

ПРИЛОЖЕНИЕ БАЗИСОВ ГРЕБНЕРА В БИОЛОГИИ

© А.Ю. Егоров

Ключевые слова: базис Гребнера, идеал, биология клетки.

Аннотация

Статья посвящена обзору современных работ, в которых рассматриваются математические методы моделирования применимые к биологии клетки, например, методы дифференциальной алгебры, в которых используются, как линейные так и не линейные дифференциальные уравнения.

Интерес к характеристическим множествам идеалов в теории колец возрос десять лет назад, когда Булье, Лазар, Оливье и Птито [1] разработали эффективную технику вычислений для теории радикальных дифференциальных идеалов [2]. Чуть позже Убер [3] предложила раскладывать радикальный дифференциальный идеал [4] в пересечении так называемых характеруемых, то есть определяемых своими характеристическими множествами, идеалов.

В последнее время активно развиваются методы конструктивных вычислений в идеалах колец дифференциальных многочленов, а также обобщения аналогичных методов с обычных полиномиальных колец на дифференциальную алгебру [4]. Такие методы, например, дают во многих важных случаях решение задачи о принадлежности многочлена идеалу. В обычных кольцах многочленов для решения подобных задач используются базисы Гребнера. Прямое их обобщение на дифференциальные кольца в нелинейном случае, как правило, неудовлетворительно, так как приводит к бесконечному базису. Однако для некоторых классов дифференциальных идеалов задача вхождения все-таки решается с их помощью алгоритмически.

В статье [5], показано, что дифференциальная алгебра является аппаратом одного из редукционных методов модели квази-устойчивой аппроксимации, в конкретном наборе универсальных реакций химических систем [6]. Более подробно эти процессы описаны в [7]. Эти новые методы определяют некоторую эволюцию методов моделирования, основанных на нелинейных дифференциальных уравнениях, включая редукционные гипотезы в моделях. В работе рассматривается пример (который был взят из [8]), в него входит алгебраическая система уравнений, в которой участвуют дифференциальные и алгебраические уравнения. Их решения получаются с помощью разложения Розенфельда-Гребнера, которое представляет радикальный идеал в виде пересечения характеруемых идеалов.

Подробно разложение Розенфельда-Гребнера рассмотрено в [5].

Отметим, что в случае пустого множества дифференцирований, т.е. когда рассматривается обычное кольцо многочленов и идеалы в нем, понятие характеристического множества не является тривиальным. Однако для его вычисления можно использовать базис Гребнера. Как раз такой случай рассматривается в работе [5].

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ (проект 08-07-97507) и программы "Развитие потенциала высшей школы"(проект 2.1.1/1853).

Список литературы

1. *Boulier F., Lazard D., Ollivier F., Petitot M.* Representation for the Radical of a Finitely Generated Differential Ideal, ISSAC 1995. С. 158-166.
2. *Sadik B.* Computing of Characteristic sets of Radical Differential Ideals. Georgian Math., 2005. J. 12. N. 3. С. 443-453.
3. *Hubert E.* Factorization free Decomposition Algorithms in Differential Algebra, J. Symb. Comp., 2000. N. 29. С. 641-662.
4. *Ritt J.F.* Differential Algebra, volume XXXIII of Colloquium Publications. New York, American Mathematical Society, 1950.
5. Дифференциальная алгебра и системное моделирование в биологии клетки. Francois Boulier И Francois Lemaire University Lille , LIFL, 59655 Villeneuve d Ascq, Франция, Франсуа. Boulier, Франсуа. Lemaire@lifl.fr, <http://www.lifl.fr/boulier,lemaire>

6. *Conrad E.D., Tyson J.J.* Modeling Molecular Interaction Networks with Non-linear Differential Equations. In Szallasi, Z., Stelling, J., Periwal, V., eds.: System Modeling in Cellular Biology: From Concepts to Nuts and Bolts, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2006. С. 97–124.
7. *Okino M.S., Mavrouniotis M.L.* Simplification of Mathematical Models of Chemical Reaction Systems. Chemical Reviews, 1998. 98(2). С. 391–408.
8. *Hairer E., Wanner G.* Solving ordinary differential equations II. Stiff and Differential-Algebraic Problems. 2 edn. Volume 14 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1996.
9. *de Jong H., Geiselman J., Hernandez C., Page M.* Genetic Network Analyzer: qualitative simulation of genetic regulatory networks. Bioinformatics 19(3). 2003. С. 336–344.
10. *de Jong H., Ropers D.* Qualitative Approaches to the Analysis of Genetic Regulatory Networks. In Szallasi, Z., Stelling, J., Periwal, V., eds.: System Modeling in Cellular Biology: From Concepts to Nuts and Bolts, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2006. С. 125–147.
11. *von Dassow G., Meir E., Munro E.M., Odell G.M.* The segment polarity network is a robust developmental module. Nature 406, 2000. С. 188–192.
12. *Horn F., Jackson R.* General mass action kinetics. Archive for Rational Mechanics and Analysis 47, 1972. С. 81–116.
13. *Boulier F., Lefranc M., Lemaire F., Morant P.E.* Model Reduction of Chemical Reaction Systems using Elimination (2007) Presented at the international conference MACIS, 2007.

Поступила в редакцию 20 ноября 2008 г.