**Применение тензорных сигналов в системах автоматического регулирования.**

© Сорокин Н.Ф.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Исследованы вопросы использования векторно-тензорных сигналов при построении систем автоматического регулирования, оперирующих в трехмерном и двумерном пространствах. Введение тензорных сигналов позволяет строить систему управления в наиболее физически обоснованном виде без ограничений на пространство возможных режимов. Использование тензоров положения для замыкания обратной связи позволяет решать задачи пространственного позиционирования методами ТАУ, в том числе методом структурных схем. В работе показано, что особенности работы с тензорными сигналами в условиях относительного вращения систем координат могут быть учтены в структурной схеме в виде переменного матричного коэффициента усиления. На основании выкладок делается вывод о принадлежности исследуемого класса систем к классу хорошо линеаризуемых многомерных систем автоматического управления.*

***Ключевые слова****: многомерные системы, система автоматического управления, дроны, тензорные сигналы.*

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Диментберг Ф. М. Винтовое исчисление и его приложения к механике. М.:Наука, 1965, 200 с.

[2] Лесков А. Г., Морошкин С. Д. Исследование динамики системы управления манипуляционными роботами двустороннего действия // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. — 2013. — № 2 (91). — С. 66–78.

[3] P. Ganin, V. Moskvin and A. Kobrin, "Redundant industrial manipulator control system," 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*,* St. Petersburg, 2017, pp. 1-6.

[4] A. Gregg-Smith and W. W. Mayol-Cuevas, "Inverse kinematics and design of a novel 6-DoF handheld robot arm," 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Stockholm, 2016, pp. 2102-2109.

[5] Z. Bingul, H. M. Ertunc and C. Oysu, "Comparison of inverse kinematics solutions using neural network for 6R robot manipulator with offset," 2005 ICSC Congress on Computational Intelligence Methods and Applications, Istanbul, 2005, pp. 5 pp.-.

[6] T. P. Reynolds and M. Mesbahi, "Coupled 6-DOF Control for Distributed Aerospace Systems," 2018 IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Miami Beach, FL, 2018, pp. 5294-5299.

[7] E. Fresk and G. Nikolakopoulos, "Full quaternion based attitude control for a quadrotor," 2013 European Control Conference (ECC), Zurich, 2013, pp. 3864-3869.

[8] J. Cariño, H. Abaunza and P. Castillo, "Quadrotor quaternion control," 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Denver, CO, 2015, pp. 825-831.

[9] П.А.Жилин. Векторы и тензоры второго ранга в трёхмерном пространстве. Санкт-Петербург, Изд. СПбГТУ, 1992, 86 c.

[10] Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование 2002. – Москва, Изд. Физикоматематической литературы, 2002, - 472 с.

[11] Картаев Е.А. Преобразования Гиперкомплексных чисел. Издание второе, дополненное - Москва,: СОЛОН-пресс, 2017. – 432 с.

[12] Бесекерский В.А, Попов Е.И. Теория автоматического управления. – Изд. 4-е, переработанное, и доп. – Спб. Из-во «Проффессия», 2003, - 752 с.

**Сорокин Николай Фёдорович** – аспирант МГТУ им. Баумана. email: mirmikns@yandex.ru

**Using tensor signals in automatic control systems.**

© Sorokin N.F..

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

*The problems of using vector-tensor signals in the construction of automatic control systems operating in three-dimensional and two-dimensional space are investigated. The introduction of tensor signals allows you to build a control system in the most physically conditioned signal without restrictions in the space of modes. The use of tensors allows us to solve the problems of spatial positioning of Automatic Control Theory methods, including the method of structural schemes. The paper shows that the nonlinear features of working with tensor signals can be take in the form of structural matrix coefficients. Based on the investigation, it is concluded that the class of systems under study belongs to the class of well linearizable multidimensional automatic control systems.*

***Keywords****: multidimensional systems, automatic control system, drones, tensor signals.*

REFERENCES:

[1] F.M.Dimentberg, The Screw Calculus and Its Applications in Mechanics, Foreign Technology Division, WP-AFB, 1968 - Всего страниц: 155

[2] Leskov A.G., Moroshkin S. D. The study of the dynamics of the control system of manipulating robots of double-acting // *Bulletin of Moscow State Technical University of* *Bauman N.E*. Series: *Instrumentation*. — 2013. — № 2 (91). — p. 66–78.

[3] P. Ganin, V. Moskvin and A. Kobrin, "Redundant industrial manipulator control system," 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*,* St. Petersburg, 2017, pp. 1-6.

[4] A. Gregg-Smith and W. W. Mayol-Cuevas, "Inverse kinematics and design of a novel 6-DoF handheld robot arm," 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Stockholm, 2016, pp. 2102-2109.

[5] Z. Bingul, H. M. Ertunc and C. Oysu, "Comparison of inverse kinematics solutions using neural network for 6R robot manipulator with offset," 2005 ICSC Congress on Computational Intelligence Methods and Applications, Istanbul, 2005, pp. 5 pp.-.

[6] T. P. Reynolds and M. Mesbahi, "Coupled 6-DOF Control for Distributed Aerospace Systems," 2018 IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Miami Beach, FL, 2018, pp. 5294-5299.

[7] E. Fresk and G. Nikolakopoulos, "Full quaternion based attitude control for a quadrotor," 2013 European Control Conference (ECC), Zurich, 2013, pp. 3864-3869.

[8] J. Cariño, H. Abaunza and P. Castillo, "Quadrotor quaternion control," 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Denver, CO, 2015, pp. 825-831.

[9] Zhilin P.A. *Vectors and second-rank tensors in three-dimensional space*. St. Petersburg, Publishing house SPbSTU, 1992, 86 p.

[10] Golovanov N.N. Geometric modeling, 2002. – Moscow, Publ.: physical and mathematical literature, 2002, - 472 p.

[11] Kartaev E.A. Hypercomplex Conversions, second eddition - Moscow,: SOLON-press, 2017. – 432 p.

[12] Besekerskiy V.A, Popov E.I. Theory of Automatic Control. – 4-th edition. – St. Petersburg. Publ «Proffessia», 2003, - 752 p.

**Sorokin Nikolay Fedorovich** – graduate student of Bauman Moscow State Technical University. email: mirmikns@yandex.ru