

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Міністерство освіти і науки України

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних
технологій та систем НАН України
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШЛИКОВ ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕНТИНОВИЧ

УДК 577.169; 616.1 – 616.7

ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕІНВАЗИВНОГО КОНТРОЛЮ
ТЕМПЕРАТУРИ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ В УМОВАХ РЕГУЛЬОВАНОГО
ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗІГРІВАННЯ ПІД ЧАС
ІШТУЧНОГО КРОВООБІГУ**

05.13.09 – медична та біологічна інформатика і кібернетика

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В. В. Шликов

Науковий консультант: Віталій Борисович Максименко,
доктор медичних наук, професор

Київ – 2019

ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	30
	ВСТУП.....	31
РОЗДІЛ 1	Проблеми створення неінвазивних методів досліджень температури тіла в умовах штучного кровообігу.....	45
1.1	Спрямованість наукових досліджень.....	45
1.2	Огляд методів неінвазивного контролю і регулювання температури тіла.....	46
1.3	Інформаційні методи обробки та візуалізації зображень в термографічних дослідженнях.....	54
1.4	Характеристика об'єкта досліджень і аналіз квазіоптимальних умов його функціонування.....	64
1.5	Стратегія досліджень температури серця і тіла в умовах штучного кровообігу.....	68
1.6	Стратегія міокардіальної протекції в кардіохірургії.....	73
	Висновки до розділу 1.....	78
РОЗДІЛ 2	Дослідження теплових полів на основі технології інфрачервоної термографії в кардіохірургії.....	80
2.1	Клінічні особливості біомедичних досліджень в кардіохірургії.....	80
2.2	Фізична модель біомедичного дослідження засобами тепловізійної діагностики.....	85
2.3	Застосування методів цифрової обробки сигналів і оптичних методів для стабілізації якості термограм.....	88
2.4	Методи визначення температурних аномалій в організмі.....	95

2.4.1	Основні принципи застосування методів і засобів інфрачервоної термографії в кардіохірургічній практиці	95
2.4.2	Закономірності змін температурного поля на поверхні серця людини.....	101
2.5	Концепція створення технології неінвазивного контролю температури в умовах штучного кровообігу.....	103
2.6	Функціональні компоненти інформаційної технології неінвазивного контролю температури.....	109
2.7	Засоби інтраопераційної термометрії міокарда в умовах штучного кровообігу.....	112
2.8	Достовірність контролю температури при глибокій гіпотермічній зупинці кровообігу.....	120
2.9	Обґрунтування характеристик інформаційної технології неінвазивного контролю температури	125
	Висновки до розділу 2.....	131
РОЗДІЛ 3	Дослідження і моделювання процесів теплопереносу в умовах штучного кровообігу.....	134
3.1	Методичне і технічне забезпечення для проведення термографічних досліджень.....	134
3.1.1	Методи і засоби аналізу термографічних досліджень.....	135
3.1.2	Математичні моделі для дослідження поширення тепла у серці.....	139
3.2	Модель поширення температури на поверхні міокарда в умовах штучного кровообігу.....	144
3.2.1	Модель розподілу температури на поверхні міокарда для процесу охолодження серця.....	145
3.2.2	Дискретна модель системи "міокард-коронарні судини".....	155

3.2.3	Експериментальна перевірка математичних моделей поширення тепла.....	170
3.3	Моделювання температурного поля в шарі міокарда в умовах штучного кровообігу.....	177
3.4	Аналіз локального порушення кровоплину в міокарді в умовах штучного кровообігу.....	184
3.5	Визначення швидкості поширення теплового потоку в міокарді у процесі гіпотермії і гіпертермії	191
3.5.1	Розв'язок рівняння теплопровідності для поширення теплового потоку у міокарді.....	193
3.5.2	Дослідження швидкості поширення теплового потоку в міокарді.....	199
3.6	Клінічне підтвердження результатів моделювання процесів теплообміну в міокарді.....	203
	Висновки до розділу 3.....	206
РОЗДІЛ 4	Прикладні аспекти досліджень із застосуванням методів і засобів неінвазивного контролю температури в умовах штучного кровообігу.....	209
4.1	Фізичні та методичні аспекти застосування моделі поширення тепла в міокарді для неінвазивного контролю температури...	209
4.1.1	Визначення термічного опору міокарда та коефіцієнта охолодження і зігрівання серця.....	210
4.1.2	Оцінювання неоднорідності розподілу температури на основі коефіцієнта охолодження та зігрівання міокарда.....	215
4.1.3	Аналіз даних контролю температури щодо оцінювання достовірності визначення коефіцієнту охолодження та зігрівання серця.....	219
4.2	Метод оцінювання рівномірності охолодження та зігрівання серця в умовах штучного кровообігу	224

4.2.1	Розв'язок рівняння теплопровідності для визначення тривалості процесу гіпотермії в умовах штучного кровообігу	225
4.2.2	Аналіз даних контролю температури щодо визначення достовірності методу оцінювання рівномірності охолодження та зігрівання серця.....	229
4.3	Метод дослідження температуропровідності міокарду в умовах штучного кровообігу.....	232
4.3.1	Розв'язок рівняння теплопровідності для розповсюдження тепла у товщині шару міокарда	233
4.3.2	Дослідження температуропровідності міокарда.....	238
4.3.3	Аналіз даних контролю температури серця щодо оцінювання достовірності методу дослідження температуропровідності...	248
4.4	Метод визначення циркуляторної дисфункції коронарного кровоплину в міокарді	252
4.4.1	Дослідження градієнтів температур на поверхні міокарда в умовах штучного кровообігу	252
4.4.2	Аналіз даних контролю температури серця щодо оцінювання достовірності методу визначення циркуляторної дисфункції коронарного кровоплину.....	263
4.5	Спосіб визначення швидкості охолодження і зігрівання серця в умовах штучного кровообігу.....	266
4.5.1	Дослідження швидкості охолодження і зігрівання серця в умовах штучного кровообігу	267
4.5.2	Аналіз даних контролю температури щодо оцінювання достовірності способу визначення швидкості охолодження та зігрівання серця.....	271
4.6	Метод виявлення малих температурних неоднорідностей під час регульованого охолодження і зігрівання серця.....	275

4.6.1	Дослідження розподілу температурного поля і візуалізація коронарних судин на поверхні міокарда	275
4.6.2	Аналіз даних контролю температури серця щодо оцінювання достовірності методу виявлення малих температурних градієнтів та неоднорідностей і візуалізації коронарних судин.....	287
4.7	Спосіб стабілізації якості термограм засобами усунення терморозфокусування.....	292
4.8	Статистична обробка температурних даних, отриманих за методом неінвазивного контролю температури серця.....	302
	Висновки до розділу 4	306
РОЗДІЛ 5	Методичне і технічне забезпечення для досліджень неінвазивного контролю температури при вирішенні біомедичних проблем	310
5.1	Методика застосування системи неінвазивного контролю температури серця в умовах штучного кровообігу.....	310
5.1.1	Інструментальна складова інформаційної технології неінвазивного контролю температури серця	310
5.1.2	Інформаційна складова методу виявлення малих температурних неоднорідностей на поверхні серця.....	318
5.1.3	Інформаційна складова технології неінвазивного контролю температури серця людини.....	322
5.2	Технологія неінвазивного контролю температури в умовах регульованого охолодження та зігрівання.....	327
5.2.1	Система підтримки прийняття рішень для регулювання температури в контурі штучного кровообігу	327
5.2.2	Структура технології неінвазивного контролю температури серця в умовах штучного кровообігу.....	337
5.2.3	Функціональна структура інформаційної технології неінвазивного контролю температури.....	343

5.3	Застосування персоніфікованого оцінювання інтраопераційного захисту серця.....	346
5.4	Достовірність контролю температури серця на основі технології неінвазивного контролю температури серця.....	351
	Висновки до розділу 5.....	359
РОЗДІЛ 6	Клінічні дослідження застосування неінвазивного контролю температури серця.....	361
6.1	Клінічна апробація інформаційної технології неінвазивного контролю температури серця в умовах штучного кровообігу...	361
6.1.1	Температурні режими використання гіпотермії та гіпертермії при проведенні перфузії мозку і серця.....	362
6.1.2	Вплив гіпотермії на функціональну активність центральної нервової системи.....	364
6.2	Застосування програмно-апаратної термографічної системи контролю температури в умовах штучного кровообігу.....	369
6.3	Перспективи розвитку методів тепловізійної діагностики в кардіохірургії.....	375
	Висновки до розділу 6	378
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	380
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	385
Додаток А	Список публікацій здобувача.....	416
Додаток Б	Акти і довідки про зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами	423
Додаток В	Акти і довідки про впровадження результатів роботи.....	425
Додаток Г	Патенти на корисну модель.....	431

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації

1. Шликов В.В. 3D-модель теплового обміну в міокарді та коронарних судинах серця. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2017. № 44 (1266). С. 65 – 69. (ПІНЦ, Google Scholar)
2. Шликов В.В. Метод цифрової обробки відеоданих термограм при операціях на відкритому серці з фільтрацією візуальних фонів міокарда. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2018. № 1. С 26 – 36. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, ПІНЦ, EBSCO)
3. Vladyslav Shlykov The propagation of the temperature wave in myocardium. *«EUREKA: Physics and Engineering»*. 2018. № 2. Р. 52 – 62. (ResearchBib, іноземне видання)
4. Шликов В.В. Дослідження температуропровідності міокарду в умовах штучного кровообігу. *Вісник ЖДТУ: зб. наук. пр. Серія: "Технічні науки"*. 2018. № 1(81). С. 74 – 86. (Google Scholar, Index Copernicus)
5. Данилова В.А., Шлыков В.В. Применение тепловидения в диагностике сосудистых патологий. *Электроника и связь*. 2014. Том 19, №5(82). С. 73 – 75. (Google Scholar)
6. Данілова В.А., Шликов В.В. Тепловізійне дослідження розподілу температури міокарда. *Наукові Вісті НТУУ «КПІ». Серія: Приладобудування та інформаційно-вимірювальна техніка*. 2014. №5 . С. 106 – 111. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, ПІНЦ, EBSCO)
7. Лагутин А.Ю., Шлыков В.В., Гришина Н.Л. Средства оценки состояния ЦНС у кардиохирургических больных. *Международный научно-исследовательский журнал*. Екатеринбург . 2014. № 5-3 (24). Часть 4. С.

- 26 – 27. (РІНЦ, іноземне видання)
8. Khudetskyi I.U., Danilova V.A., Shlykov V.V. Use of Thermal Imaging for Control of the Process Hypothermia Cardiac. *The Polish Journal of Applied Sciences, Lomza State University of Applied Sciences*. 2015. Vol. 1, No 3. P. 93-96 (SCIE, іноземне видання)
9. Данилова В.А., Шлыков В.В. Метод безконтактного контролю температури. *Наукові Вісті НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування*. 2015. Вип. 49(1). С. 88 – 94. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, РІНЦ)
10. Шлыков В.В., Данилова В.А. Применение метода устранения шумов изображений. *Журнал «Молодой ученый»*. 2016. №13 (117). Часть 3. С. 284 – 287. (РІНЦ, іноземне видання)
11. Максименко В.Б., Шлыков В.В., Данилова В.А. Модель распределения теплового потока в теплообменнике аппарата искусственного кровообращения. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2016. № 7 (1179). С. 119-124. (РІНЦ, Google Scholar)
12. Kotovskiy V. I., Shlykov V. V., Danilova V. A. The mathematical model of heat transfer in Matlab for device of cardiopulmonary bypass in cardiology. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2016. № 49 (1221). С. 31-35. (РІНЦ, Google Scholar)
13. Vitaliy B. Maksymenko, Valentina A. Danilova, Vladyslav V. Shlykov The Discrete Model for the System of the Myocardium and Coronary Vessels. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2017. № 1. С 54 – 60. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, РІНЦ, EBSCO)
14. Котовский В.Й., Шлыков В.В., Данилова В.А. Неинвазивный контроль температуры сердца при гипо- и гипертермии в условиях искусственного кровообращения. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2017. № 2. С 54 – 60. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, РІНЦ, EBSCO)
15. Kotovskiy, V.I., Shlykov, V.V., Danilova, V.A. The Method of Processing

- Thermographic Images for the Open Heart. *Young Scientist USA*. 2017. Vol.7. P. 91 – 96 (ISBN 978-1-365-95329-3, іноземне видання)
16. Максименко В.Б., Шлыков В.В., Данилова В.А. Обнаружение тепловых неоднородностей для последовательности изображений в видео термограмм. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2017. № 19 (1241). С. 42 - 47. (РІНЦ, Google Scholar)
 17. Шлыков В.В., Данилова В.А., Диденко М.С. Пирометрическая система контроля температуры. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2017. № 20 (1242). С. 11 – 19. (РІНЦ, Google Scholar)
 18. Котовский В.Й., Шлыков В.В., Данилова В.А. Обработка термографического изображения открытого сердца. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С: Фундаментальные науки*. 2017. №4. С. 28 – 34 (РІНЦ, іноземне видання)
 19. Назарчук О.О., Шлыков В.В., Данилова В.А. Стабілізація якості термограм шляхом усунення терморозфокусування. *Мікросистеми, електроніка та акустика*. 2017. Том 22, №5. С. 34 – 39. (Google Scholar)
 20. Шлыков В.В., Данилова В.А. Клиническое применение термографического метода контроля температуры сердца. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2017. № 33 (1255). С. 35 – 38. (РІНЦ, Google Scholar)
 21. Шлыков В.В., Данилова В.А. Метод оценки скорости охлаждения и согревания сердца в условиях искусственного кровообращения. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2017. № 6 (116). С. 47 – 52. (WorldCat, Google Scholar, OpenAIRE, РІНЦ, EBSCO)
 22. Шлыков В.В., Данилова В.А. Система неінвазивного контролю температури біологічних об'єктів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2017. № 5 (134). С. 12 – 17. (Google Scholar, РІНЦ, Index Copernicus)

23. Shlykov V., Danilova V., Maksymenko V. Numerical model for heat transfer based on thermographic imaging of the heart. *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2017. Вип. № 4(107). С 62 – 68. (Google Scholar)
24. Vladyslav Shlykov, Vitalii Kotovskyi, Nikolaj Višniakovc, Andžela Šešok The IR-thermal imaging method for evaluation of the status of myocardial coronary vessels under the condition of artificial blood circulation. *Technology and Health Care*. 2018. Vol. 26(2), May. P. 571 – 576. (Academic Source Complete, EMBIO, EMCare, Google Scholar, Science & Technology Collection, Scopus, Web of Science, іноземне видання)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

25. Максименко В.Б., Шликов В.В., Гаган М. Програмно-апаратні засоби обробки термометричного зображення. *Міжнародний медичний конгрес*. (Київ, 25 вересня 2012). Київ, 2012. С. 89.
26. Данилова В.А., Шликов В.В. Обробка даних термограм серця. *Матеріали IV Міжнародної конференції Біомедична інженерія і технологія. Проблеми біомедичної інженерії в охороні здоров'я*. (Київ, 17 квітня 2013). Київ, 2013. С. 90.
27. Максименко В.Б., Шликов В.В., Данилова В.А. Застосування тепловачення в діагностиці судинних патологій. *Матеріали IV Міжнародної конференції Біомедична інженерія і технологія. Проблеми біомедичної інженерії в охороні здоров'я*. (Київ, 17 квітня 2013). Київ, 2013. С. 89.
28. Данилова В.А., Шликов В.В. Термографические исследования у кардиохирургических больных. *Материалы конференции: II-я Международная виртуальная Интернет конференция "Биотехнология. Взгляд в будущее"*. (Россия, Казанский (Приволжский) федеральный университет, каф. биотехнологии, 26.03.2013). Казань, 2013. С. 401 – 403.
29. Шликов В.В., Данилова В.В., Бритва Н.О. Исследования термограмм мозга и открытого сердца. *Материалы конференции: 24-я*

- Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии".* (Севастопольский НТУ, 7 – 13 сентября 2014). Севастополь, 2014. С. 1033 – 1035. (Scopus).
30. Шликов В.В., Діденко М.С., Білошицька О.К. Технологія неінвазивного вимірювання температури. *Матеріали науково-практичної конференції біомедичних інженерів і технологів України "Вітчизняні інженерні розробки для охорони здоров'я".* (Київ, НТУУ «КПІ», 19 – 21 квітня 2016). Київ, 2016. С. 35 – 36.
 31. Максименко В.Б., Шликов В.В., Данілова В.А. Термографічні дослідження градієнта температур на поверхні серця. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції "Зварювання та термічна обробка живих тканин. Теорія. Практика. Перспективи"* (Київ, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 25 – 26 листопада 2016). Київ, 2016. С. 34.
 32. Шликов В.В. Біофізичні особливості застосування методів інфрачервоної термографії в кардіохірургії. *Перша міжуніверситетська науково-практична конференція: "Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії".* (Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 26 – 27 квітня, 2017) Київ, 2017. С. 104.
 33. Діденко М.С., Шликов В.В. Контроль температури міокарда при відкритих операціях на серці з використанням апарату штучного кровообігу. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Наука та інформація".* (Європейський центр науки, 20 – 22 червня, 2017). Київ, 2017. С. 20.
 34. Vitaliy Maksymenko, Valentyna Danilova, Vladyslav Shlykov The discrete model for the system of the myocardium and coronary vessels. *3rd Conference "Approximation Methods for Molecular Modeling and Diagnosis Tools".* (Kyiv, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, January 26 – 30, 2017). Kyiv, 2017. P. 3.
 35. Vladyslav Shlykov, Valentyna Danilova, Vitaliy Maksymenko Heat

transfer model based on thermographic imaging of the heart in open chest conditions. *17th European Congress on Extracorporeal Circulation Technology*. (France, Marseille, June 14 – 17th, 2017). Marseille, 2017. P. 181 – 191.

36. Шлыков В.В., Данилова В.А. Цифровая обработка видеоданных термограмм для открытого сердца. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції "Зварювання та термічна обробка живих тканин. Теорія. Практика. Перспективи"*. (Київ, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 1 – 2 грудня 2017). Київ, 2017. С. 27.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

37. Шлыков В.В. Біофізичні особливості застосування методів інфрачервоної термографії в кардіохірургії. *Біомедична інженерія*. 2017. № 5. С. 104 – 110. URL: <http://fbmi.kpi.ua/science/journal>
38. Шлыков В.В. Захист міокарда при операціях на відкритому серці. *Біомедична інженерія і технологія*. 2018. №1 (1). С. 37 – 43. URL: <http://fbmi.kpi.ua/science/journal>
39. Данилова В.А., Шлыков В.В. Use Of Thermal Imaging For Diagnosis Of Vascular Pathologies. *Электронный научный журнал: Биомедицинская инженерия и электроника*. 2014. № 1. URL: <http://biofbe.esrae.ru/pdf/2014/1/939.pdf>
40. Vladyslav Shlykov, Valentyna Danilova, Vitaliy Maksymenko The Model of the Myocardium in the MSC Sinda System. *Cardiology and Cardiovascular Research*. 2017. Volume 1, Issue 2, March. P. 18 – 22. URL: <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ccr.20170101.13.pdf>
41. Діденко М.С., Шлыков В.В. Контроль температури міокарда при відкритих операціях на серці з використанням апарату штучного кровообігу. *Наук. журнал "Альманах науки"*. 2017. № 4. С. 20 – 22. URL: <http://www.ecentrнауки.ltd.ua/>
42. Shlykov V., Danilova V., Maksymenko V., Sychyk M. Application of

- Model of Heat Exchange for Myocardium Provided Stationary Convection Laminar Flow. *Journal of Cardiology & Current Research*. 2017. Volume 10, Issue 1. URL. <http://medcraveonline.com/JCCR/JCCR-10-00350.pdf> (іноземне видання)
43. Шликов В.В., Данілова В.А. Клінічне вимірювання температури серця. *Біомедична інженерія і технологія*. 2018. № 1 (1). С. 80 – 84. URL: <http://fbmi.kpi.ua/science/journal>
 44. Shlykov Vladyslav, Kotovskyi Vitalii, Dubko Andrey, Visniakov, Nikolaj, Šešok Andžela Temperature monitoring for high frequency welding of soft biological tissues: A prospective study. *Technology and Health Care*. 2019. Vol. Pre-press, April 2019. P. 1 – 7. (іноземне видання)
 45. Shlykov V.V., Maksymenko V.B. The Method of Determining Conductibility for Coronary Vessels by Thermography. *Cybernetics and Computer Engineering*. 2019. Vol. 2(196). P. 59 – 79.
 46. Муравйов О.В., Назарчук О.О., Шликов В.В., Максименко В.Б. Світлосильний атермалізований об'єктив для інфрачервоної області спектра: *патент на корисну модель №118184, МПК G02B 13/14 (2016.01)*; власник ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України»; заявка u201701404 від 14.02.2017, опубл. 25.07.2017, бюл. №14. 4 С.
 47. Шликов В.В., Данілова В.А., Максименко В.Б., Гльоза М.Ю. Спосіб контролю температури крові на виході теплообмінника апарату штучного кровообігу: *патент на корисну модель № 127162, МПК (2018.01)*; власник ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України»; заявка u201712554 від 18.12.2017, опубл. 25.07.2018, бюл. №14. 4 С.
 48. Шликов В.В., Данілова В.А., Максименко В.Б., Настенко Є.А. Спосіб оцінки температурних неоднорідностей на термографічних зображеннях біологічних об'єктів: *патент на корисну модель №129904, МПК A61B 5/01 (2006.01), A61B 5/00, A61N 5/00*; власник ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України»; заявка u201712551 від 20.01.2018, опубл. 26.11.2018, бюл. №22. 4 С.