



Серия «Математика»
2020. Т. 32. С. 134–143

Онлайн-доступ к журналу:
<http://mathizv.isu.ru>

ИЗВЕСТИЯ
Иркутского
государственного
университета

УДК 012

MSC 01A70

DOI <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2020.32.134>

К 80-летию со дня рождения профессора Н. А. Сидорова

М. В. Фалалеев¹, О. А. Романова¹, А. В. Сеницын², А. И. Дрегля³,
Р. Ю. Леонтьев¹, Д. Н. Сидоров^{1,3,4}

¹*Иркутский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация*

²*Национальный университет Колумбии, Богота, Колумбия*

³*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Иркутск, Российская Федерация*

⁴*Институт систем энергетики им. Л. А. Меленъева СО РАН, Иркутск,
Российская Федерация*

Аннотация. Дается краткий обзор основных направлений научно-педагогической деятельности основателя Иркутской научной школы по теории дифференциально-операторных уравнений с необратимым оператором при главной части, профессора Иркутского государственного университета Н. А. Сидорова.

Ключевые слова: нелинейный анализ, плазма, уравнение Власова – Максвелла, бифуркация, регуляризация, метод Ляпунова – Шмидта.

30 апреля 2020 г. исполнилось 80 лет со дня рождения заслуженного профессора Иркутского университета, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации доктора физико-математических наук Николая Александровича Сидорова. Окончив школу с серебряной медалью в 1957 г., он поступил на физико-математический факультет Иркутского университета. После окончания университета с красным дипломом в 1962 г. и рекомендацией к поступлению в аспирантуру два года работал младшим научным сотрудником в отделе противокосмической обороны головного НИИ-2 МО СССР в г. Калинин. Затем поступил в аспирантуру к профессору Владимиру Владимировичу



Васильеву. Под его руководством еще в студенческие годы Н. А. Сидоров выполнил свои первые исследования. В Иркутском университете Николай Александрович работает более 50 лет: он прошел путь от аспиранта до профессора, заведующего кафедрой.

В 1967 г. Н. А. Сидоров защитил кандидатскую диссертацию, оппонентами были профессор МФТИ В. А. Треногин и директор Института математики Киргизии АН СССР, член-корреспондент АН СССР, профессор М. И. Иманалиев. После защиты кандидатской диссертации Н. А. Сидоров занялся новым кругом задач, связанным с вырожденными дифференциально-операторными уравнениями, нелинейным функциональным анализом и его приложениями, регуляризацией некорректных задач. Полученные результаты он докладывал на семинарах выдающихся математиков XX века: А. Н. Тихонова, М. М. Лаврентьева, В. К. Иванова, Л. В. Овсянникова, С. Л. Соболева, Л. А. Люстерника, В. А. Треногина, В. И. Юдовича.

В 1983 г. Н. А. Сидоров защитил докторскую диссертацию «Приближенное решение задач теории ветвления и их регуляризация» в Институте математики и механики Уральского отделения АН СССР. Оппонентами выступили академик М. М. Лаврентьев, член-корреспондент АН СССР В. К. Иванов, профессор А. М. Тер-Криков, ведущей организацией — МГУ (академик АН СССР А. Н. Тихонов и академик АН СССР В. А. Ильин). Это была первая защита докторской диссертации по математике преподавателем Иркутского университета. В 1985 г. Н. А. Сидорову присвоено ученое звание профессора по кафедре математического анализа ИГУ.

Многие работы Н. А. Сидорова посвящены теории ветвления решений нелинейных уравнений. Ему удалось доказать общие теоремы существования точек, кривых и поверхностей бифуркации. Построенная теория применялась к задаче о ветвлении решений классов нелинейных эллиптических уравнений и в приложениях. Были построены решения интегрального уравнения компенсации из теории сверхпроводимости, а в прикладных работах проведен бифуркационный анализ некоторых задач для кинетических систем Власова-Максвелла, описывающих по-

ведение многокомпонентной плазмы. Совместно с профессором Б. В. Логиновым рассмотрен ряд проблем спектральной теории линейных операторов и теории итерационных методов в условиях групповой симметрии уравнения. Некоторые результаты этих работ вошли в фундаментальную монографию Lyapunov – Schmidt Methods in Nonlinear Analysis and Applications (Kluwer Academic Publishers, 2002).

В результате в Иркутске была создана математическая школа по теории дифференциально-операторных уравнений с необратимым оператором при главной части — важному разделу современной теоретической и прикладной математики. Одна из рассмотренных им задач получила название «Задача Шоуолтера – Сидорова», послужив началом многих работ математиков российских и зарубежных научных школ. В этой школе были доказаны теоремы существования в линейном и нелинейном случаях, разработан метод построения классических и обобщенных решений на основе исследования жордановой структуры операторных коэффициентов линеаризации исходного уравнения (Н. А. Сидоров, М. В. Фалалеев, О. А. Романова, В. С. Шароглазов, И. И. Белов, Е. Ю. Гражданцева, Е. Б. Благодатская, О. А. Коробова, С. С. Орлов, Л. Ю. Леонтьев, Д. Ю. Марканова, А. И. Дрегля и др.). Н. А. Сидоров избран членом Американского математического общества, других математических обществ и является членом научно-методического совета по математике Министерства образования и науки РФ.

Н. А. Сидоров — автор пяти монографий и свыше 200 работ по теоретической и прикладной математике. Он подготовил 14 кандидатов и 6 докторов наук. Детали его научной биографии с библиографией статей можно найти в выпусках журнала «Известия Иркутского государственного университета». Серия «Математика», журнала Южно-Уральского университета, в Википедии. В библиографии к статье приведен список избранных публикаций за период 2012–2020 гг.

И в настоящее время Н. А. Сидоров плодотворно работает со своими коллегами и учениками, публикуя новые интересные научные результаты. Так, в марте 2020 г. в международном академическом издательстве World Scientific вышла монография «К общей теории дифференциально-операторных и кинетических моделей». Авторы книги: профессор ИМИТ ИГУ Н. А. Сидоров, главный научный сотрудник ИСЭМ СО РАН, профессор РАН Д. Н. Сидоров, профессор Колумбийского национального университета А. В. Сеницын. Монография дает введение в современную теорию дифференциально-операторных и кинетических моделей, включая уравнения Власова – Максвелла. Из новых авторских результатов, вошедших в эту монографию, можно выделить теорию операторных интегральных уравнений первого рода с разрывными ядрами, оригинальную теорию скелетных разложений операторов для решения линейных систем ОДУ и систем уравнений в частных

производных с необратимыми операторами в главной части уравнений. Из последних интересных результатов отметим также совместную с А. И. Дрегля публикацию, в которой вводились нелокальные условия при идентификации динамики внешней силы при моделировании колебаний.

Н. А. Сидоров является основателем и руководителем актуального научного направления «Алгоритмический и качественный анализ в теории интегро-дифференциальных и дифференциально-операторных уравнений», разрабатываемого в Иркутском университете.

Н. А. Сидоров проводит большую экспертную работу в диссертационных советах, ведущих научных фондах, руководит Иркутским региональным отделением научно-методического совета по математике Министерства образования и науки РФ, реферировал и рецензирует статьи по математике для российских и международных журналов. Н. А. Сидоров – член редколлегии и один из инициаторов создания журнала «Известия Иркутского государственного университета». Серия «Математика».

Н. А. Сидоров заведовал кафедрой математического анализа Иркутского университета на протяжении двадцати семи лет. В это время ему удалось создать сильный педагогический коллектив, направления научных исследований которого связаны с теорией нестандартных дифференциально-операторных уравнений. Узнать об основных направлениях развития научной школы профессора Н. А. Сидорова можно из книги [1], издание которой было приурочено к 100-летию Иркутского государственного университета.

За заслуги в области образования он награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» и рядом грамот учебных и научных учреждений. Указом Президента РФ Н. А. Сидорову присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», а решением Ученого совета ИГУ – почетное звание «Заслуженный профессор Иркутского университета».

Желаем Николаю Александровичу крепкого здоровья, счастья и новых творческих достижений!

Список литературы

1. Научные школы Иркутского государственного университета, 1918–2018 гг. Вып. 2. Математические науки. Иркутск : Издательство ИГУ, 2019. 115 с.
2. Сидоров Н. А., Сидоров Д. Н., Ли Ю. Области притяжения точек равновесия нелинейных систем: устойчивость, ветвление и разрушение решений // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2018. Т. 23. С. 46–63. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2018.23.46>

3. Сидоров Н. А., Дрегля А. И. Идентификация динамики внешней силы при моделировании колебаний // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2017. Т. 19. С. 105–112. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.19.105>
4. Сидоров Д. Н., Сидоров Н. А. Методы исследования одного класса интегральных уравнений Вольтерры I рода с кусочно-определенными операторными ядрами // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. 2014. С. 745–756.
5. Сидоров Н. А., Сидоров Д. Н. О последовательных приближениях решений вырожденной задачи Коши // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2012. Т. 18, № 2. С. 238–244.
6. Dreglea A. I., Sidorov N. A. Integral equations in identification of external force and heat source density dynamics // Buletinul Academiei de Stiinte a Republicii Moldova. Matematica. 2018. N 3. P. 68–77.
7. Дрегля А. И., Сидоров Н. А. Структура решений систем нелинейных интегральных уравнений с функциональным возмущением аргумента // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования. 2017. С. 257–260.
8. Дрегля А. И., Сидоров Н. А. Идентификация динамики изменения внешней силы при моделировании колебаний струны с закрепленными концами // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем : материалы всероссийской конференции. Пенза, 2016.
9. Muftahov I. R., Sidorov D. N., Sidorov N. A. On perturbation method for the first kind equations: regularization and application // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. 2015. Vol. 8, N 2. P. 69–80.
10. Сидоров Н. А., Сидоров Д. Н., Муфтахов И. Р. О роли метода возмущений и теоремы Банаха–Штейнгауза в вопросах регуляризации уравнений первого рода // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2015. 14. С. 82–99.
11. Rendon L., Sinitsyn A. V., Sidorov N. A. Bifurcation points of nonlinear operators: existence theorems, asymptotics and application to the Vlasov-Maxwell system // Revista Colombiana de Matematicas. 2016. Vol. 50, N 1. P. 85-107.
12. Noeiaghdam S., Sidorov D., Sizikov V., Sidorov N. Control of accuracy on Taylor-collocation method to solve the weakly regular Volterra integral equations of the first kind by using the CESTAC method // Applied and Computational Mathematics. 2020. Vol. 19, N 1. P. 87–105.
13. Rojas E. M., Sidorov N. A., Sinitsyn A. V. A boundary value problem for noninsulated magnetic regime in a vacuum diode // Symmetry, 2020. Vol. 12, N 4. P. 617. <https://doi.org/10.3390/sym12040617>
14. Sidorov N. A., Sidorov D. N., Dreglea A. I. Solvability and bifurcation of solutions of nonlinear equations with Fredholm operator // Symmetry. 2020. Vol. 12. (в печати)
15. Sidorov N., Sidorov D., Sinitsyn A. Toward General Theory of Differential-Operator and Kinetic Models. S'pore : World Scientific, 2020. 400 p. (World Scientific Series on Nonlinear Science Series A / ed. L. Chua ; vol. 97). <https://doi.org/10.1142/11651>
16. Sidorov N. A., Sidorov D. N., Li Y. Nonlinear systems' equilibrium points: branching, blow-up and stability // Journal of Physics: Conference Series. 2019. N 1268. P. 012065.

17. Sidorov N. A., Sidorov D. N., Li Y. Basins of attraction and stability of nonlinear systems equilibrium points // *Differential Equations and Dynamical Systems*. Springer, 2019. P. 1–10.
18. Sidorov N. A. Classic solutions of boundary value problems for partial differential equations with operator of finite index in the main part of equation // *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика*. 2019. Т. 27. С. 55–70.
19. Sidorov D. N., Sidorov N. A. Solution of irregular systems of partial differential equations using skeleton decomposition of linear operators // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование*. 2017. Т. 10, № 2. С. 63–73. <https://doi.org/10.14529/mmp170205>
20. Sidorov N. A., Sidorov D. N. On the solvability of a class of Volterra operator equations of the first kind with piecewise continuous kernels // *Mathematical Notes*. 2014. Т. 96, № 5-6. С. 811–826.
21. Sidorov N.A. Bifurcation points of nonlinear operators: existence theorems, asymptotics and application to the Vlasov–Maxwell system // *Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика*. 2013. Т. 6, № 4. С. 85–106.
22. Sidorov N. A., Leont'ev R. Y., Dreglya A. I. On small solutions of nonlinear equations with vector parameter in sectorial neighborhoods // *Mathematical Notes*. 2012. Vol. 91, N 1-2. P. 90–104. <https://doi.org/10.1134/S0001434612010105>
23. Sidorov N. A., Sidorov D. N., Leont'ev R.Y. Successive approximations to the solutions to nonlinear equations with a vector parameter in a nonregular case // *Journal of Applied and Industrial Mathematics*. 2012. Vol. 6, N 3. P. 387–392.
24. Sidorov D. N., Sidorov N. A. Convex majorants method in the theory of nonlinear Volterra equations // *Banach J. Math. Anal*. 2012. Vol. 6, N 1, P. 1–10.
25. Sidorov N.A., Falaleev M.V. Continuous and generalized solutions of singular integro-differential equations in Banach spaces // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование*. 2012. № 5 (264). С. 62–74.

Михаил Валентинович Фалалеев, доктор физико-математических наук, профессор, Институт математики и информационных технологий, Иркутский государственный университет, Российская Федерация, 664000, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1, тел.: (3952)521296, e-mail: mihail@ic.isu.ru

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1770-172X>

Ольга Александровна Романова, кандидат физико-математических наук, Институт математики и информационных технологий, Иркутский государственный университет, Российская Федерация, 664000, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1, тел.: (3952)521298, email: olga@baikal.ru, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-4114-4831>.

Александр Владимирович Синицын, доктор физико-математических наук, математический факультет, Национальный университет Колумбии, Богота, Колумбия тел.: +57 1 3165000, email: asinityne@unal.edu.co.

Алена Ивановна Дрегля, кандидат физико-математических наук, доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел.: (3952)998440, email: adreglea@gmail.com, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-5032-0665>.

Роман Юрьевич Леонтьев, кандидат физико-математических наук, Институт математики и информационных технологий, Иркутский государственный университет, Российская Федерация, 664000, Иркутск, ул. К. Маркса, 1, тел.: (3952)242214, email: romanlisu@gmail.com

Денис Николаевич Сидоров, доктор физико-математических наук, профессор РАН, Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, Российская Федерация, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130, тел.: (3952)500-646 (код 258); Иркутский национальный исследовательский технический университет, Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83; Иркутский государственный университет, Российская Федерация, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1, email: contact.dns@gmail.com, ORCID id <http://orcid.org/0000-0002-3131-1325>.

Поступила в редакцию 20.04.2020

On the Occasion of the 80th Birthday of Professor N. A. Sidorov

M. V. Falaleev¹, O. A. Romanova¹, A. V. Sinitsyn², A. I. Dreglea³,
R. Yu. Leont'ev¹, D. N. Sidorov^{1,3,4}

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

²*Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia*

³*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation*

⁴*Melentiev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The paper presents a brief overview of the main areas of research and educational activities of the founder of the Irkutsk school on the theory of differential operator equations with the irreversible operator in the main part, the professor of the Institute of Mathematics and Information Technologies of Irkutsk State University N. A. Sidorov.

Keywords: nonlinear analysis, plasma, Vlasov-Maxwell equation, bifurcation, regularization, Lyapunov-Schmidt method.

References

1. *Scientific schools of Irkutsk State University, 1918–2018. Issue 2. Mathematical Sciences.* Irkutsk, ISU Publ., 2019, 115 p. (in Russian)
2. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Li Y. Areas of Attraction of Equilibrium Points of Nonlinear Systems: Stability, Branching and Blow-up of Solutions. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2018, vol. 23, pp. 46-63. (In Russian). <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2018.23.46>

3. Sidorov N.A., Sidorov D.N. On Successive Approximations of Solutions of a Singular Cauchy Problem. *Trudy Inst. Math. i Mekh. UrO RAN*, 2012, vol. 18, no 2, pp. 238–244. (in Russian).
4. Sidorov N.A., Dreglea A.I. The Identification of External Force Dynamics in the Modeling of Vibration. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2017, vol. 19, pp. 105-112. (in Russian) <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.19.105>
5. Sidorov D.N., Sidorov N.A. Research methods for a class of Volterra integral equations of the first kind with piecewise defined operator kernels [Metody issledovaniya odnogo klassa integral'nykh uravneniy vol'terry I roda s kusochno-opredelennymi operatornymi yadram] *Proceedings of the XII Conference on control problems of VSPU-2014. V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences RAS*, 2014, pp. 745-756.
6. Dreglea A.I., Sidorov N.A. Integral equations in identification of external force and heat source density dynamics. *Buletinul Academiei de Stiinte a Republicii Moldova. Matematica*, 2018, vol. 88, no. 3, pp. 68-77.
7. Dreglea A.I., Sidorov N.A. The structure of solutions of systems of nonlinear integral equations with functional perturbation argument. *Lomonosov readings in Altai: fundamental problems of science and education*, 2017, pp. 257-260. (In Russian).
8. Dreglea A.I., Sidorov N.A. Identification of dynamics of external force change in modeling of oscillations of strings with fixed ends. *Analytical and numerical methods for modeling natural-scientific and social problems: materials. All-Russia Conference*. Penza, 2016. (In Russian).
9. Muftahov I.R., Sidorov D.N., Sidorov N.A. On perturbation method for the first kind equations: regularization and application. *Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software*, 2015, vol. 8, no. 2, pp. 69–80.
10. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Muftahov I.R. Perturbation theory and the Banach–Steinhaus theorem for regularization of the linear equations of the first kind. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2015, vol. 14, pp. 82-99.
11. Rendon L., Sinitsyn A.V., Sidorov N.A. Bifurcation points of nonlinear operators: existence theorems, asymptotics and application to the Vlasov-Maxwell system. *Revista Colombiana de Matematicas*, 2016, vol. 50, no. 1, pp. 85-107.
12. Noeiaghdam S., Sidorov D., Sizikov V., Sidorov N. Control of accuracy on Taylor-collocation method to solve the weakly regular Volterra integral equations of the first kind by using the CESTAC method. *Applied and Computational Mathematics*, 2020, vol. 19, no. 1, pp. 87-105.
13. Rojas E.M., Sidorov N.A., Sinitsyn A.V. A boundary value problem for noninsulated magnetic regime in a vacuum diode. *Symmetry*, 2020, vol.12, no. 4, p. 617. <https://doi.org/10.3390/sym12040617>
14. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Dreglea A.I. Solvability and bifurcation of solutions of nonlinear equations with Fredholm operator. *Symmetry*, 2020, vol. 12 (to appear)
15. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Sinitsyn A.V. *Toward General Theory of Differential-Operator and Kinetic Models*. Book Series: World Scientific Series on Nonlinear Science Series A, vol. 97, eds. Prof. L. Chua. S'pore, World Scientific, 2020, 400 p. <https://doi.org/10.1142/11651>
16. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Li Y. Nonlinear systems' equilibrium points: branching, blow-up and stability. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, no. 1268, p. 012065.

17. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Li Y. Basins of attraction and stability of nonlinear systems equilibrium points. *Differential Equations and Dynamical Systems*, Springer, 2019, pp. 1-10.
18. Sidorov N.A. Classic Solutions of Boundary Value Problems for Partial Differential Equations with Operator of Finite Index in the Main Part of Equation. The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics, 2019, vol. 27, pp. 55-70. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2019.27.55>
19. Sidorov D.N., Sidorov N.A. Solution of irregular systems of partial differential equations using skeleton decomposition of linear operators. *Bulletin of the South Ural State University, Series Mathematical Modelling, Programming and Computer Software*, 2017, vol. 10, no. 2. pp. 63–71. <https://doi.org/10.14529/mmp170205>
20. Sidorov N.A., Sidorov D.N. On the solvability of a class of Volterra operator equations of the first kind with piecewise continuous kernels. *Mathematical Notes*, 2014, vol. 96, no. 5-6, pp. 811-826.
21. Sidorov N.A. Bifurcation points of nonlinear operators: existence theorems, asymptotics and application to the Vlasov–Maxwell system. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2013, vol. 6, no. 4. pp. 85-106.
22. Sidorov N.A., Leont'ev R.Y., Dreglya A.I. On small solutions of nonlinear equations with vector parameter in sectorial neighborhoods. *Mathematical Notes*, 2012, vol. 91, no. 1-2, pp. 90-104. <https://doi.org/10.1134/S0001434612010105>
23. Sidorov N.A., Sidorov D.N., Leont'ev R.Y. Successive approximations to the solutions to nonlinear equations with a vector parameter in a nonregular case. *Journal of Applied and Industrial Mathematics*, 2012, vol. 6, no. 3. pp. 387-392.
24. Sidorov D.N., Sidorov N.A. Convex majorants method in the theory of nonlinear Volterra equations. *Banach J. Math. Anal*, 2012, vol. 6, no. 1, pp. 1–10.
25. Sidorov N.A., Falaleev M.V. Continuous and generalized solutions of singular integro-differential equations in Banach spaces. *Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software*, 2012, vol. 264, no. 5, pp. 62-74.

Mihail Falaleev, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, tel.: (3952)521296, email: mihail@ic.isu.ru, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1770-172X>

Olga Romanova, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, tel.: (3952)521298, email: olga@baik.ru, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-4114-4831>.

Aleksander Sinitsyn, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Cundinamarca, Colombia, tel.: +57 1 3165000, email: asinitsyne@unal.edu.co.

Alena Dreglea, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontov st., Irkutsk, 664074, Russian Federation, tel.: (3952)998440, email: adreglea@gmail.com, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-5032-0665>.

Roman Leont'ev, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, tel.: (3952)521298, email: romallisu@gmail.com

Denis Sidorov, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Melentiev Energy Systems Institute SB RAS, 130, Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russian Federation, tel.: (3952) 500-646 ext. 258; Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontov st., Irkutsk, 664074, Russian Federation; Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, email: contact.dns@gmail.com, ORCID iD <http://orcid.org/0000-0002-3131-1325>.

Received 20.04.2020