

Раздел V. Системы управления

УДК 004.9: 007.5

DOI 10.18522/2311-3103-2021-2-182-189

З.Р. Майрансаев, А.Б. Чернышев

ОБОБЩЕННЫЙ КРУГОВОЙ КРИТЕРИЙ АБСОЛЮТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ

Управление системами с распределенными параметрами является одним из сложных и важных разделов кибернетики, как науки об управлении, информации и системах. Необходимость изучения и развития данной научной дисциплины связана с тем, что для управления многими объектами приходится учитывать их геометрические параметры, то есть их пространственную протяженность. К настоящему времени в области теории систем с распределенными параметрами получено много результатов, однако по большей части эти результаты направлены на исследование линейных систем. В процессе исследования нелинейных автоматических систем, в качестве одной из основных задач, решается задача поиска возможных состояний равновесия исследуемой системы. Важнейшими задачами являются также исследование устойчивости таких систем. Используя прием разложения функций, описывающих распределенные сигналы в ряды, согласно общей теории рядов Фурье, выделен класс распределенных систем, в которых допустимо разложение по собственным вектор-функциям. Благодаря такой возможности, передаточная функция, описывающая объект с распределенными параметрами представляется в виде совокупности передаточных функций по отдельным пространственным модам. Для учета пространственных координат вводится понятие «обобщенная координата». Применительно к системам с распределенными параметрами коэффициент усиления пространственно-усилительного звена принят как угловой коэффициент прямой ограничивающей нелинейную характеристику. Разработан и сформулирован цилиндрический критерий абсолютной устойчивости нелинейных распределенных систем, на базе обобщения кругового критерия. Приведена иллюстрация пространственного сектора нелинейности. Впервые разработан обобщенный круговой критерий устойчивости распределенных систем, учитывающий зависимость нелинейной характеристики от пространственных координат. Представлена графическая иллюстрация этого критерия.

Распределенные системы; нелинейная характеристика; устойчивость; пространственный годограф.

Z.R. Mayransaev, A.B. Chernyshev

GENERALIZED CIRCULAR CRITERION FOR THE ABSOLUTE SUSTAINABILITY OF DISTRIBUTED SYSTEMS

Systems control with distributed parameters is one of the complex and important sections of cybernetics, like the science of control, information and systems. The need to study and develop this scientific discipline is due to the fact that to control many objects you have to take into account their geometric parameters, that is, their spatial length. So far, many results have been achieved in the field of distributed system theory, but for the most part these results are aimed at the study of linear systems. In the course of researching non-linear automatic systems, as one of the main tasks, the task of finding possible states of equilibrium of the system under study is solved. Research into the sustainability of such systems is also a major challenge. Using the technique of decomposition of functions that describe distributed signals in rows, according to the general theory of the Fourier series, a class of distributed systems is allocated, in which decompo-

sition by its own vector functions is permissible. Due to this capability, the transmission function that describes an object with distributed parameters appears as a combination of transmission functions in separate spatial mods. The concept of "generalized coordinates" is introduced to take into account the spatial coordinates. For systems with distributed parameters, the spatial-amplifier gain factor is adopted as a direct non-linear angular angular ratio. A cylindrical criterion for the absolute stability of non-linear distributed systems has been developed and formulated, based on the generalization of the circular criterion. An illustration of the spatial sector of nonlineaivity is given. For the first time, a generalized circular criterion for the stability of distributed systems has been developed, taking into account the dependence of non-linear characteristics on spatial coordinates. A graphic illustration of this criterion is presented.

Distributed systems; non-linear characteristics; stability; spatial godograph.

Введение. Анализ систем управления, в частности анализ их устойчивости – одна из самых важных задач исследования систем. С технической точки зрения, устойчивость систем управления является свойством, при котором система работает стабильно в нормальном режиме функционирования [1, 2]. Рассмотрим нелинейные системы, в которых возможно выделение нелинейной части в качестве отдельного звена, последовательно соединенного с линейным устойчивым звеном [3, 4]. В этом случае имеется возможность использовать достаточно развитый в теории аппарат передаточных функций, который практически невозможно использовать для нелинейных систем общего вида. Частотные методы анализа и синтеза позволяют обобщить некоторые положения, известные из теории сосредоточенных систем для систем с распределенными параметрами [5, 6].

Круговой критерий для сосредоточенных систем. В теории систем с сосредоточенными параметрами известен круговой частотный критерий абсолютной устойчивости систем управления. Этот критерий отличается тем, что нелинейная характеристика может быть нестационарной. Пусть нелинейная характеристика $z=\varphi(\sigma,t)$ принадлежит сектору $[r,k]$ для всех значений t . Должно выполняться условие:

$$\varphi(0,t)=0; rx\leq\varphi(\sigma,t)\leq kx.$$

Положение равновесия нелинейной системы с нестационарным нелинейным элементом абсолютно устойчиво, если амплитудно-фазовая характеристика устойчивой линейной части не охватывает точек с центром на действительной оси (рис. 1). Для кругового критерия используется обычная, не модифицированная частотная характеристика линейной части, в отличие от критерия Попова [7, 8].

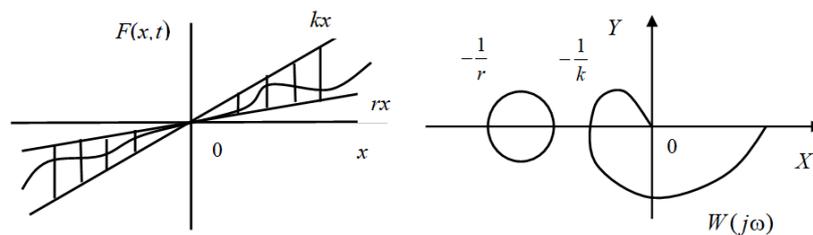


Рис. 1. Иллюстрация кругового критерия абсолютной устойчивости для сосредоточенных систем

Определим параметры круга: диаметр, радиус и координаты центра:

$$D = \frac{1}{r} - \frac{1}{k}, R = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{k} \right), \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{k} \right); 0 \right).$$

Уравнение окружности, образующей круг будет иметь вид:

$$\left(X + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{k} \right) \right)^2 + Y^2 = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{k} \right)^2.$$

Цилиндрический критерий. Используя прием разложения функций, описывающих распределенные сигналы в ряды, согласно общей теории рядов Фурье, рассмотрим класс систем с распределенными параметрами, в которых допустимо разложение по собственным функциям [9–12]. Благодаря такой возможности, передаточная функция, описывающая объект может быть представлена в виде некоторой совокупности передаточных функций по отдельным пространственным модам. Для учета пространственных координат вводится понятие «обобщенная координата» [13]. Рассмотрим коэффициенты k и r как коэффициенты усиления пространственно-усилительного звена:

$$K(G) = E_1 \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G \right], \quad 0 \leq G \leq \infty.$$

где E_1 – общий коэффициент усиления; n_1 – весовой коэффициент; G – обобщенная координата. Уравнения прямых, ограничивающих сектор нелинейной характеристики, для каждого контура можно записать в виде:

$$z_{kn} = E_k \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right] \sigma_n, \quad z_{rn} = E_r \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right] \sigma_n. \quad (1)$$

Угловые коэффициенты прямых, образующих сектор, примут вид:

$$k_n = E_k \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right]; \quad r_n = E_r \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right].$$

Поверхности, ограничивающие пространственный сектор нелинейности будут иметь вид, изображенный на рис. 2. Множество прямых, ограничивающих сектор нелинейной характеристики, образуют гиперболические поверхности, форма которых зависит от весового коэффициента n_1 , общих коэффициентов усиления E_k и E_r , от обобщенной координаты G [14, 15].

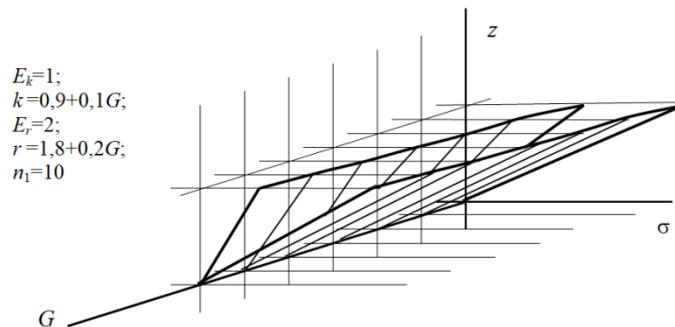


Рис. 2. Пространственный сектор нелинейности

При возрастании весового коэффициента n_1 гиперболические поверхности выпрямляются, при $n_1 \rightarrow \infty$ представляют собой плоскости. При увеличении общих коэффициентов усиления произойдет увеличение угловых коэффициентов k и r для каждого из значений G . Рассмотрим коэффициенты прямых, ограничивающих

сектор нелинейности, для каждого контура при значении весового коэффициента $n_1 \rightarrow \infty$. Это ситуация, когда входное воздействие нелинейного элемента не зависит от пространственных координат, а, следовательно, и от обобщенной координаты G . Из уравнений (1) получим: $k=E_k$; $r=E_r$. В этом случае для каждого контура угловые коэффициенты прямых будут оставаться неизменными и зависят только от постоянных общих коэффициентов усиления. Тогда для каждого контура параметры круга останутся неизменными.

Частотный круговой критерий для нелинейных систем с распределенными параметрами, при нелинейной характеристике, не зависящей от пространственных координат может быть сформулирован следующим образом [16, 17]: Пусть нелинейная характеристика $z=\varphi(\sigma, t)$ принадлежит сектору $[r, k]$ для всех значений t , т.е. выполняется условие:

$$\varphi(0, t)=0; \quad rx \leq \varphi(\sigma, t) \leq kx.$$

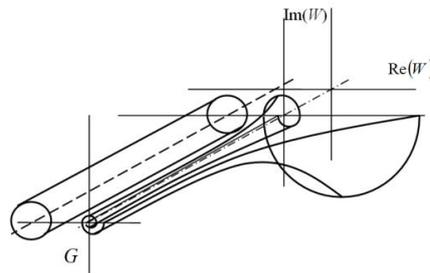


Рис. 3. Графическая иллюстрация цилиндрического критерия

Положение равновесия нелинейной распределенной системы с нестационарным нелинейным элементом, не зависящим от пространственных координат, абсолютно устойчиво, если пространственный годограф линейной части, распределенной системы не охватывает точек цилиндра с осью на действительной оси, при $k=E_k$; $r=E_r$, проходящей через точки:

$$\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{k} \right); \quad 0 \right),$$

радиусом:

$$R = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{k} \right),$$

для всех независимых контуров (рис. 3).

Обобщенный круговой критерий. В реальных системах с распределенными параметрами, чаще всего входное воздействие зависит от пространственных координат [18–20].

Рассмотрим ситуацию при значении весового коэффициента $n_1=1$. Угловые коэффициенты прямых, образующих сектор нелинейности, примут вид:

$$k = E_k G; \quad r = E_r G.$$

Координата центра окружности по действительной оси и радиус примут вид:

$$X_0 = -\frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_r G} + \frac{1}{E_k G} \right) = -\frac{1}{2} \left(\frac{E_k + E_r}{E_r E_k G} \right), \quad R = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_r G} - \frac{1}{E_k G} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{E_k - E_r}{E_r E_k G} \right).$$

Найдем пределы функций, выражающих координаты центра окружности по действительной оси и радиуса окружности при стремлении обобщенной координаты к бесконечности. Получим:

$$\lim_{G \rightarrow \infty} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{E_k + E_r}{E_r E_k G} \right) \right] = 0; \quad \lim_{G \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{E_k - E_r}{E_r E_k G} \right) \right] = 0.$$

Таким образом, при увеличении значения обобщенной координаты G , окружности каждого последующего контура будут приближаться к началу координат и уменьшаться по радиусу. Частотный круговой критерий для нелинейных систем с распределенными параметрами, при произвольной нестационарной нелинейной характеристике, может быть сформулирован следующим образом: Пусть нелинейная характеристика $z=\varphi(\sigma, t)$ принадлежит сектору $[r, k]$ для всех значений t , т.е. выполняется условие:

$$\varphi(0, t) = 0; \quad rx \leq \varphi(\sigma, t) \leq kx.$$

Положение равновесия нелинейной распределенной системы с нестационарным нелинейным элементом, абсолютно устойчиво, если пространственный годограф линейной части, распределенной системы не охватывает точек круга с центром на действительной оси:

$$\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{k} \right); 0 \right),$$

радиусом:

$$R = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{k} \right),$$

где для всех независимых контуров:

$$k_n = E_k \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right]; \quad r_n = E_r \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} + \frac{1}{n_1} G_n \right].$$

На рис. 4 представлена графическая иллюстрация этого критерия.

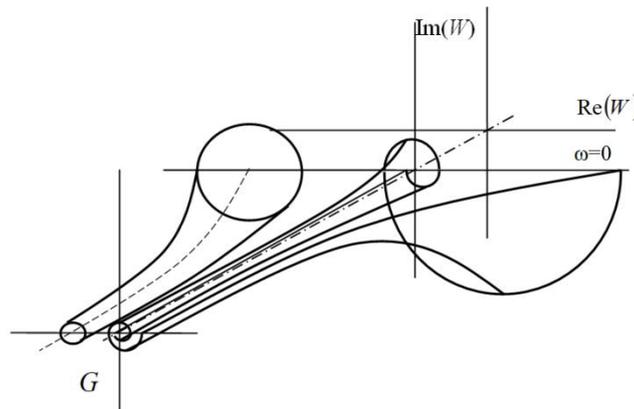


Рис. 4. Графическая иллюстрация обобщенного кругового критерия

Заключение. Разработан и сформулирован цилиндрический критерий абсолютной устойчивости нелинейных распределенных систем, на базе обобщения кругового критерия. Приведена иллюстрация пространственного сектора нелинейности. Разработан обобщенный круговой критерий устойчивости распределенных систем, учитывающий зависимость нелинейной характеристики от пространственных координат. Представлена графическая иллюстрация этого критерия. Анализ устойчивости при помощи обобщенного кругового критерия предполагает рассмотрение для каждого контура взаимного расположения в комплексной плоскости пространственного годографа соответствующего линейной части и круга, определяемого сектором, в котором заключена нелинейная характеристика. Взаимное расположение годографа и круга зависит от номера пространственной моды, от значения весового коэффициента, от величины и соотношения общих коэффициентов усиления.

Полученные результаты позволяют расширить теоретическую базу применительно к нелинейным распределенным системам. Результаты работы могут найти применение в различных отраслях промышленности при решении задач автоматизации процессов управления объектами с распределенными параметрами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сиразетдинов Т.К.* Устойчивость систем с распределенными параметрами. – Новосибирск: Наука, 1987. – 232 с.
2. *Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х. и др.* Теория автоматического управления / под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высшая школа, 2003.
3. *Майрансаев З.Р., Чернышев А.Б.* Обзор методов исследования различных классов систем управления // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2018. – № 4 (31). – С. 23-26.
4. *Майрансаев З.Р., Чернышев А.Б.* Проблемы исследования устойчивости нелинейных систем. // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 12-2 (70). – С. 104-107.
5. *Чернышев А.Б.* Обобщение методов анализа устойчивости для распределенных систем // Современная наука и инновации. – 2015. – № 3 (11). – С. 16-22.
6. *Чернышев А.Б., Антонов В.Ф., Ильюшин Ю.В.* Моделирование релейно-импульсных распределенных систем. – Пятигорск: Изд-во ПГГТУ, 2012. – 248 с.
7. *Чернышев А.Б.* Интерпретация критерия абсолютной устойчивости для нелинейных распределенных систем // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – № 2. – С. 28-32.
8. *Чернышев А.Б.* Исследование абсолютной устойчивости нелинейных распределенных систем // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – № 4. – С. 21-26.
9. *Рапопорт Э.Я.* Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами. – М.: Высшая школа, 2003. – 299 с.
10. *Чернышев А.Б.* Модифицированный годограф пространственно-аперидического звена // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2 (1). – С. 159-163.
11. *Майрансаев З.Р., Чернышев А.Б.* Представление распределенных систем в виде совокупности независимых контуров // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 69-2. – С. 105-108.
12. *Martirosyan A.A., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B.* Application of Fourier series in distributed control systems simulation // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019. – 2019. – P. 609-613.
13. *Першин И.М.* Синтез систем с распределенными параметрами. – Пятигорск: Изд-во РИА-КМВ, 2002. – 212 с.
14. *Чернышев А.Б., Майрансаев З.Р.* Проблемы гармонической линеаризации систем с распределенными параметрами // Обзорение прикладной и промышленной математики. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 31-42.

15. Чернышев А.Б., Назарцев М.С., Майрансаев З.Р. Гармоническая линеаризация распределенных систем // Современная наука и инновации. – 2018. – № 4 (24). – С. 94-101.
16. Майрансаев З.Р., Чернышев А.Б. Формирование температурного поля в результате точечных импульсных воздействий // Евразийское Научное Объединение. – 2018. – № 12-2 (46). – С. 82-84.
17. Chernyshev A.B., Tkachenko I.V., Mayransaev Z.R. Cylindrical criterion of absolute stability of distributed systems // Современная наука и инновации. – 2020. – № 4 (32). – С. 34-40.
18. Martirosyan A.A., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B. Methods of distributed systems' structured modelling // Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, EIConRusNW 2016. – 2016. – P. 283-289.
19. Martirosyan A.V., Chernyshev A.B., Martirosyan K.V. Calculation of the first switch-on time of distributed objects control action // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2020. – 2020. – P. 750-754.
20. Martirosyan K.V., Chernyshev A.B., Martirosyan A.V., Tatyana K.V. Formation of the anterior heating function under the action of uniformly distributed sources // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2020. – 2020. – P. 755-760.

REFERENCES

1. Sirazetdinov T.K. Ustoychivost' sistem s raspredelennymi parametrami [Stability of systems with distributed parameters.]. Novosibirsk: Nauka, 1987, 232 p.
2. Dushin S.E., Zotov N.S., Imaev D.Kh. i dr. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya [Theory of automatic control], ed by V.B. Yakovleva. Moscow: Vysshaya shkola, 2003.
3. Mayransaev Z.R., Chernyshev A.B. Obzor metodov issledovaniya razlichnykh klassov sistem upravleniya [Overview of research methods for various classes of control systems], *Sovremennye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Modern fundamental and applied research], 2018, No. 4 (31), pp. 23-26.
4. Mayransaev Z.R., Chernyshev A.B. Problemy issledovaniya ustoychivosti nelineynykh sistem. [Problems of studying the stability of nonlinear systems], *Evraziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie* [Eurasian Scientific Association], 2020, No. 12-2 (70), pp. 104-107.
5. Chernyshev A.B. Obobshchenie metodov analiza ustoychivosti dlya raspredelennykh sistem [Generalization of stability analysis methods for distributed systems], *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern science and Innovation], 2015, No. 3 (11), pp. 16-22.
6. Chernyshev A.B., Antonov V.F., Il'yushin Yu.V. Modelirovanie reley-no-impul'snykh raspredelennykh sistem [Simulation of relay-pulse distributed systems]. Pyatigorsk: Izd-vo PGGTU, 2012, 248 p.
7. Chernyshev A.B. Interpretatsiya kriteriya absolyutnoy ustoychivosti dlya nelineynykh raspredelennykh sistem [Interpretation of the absolute stability criterion for nonlinear distributed systems], *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii* [Automation and Modern Technologies], 2010, No. 2, pp. 28-32.
8. Chernyshev A.B. Issledovanie absolyutnoy ustoychivosti nelineynykh raspredelennykh sistem [Investigation of absolute stability of nonlinear distributed systems], *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii* [Automation and Modern Technologies], 2010, No. 4, pp. 21-26.
9. Rapoport E.Ya. Strukturnoe modelirovanie ob"ektov i sistem upravleniya s raspredelennymi parametrami [Structural modeling of objects and control systems with distributed parameters]. Moscow: Vysshaya shkola, 2003, 299 p.
10. Chernyshev A.B. Modifitsirovannyi godograf prostranstvenno-aperiodicheskogo zvena [Modified space-aperiodic link hodograph], *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Lobachevsky University of Nizhny Novgorod], 2010, No. 2 (1), pp. 159-163.
11. Mayransaev Z.R., Chernyshev A.B. Predstavlenie raspredelennykh sistem v vide sovokupnosti nezavisimykh konturov [Representation of distributed systems as a set of independent contours], *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education.], 2021, No. 69-2, pp. 105-108.

12. Martirosyan A.A., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B. Application of Fourier series in distributed control systems simulation, *Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019*, 2019, pp. 609-613.
13. Pershin I.M. Sintez sistem s raspredelennymi parametrami [Synthesis of systems with distributed parameters]. Pyatigorsk: Izd-vo RIA-KMV, 2002, 212 p.
14. Chernyshev A.B., Mayransaev Z.R. Problemy garmonicheskoy linearizatsii sistem s raspredelennymi parametrami [Problems of harmonic linearization of systems with distributed parameters], *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki* [Review of Applied and Industrial Mathematics], 2019, Vol. 26, No. 1, pp. 31-42.
15. Chernyshev A.B., Nazartsev M.S., Mayransaev Z.R. Garmonicheskaya linearizatsiya raspredelennykh sistem [Harmonic linearization of distributed systems], *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern science and innovation], 2018, No. 4 (24), pp. 94-101.
16. Mayransaev Z.R., Chernyshev A.B. Formirovanie temperaturnogo polya v rezul'tate tochechnykh impul'snykh vozdeystviy [Formation of the temperature field as a result of point pulse effects], *Evrasiyskoe Nauchnoe Ob'edinenie* [Eurasian Scientific Association], 2018, No. 12-2 (46), pp. 82-84.
17. Chernyshev A.B., Tkachenko I.V., Mayransaev Z.R. Cylindrical criterion of absolute stability of distributed systems, *Современная наука и инновации* [Modern science and innovation], 2020, No. 4 (32), pp. 34-40.
18. Martirosyan A.A., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B. Methods of distributed systems' structured modeling, *Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, ElConRusNW 2016*, 2016, pp. 283-289.
19. Martirosyan A.V., Chernyshev A.B., Martirosyan K.V. Calculation of the first switch-on time of distributed objects control action, *Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2020*, 2020, pp. 750-754.
20. Martirosyan K.V., Chernyshev A.B., Martirosyan A.V., Tatyana K.V. Formation of the anterior heating function under the action of uniformly distributed sources, *Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2020*, 2020, pp. 755-760.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н. А.Н. Попов.

Майрансаев Зураб Русланович – Северо-Кавказский федеральный университет, институт сервиса, туризма и дизайна (филиал); e-mail: sarmat007@inbox.ru; г. Пятигорск, Россия; тел.: +78793973927; кафедра систем управления и информационных технологий; аспирант.

Чернышев Александр Борисович – e-mail: chalbor@rambler.ru; кафедра систем управления и информационных технологий; профессор.

Mayransaev Zurab Ruslanovich – North Caucasus Federal University, Institute of Service, Tourism and Design (branch); e-mail: sarmat007@inbox.ru; Pyatigorsk, Russia; phone: +78793973927; the department of management systems and information technologies; postgraduate student.

Chernyshev Alexandr Borisovich – e-mail: chalbor@rambler.ru; the department of management systems and information technologies; professor.

УДК 519.711

DOI 10.18522/2311-3103-2021-2-189-199

Д.Е. Чикрин, А.А. Егорчев

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕРХУ–ВНИЗ И СНИЗУ–ВВЕРХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ADAS

Выбор типа основной методологии проектирования оказывает значительное влияние на качество итогового продукта, в том числе и на его способность к дальнейшему развитию и масштабированию. В статье рассматриваются особенности стандартных мето-