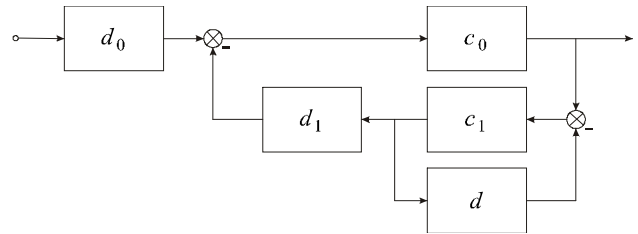
$a$  - нечетное число,  $b$  - четное число, имеем

$$\frac{a}{b} = \frac{d_0}{\frac{1}{c_0} + \frac{d_1}{\frac{1}{c_1} + \frac{d_2}{\frac{1}{c_2} + d}}} \quad (4)$$

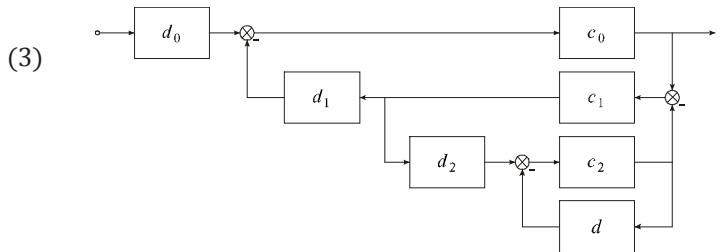
Соответственно для (2), (3), (4) получаем структурные схемы реализации функции (рис. 1 а, б, в).



а



б



в

Рис. 1. Структурные схемы разложений числа  $\frac{a}{b}$  (2) - (4)

Рассмотрим применение предложенных разложений числа  $\frac{a}{b}$ , на примере синтеза системы.

Пусть дана передаточная функция, представленная в виде цепной дроби

$$W(S) = \frac{1}{746,53945 + \frac{1}{25954,67241 \cdot S + 0,00022 + \frac{1}{9,91804 \cdot 10^9 \cdot S - 611,50168}}} \quad (5)$$

Представим функцию (5) в виде

$$W(S) = \frac{1}{\frac{406864}{545} + \frac{1}{\frac{1505371}{58} \cdot S + \frac{11}{50000} + \frac{1}{9,91804 \cdot 10^9 \cdot S - \frac{546071}{893}}}} \quad (6)$$

Выражению (6) соответствует структурная схема на рис. 2.

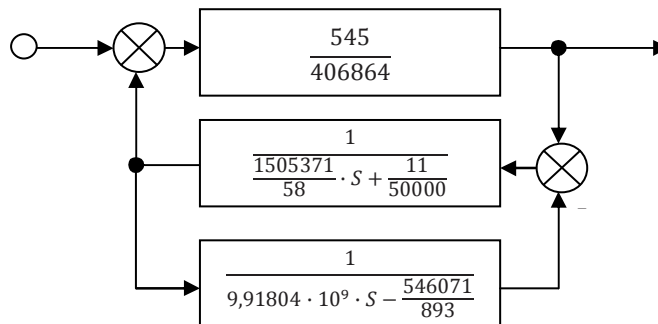


Рис. 2. Структурная схема для функции (6)

Коэффициенты представлены вещественными числами. Преобразуем их к целому виду.

$$W(S) = \frac{1}{1 + \frac{406319}{545} + \frac{1505371 \cdot S + 1}{58} - \frac{24681}{1450000} + \frac{1}{(9,91804 \cdot 10^9 \cdot S + 1) - \frac{546964}{893}}} \quad (7)$$

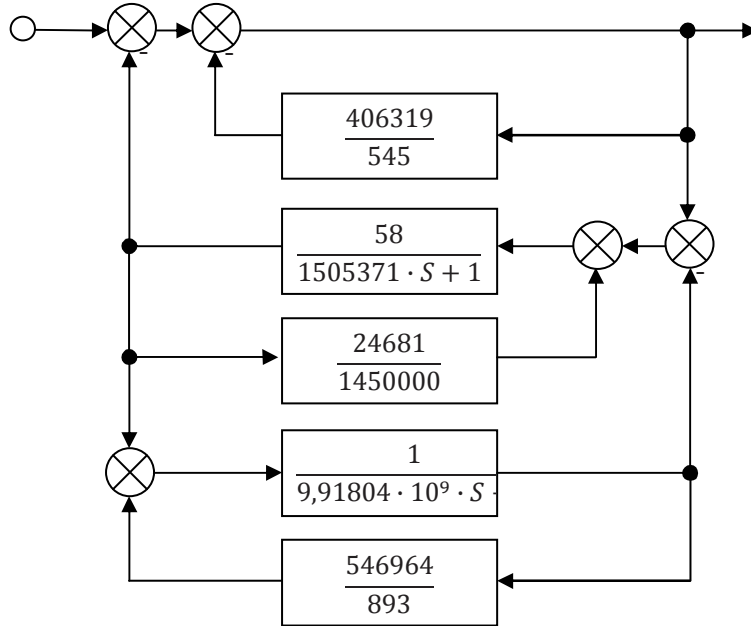


Рис. 3. Структурная схема для функции (7)

Выражению (7) соответствует структурная схема на рис. 3. В этом разложении аperiодические звенья имеют целые значения коэффициентов, усиительные же звенья имеют вещественные коэффициенты, реализовать которые через целые числа можно, воспользовавшись описанными ранее разложениями.

Выразим дробные числа через целые:

$$\frac{406319}{545} = \frac{14011}{\frac{1}{29} + \frac{1}{\frac{1}{2} + 14}} \quad (8)$$

$$\frac{546964}{893} = \frac{273482}{\frac{1}{2} + 446} \quad (10)$$

С учетом (7), (8), (9) и (10) получим выражение

$$\begin{aligned} \frac{24681}{1450000} &= \frac{8227}{\frac{1}{3} + \frac{1449999}{3}} = \frac{8227}{\frac{1}{3} + \frac{19863}{\frac{1}{73} + \frac{2}{73}}} \\ &= \frac{8227}{\frac{1}{3} + \frac{19863}{\frac{1}{73} + \frac{1}{\frac{1}{2} + 36}}} \end{aligned} \quad (9)$$

$$W(S) = \frac{1}{1 + \frac{14011}{\frac{1}{29} + \frac{1}{\frac{1}{2} + 14}} + \frac{1505371 \cdot S + 1}{58} - \frac{8227}{\frac{1}{3} + \frac{19863}{\frac{1}{73} + \frac{1}{\frac{1}{2} + 36}}} + \frac{1}{(9,91804 \cdot 10^9 \cdot S + 1) - \frac{273482}{\frac{1}{2} + 446}}} \quad (11)$$

Выражению (11) соответствует структурная схема на рис. 4.

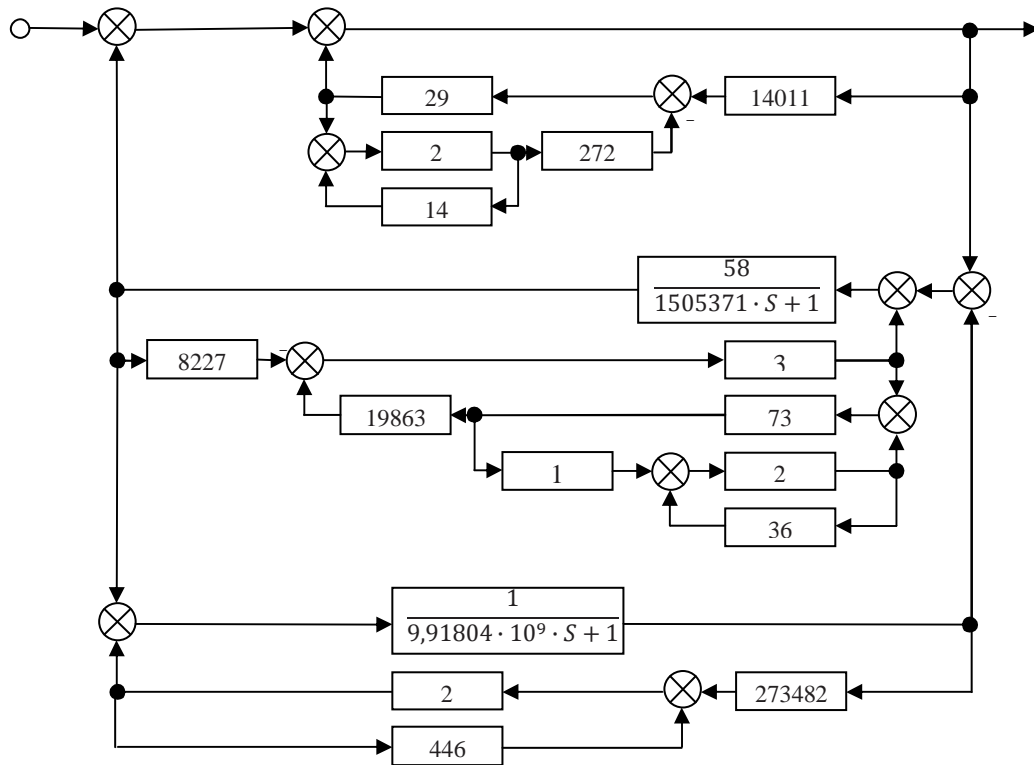


Рис. 4. Структурная схема для функции (11) с целочисленными значениями параметров

Таким образом, с помощью предложенных разложений числа  $\frac{a}{b}$ , можно любую дробно-рациональную функцию, соответствующую передаточной функции системы, представить в виде определенной структуры из элементарных звеньев с целочисленными значениями параметров.

#### Литература

1. Алпатов Ю.Н. Синтез систем управления методом структурных графов. Иркутск, Изд-во Иркут. ун-та, 1988. 184 с.
2. Алпатов Ю.Н., Унистык С.С. Алгоритмы разложения дробных

чисел //

- Системы. Методы. Технологии. 2010 № 1(5). С. 20-23  
 3. Хинчин Д.Я. Цепные дроби. М.: Наука, 1978. 112 с.  
 4. Хованский А.Н. Приложение цепных дробей и их обобщений к вопросам приближенного анализа. М.: Мир, 1973. 368 с.

#### References

1. Alpatov Yu.N. Control systems synthesis by means of structural graphs method. Irkutsk, Izd-vo Irkut. un-ta, 1988. 184 p.
2. Alpatov Yu.N., Unistyuk S.S. Algorithms for fractions decomposition. //Sistemy. Metody. Tekhnologii. № 1(15). 2010.P.20-23.
3. Khinchin D.Ya. Continued fractions. M.: Nauka, 1978. 112 p.
4. Khovansky A.N. Application of continued fractions and their generalizations to the approximate analysis issues. M.: Mir, 1973. 368 p.