

Современные
технологии
в медицине

СТМ

Modern
Technologies
in Medicine

Sovremennye tehnologii v medicine

Том 10, №1 – 2018

Учредитель

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная
медицинская академия» Минздрава России

Редакция

Зав. редакцией **Г.Н. Яскеялина**
Секретарь редакции **С.В. Звягина**
Художественный редактор **Е.И. Виноградова**
Корректор **Н.А. Лебедева**
Редактор-библиограф **В.А. Шевцова**
Переводчики **Л. Гринберг, Е.С. Зарницына**
Дизайнер и администратор website **С.В. Ермаков**

Адрес редакции

603005, Нижний Новгород,
пл. Минина и Пожарского, 10/1
Медицинская академия

Телефоны: 8(831) 430-75-51,

E-mail: stm@nizhgma.ru
stm.journal@gmail.com

Website: <http://www.stm-journal.ru>

Издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ №ФС 77-35569
от 4 марта 2009 г.

Все права защищены.
Любое воспроизведение
опубликованных материалов
без письменного согласия редакции
не допускается. При перепечатке
ссылка на журнал обязательна

Дата выхода в свет 27.03.2018 г.

Усл.печ.л. 13,02. Тираж 570 экз.
Заказ 18_189

Отпечатано
в ООО «Типография "Поволжье"»
Н. Новгород, ул. Академика Блохина, 4/43
Тел. 8(831)461-90-08, 461-90-09
e-mail: povol@kis.ru

Подписной индекс — 10303
в Объединенном каталоге «Пресса России».
Т. 1. «Газеты и журналы»

Выходит раз в три месяца

Цена свободная

© СТМ, 2018 г.

Главный редактор

Шахов Борис Евгеньевич, д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ,
лауреат премии Правительства РФ, зав. кафедрой лучевой диагностики ПИМУ

Соредактор

Карякин Николай Николаевич, д.м.н., ректор ПИМУ

Зам. главного редактора

Загайнова Елена Вадимовна, д.м.н., профессор РАН, директор НИИ
биомедицинских технологий ПИМУ

Клеменова Ирина Александровна, д.м.н., первый проректор —
проректор по научной работе ПИМУ

Члены редколлегии

Боков А.Е., к.м.н., зав. отделением нейрохирургии Института травматологии и ортопедии ПИМУ
Боровков Н.Н., д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии им. В.Г. Вогралика ПИМУ
Гладкова Н.Д., д.м.н., профессор, зав. лабораторией изучения оптической структуры биотканей
НИИ биомедицинских технологий ПИМУ

Григорьева В.Н., д.м.н., профессор, зав. кафедрой неврологии, нейрохирургии
и медицинской генетики ПИМУ

Ермолин И.Л., д.б.н., профессор, зав. кафедрой гистологии с цитологией и эмбриологией ПИМУ
Медведев А.П., д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной хирургии им. Б.А. Королева ПИМУ

Млявых С.Г., к.м.н., руководитель Института травматологии и ортопедии ПИМУ

Мухина И.В., д.м.н., профессор, зав. ЦНИЛ ПИМУ; руководитель Центра
трансляционных технологий ННГУ

Сафонов Д.В., д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики ПИМУ

Сметанкин И.Г., д.м.н., профессор, зав. кафедрой глазных болезней

Халецкая О.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной педиатрии ПИМУ

Редакционный совет

Андерсон Д.Г., профессор кафедры ортопедической и неврологической хирургии;
клинический директор секции позвоночника ортопедической научно-исследовательской лаборатории
Университета Томаса Джефферсона (*Филадельфия, США*)

Беленков Ю.Н., д.м.н., профессор, академик РАН; зав. кафедрой госпитальной терапии №1
Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (*Москва*)

Виткин А.И., д.ф.-м.н., профессор кафедры медицинской биофизики и радиационной онкологии
Университета Торонто; старший научный сотрудник Онкологического центра им. принцессы Маргарет
(*Торонто, Канада*)

Деев С.М., д.б.н., профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией молекулярной иммунологии
Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (*Москва*)

Дитятев А.Э., к.б.н., профессор, зав. отделением молекулярной нейропластичности Немецкого центра
нейродегенеративных заболеваний (*Магдебург, Германия*)

Коков Л.С., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, зав. кафедрой лучевой диагностики
Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова;
руководитель отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения НИИ скорой помощи
им. Н.В. Склифосовского (*Москва*)

Костюков В.Е., д.тех.н., директор Российского федерального ядерного центра (РФЯЦ-ВНИИЭФ) (*Саров*)

Литвак А.Г., д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, научный руководитель Института
прикладной физики РАН (*Н. Новгород*)

Лукьянов С.А., д.б.н., академик РАН, ректор Российского национального исследовательского
университета им. Н.И. Пирогова; руководитель отдела «Научно-инновационный центр "Технопарк"»
Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (*Москва*)

Орлов О.И., д.м.н., академик РАН, директор Института медико-биологических проблем РАН (*Москва*)

Сергеев А.М., д.ф.-м.н., академик РАН, президент РАН (*Москва*)

Терновой С.К., д.м.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой лучевой диагностики
и лучевой терапии Первого Московского государственного медицинского университета
им. И.М. Сеченова; главный научный сотрудник Национального медицинского
исследовательского центра кардиологии (*Москва*)

Фельдштейн Ф.И., к.ф.м.н., консультант по разработке и коммерциализации медицинской техники
(*Шрифтсбург, США*)

Хоффман Р.М., профессор медицины Университета Калифорнии; президент компании
AntiCancer, Inc. (*Сан-Диего, США*)

Чанг Куин Куин, PhD, ведущий научный сотрудник кафедры биоинженерии Вашингтонского университета
(*Вашингтон, США*)

Чудаков Д.М., д.б.н., зав. лабораторией методов иммуносеквенирования Института биоорганической
химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (*Москва*); руководитель исследовательской
группы Центрально-европейского института технологий (*Брно, Чехия*)

Шкарин В.В., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН (*Н. Новгород*)

**Современные
технологии
в медицине**

CTM

**Modern
Technologies
in Medicine**

Sovremennye tehnologii v medicine

Vol 10, No.1 – 2018

Founder

Nizhny Novgorod State Medical Academy,
Ministry of Health of the Russian Federation

Editorial Staff

Head of Editorial Staff **G.N. Yaskelyaina**
Editorial Secretary **S.V. Zvyagina**
Design and Typesetter **E.I. Vinogradova**
Proofreader **N.A. Lebedeva**
Bibliographical Editor **V.A. Shevtsova**
Translators **L. Grinberg, E.S. Zarnitsyna**
Website Design and Manager **S.V. Ermakov**

Address of the Editorial Office

Nizhny Novgorod State Medical Academy
Minin and Pozharsky Sq., 10/1,
Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation
Phones: 8(831) 430-75-51;
E-mail: stm@nizhgma.ru
stm.journal@gmail.com
Website: <http://www.stm-journal.ru>

Publication is registered
by the Federal Service for Supervision in the Sphere
of Telecom, Information Technologies,
and Mass Communications

Certificate of the Mass Media Registration
PI No. FS 77-35569 of March 4, 2009

All rights reserved.
Reproducing any part of this material a reference
to the Journal is obligatory

The publication date for the journal is 27.03.2018
Conv. printer's sheet is 13.02
Printing is 570 copies

Publication is once every 3 months

No fixed price

© CTM, 2018

Editor-in-Chief

Shakhov Boris E., MD, DSc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation,
Laureate of the State Prize of the Russian Federation, Head of the Radiodiagnosis Department,
Privolzhsky Research Medical University

Associate Editor

Karyakin Nikolay N., MD, DSc, Rector, Privolzhsky Research Medical University

Deputy Editors

Zagaynova Elena V., MD, DSc, Professor of the RAS, Director of the Research Institute
of Biomedical Technologies, Privolzhsky Research Medical University

Klemenova Irina A., MD, DSc, the First Vice-Rector — Vice-Rector for Scientific Research,
Privolzhsky Research Medical University

Advisory Board

Bokov A.E., MD, PhD, Head of the Neurosurgery Department, Institute of Traumatology and Orthopedics
of the PRMU

Borovkov N.N., MD, DSc, Professor, Head of the V.G. Vogralick Hospital Therapy Department
of the PRMU

Gladkova N.D., MD, DSc, Professor, Head of the Laboratory for Studying Optical Structure of Biotissues,
Research Institute of Biomedical Technologies of the PRMU

Grigorieva V.N., MD, DSc, Professor, Head of the Neurosurgery and Medical Genetics Department
of the PRMU

Ermolin I.L., DSc, Professor, Head of the Histology with Cytology and Embryology
Department of the PRMU

Medvedev A.P., MD, DSc, Professor, Head of the B.A. Korolev Hospital Surgery Department
of the PRMU

Miyavykh S.G., MD, PhD, Director of the Institute of Traumatology and Orthopedics of the PRMU

Mukhina I.V., DSc, Professor, Head of the Central Scientific Research Laboratory of the PRMU;
Head of the Center for Translational Technologies of the UNN

Safonov D.V., MD, DSc, Professor of the Radiodiagnosis Department of the PRMU

Smetankin I.G., MD, DSc, Professor, Head of the Eye Diseases Department of the PRMU

Khaletskaya O.V., MD, DSc, Professor, Head of the Hospital Pediatrics Department of the PRMU

Editorial Board

Anderson D.G., MD, Professor, Departments of Orthopaedic and Neurological Surgery;
Clinical Director of the Spine Section, Orthopaedic Research Laboratory,
Thomas Jefferson University (*Philadelphia, USA*)

Belenkov Y.N., MD, DSc, Professor, Academician of the RAS; Head of the Hospital Therapy No. 1,
I.M. Sechenov First Moscow Medical State University (*Moscow, Russia*)

I.A. Vitkin, PhD, Professor, Departments of Medical Biophysics and Radiation Oncology,
University of Toronto; Senior Scientist and Clinical Physicist, Princess Margaret Cancer Center,
University Health Network (*Toronto, Canada*)

Deev S.M., DSc, Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of the Laboratory
of Molecular Immunology, Shemyakin–Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry
of the RAS (*Moscow, Russia*)

Dityatev A.E., PhD, Professor, Head of Molecular Neuroplasticity Research Group,
German Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE) (*Magdeburg, Germany*)

Kokov L.S., MD, DSc, Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of the Radiodiagnosis
Department, I.M. Sechenov First Moscow Medical State University; Head of the Endovascular Methods
of Diagnosis and Treatment Department, N.V. Sklifosovsky Institute of Emergency Medicine (*Moscow, Russia*)

Kostyukov V.E., DSc, Director of the Russian Federal Nuclear Center (RFNC-ARRIEPh) (*Sarov, Russia*)

Litvak A.G., DSc, Professor, Academician of the RAS, Scientific Director, Institute of Applied Physics
of the RAS (*Nizhny Novgorod, Russia*)

Lukyanov S.A., DSc, Academician of the RAS, Rector, Pirogov Russian National Research
Medical University; Director of Innovative Center "Technopark", Shemyakin–Ovchinnikov Institute
of Bioorganic Chemistry of the RAS (*Moscow, Russia*)

Orlov O.I., MD, DSc, Academician of the RAS, Director, Institute of Biomedical Problems
of the RAS (*Moscow, Russia*)

Sergeev A.M., DSc, Academician of the RAS, President of the RAS (*Moscow, Russia*)

Ternovoy S.K., MD, DSc, Professor, Academician of the RAS, Head of the Radiodiagnosis
and Radiotherapy Department, I.M. Sechenov First Moscow Medical State University; Chief Researcher,
National Medical Research Center of Cardiology (*Moscow, Russia*)

Feldchtein F.I., PhD, Consultant on the Development and Commercialization of Medical Equipment
(*Shrewsbury, USA*)

Hoffman R.M., Doctor of Medicine, University of California; President, AntiCancer, Inc. (*San-Diego, USA*)

Zhang Q.Q., PhD, Senior Research Fellow, Department of Bioengineering, University of Washington
(*Washington, USA*)

Chudakov D.M., DSc, Head of the Laboratory of Immunosequencing Methods, Shemyakin–Ovchinnikov Institute of
Bioorganic Chemistry of the RAS (*Moscow, Russia*); Research Group Leader, Central European Institute of Technology,
(*Brno, Czech Republic*)

Shkarin V.V., MD, DSc, Professor, Corresponding Member of the RAS (*Nizhny Novgorod, Russia*)

BIOPHOTONICS IN CANCER RESEARCH

Quantitative Cross-Polarization Optical Coherence Tomography Detection of Infiltrative Tumor Margin in a Rat Glioma Model: a Pilot Study
E.B. Kiseleva, K.S. Yashin, A.A. Moiseev, L.B. Snopova, G.V. Gelikonov, I.A. Medyanik, L.Ya. Kravets, N.N. Karyakin, I.A. Vitkin, N.D. Gladkova

Non-Invasive *in vivo* Screening of Oral Malignancy Using Laser-Induced Fluorescence Based System
A. Patil, V.K. Unnikrishnan, R. Ongole, K.M. Pai, V.B. Kartha, S. Chidangil

En-face Tomographic Imaging of Scattering Objects Using Single Broadband Light Emitting Diode Based Full-Field Optical Coherence Microscopy
T. Anna, S. Chakraborty, A. Karmenyan, A. Chiou, W.-C. Kuo

A Surprising Photoactivity of Blue Fluorescent Protein TagBFP Allows for Super-Resolution Microscopy
N.V. Klementieva, K.A. Lukyanov, D.A. Gorbachev, D.M. Chudakov, E.V. Zagaynova, A.S. Mishin

Alternative Contrast Mechanism in Optical Coherence Tomography: Temporal Speckle Synchronization Effects
V. Demidov, O. Demidova, A. Shabunin, I.A. Vitkin

Near-Infrared Fluorescence from Nanodiamond for Multimodal Bioimaging
Y.-C. Lin, L.-W. Tsai, E. Perevedentseva, A. Karmenyan, C.-L. Cheng

Real-Time Tracking of Yb³⁺, Tm³⁺ Doped NaYF₄ Nanoparticles in Living Cancer Cells
A.B. Kostyuk, E.L. Guryev, A.D. Vorotnov, L.M. Sencha, N.N. Peskova, E.A. Sokolova, L. Liang, V.A. Vodenev, I.V. Balalaeva, A.V. Zvyagin

BIOPHOTONICS IN REGENERATIVE MEDICINE

Transparent PEG-Fibrin Gel as a Flexible Tool for Cell Encapsulation
A.I. Shpichka, V.A. Revkova, N.A. Aksenova, G.M. Yusubalieva, V.A. Kalsin, E.F. Semenova, Y. Zhang, V.P. Baklaushchev, P.S. Timashev

Atomic Force Microscopy of Tissue Sections Is a Useful Complementary Tool in Biomedical Morphological Studies
P.S. Timashev, A.V. Koroleva, N.A. Kononov, S.L. Kotova, A.B. Solovieva

The Study of Biochemical Parameters of Liver Mitochondria as Markers of Hypoxia in Burn Regeneration after Experimental Thermal Injury
A.G. Soloveva, K.V. Kulakova, N.Yu. Orlinskaya, E.A. Galova

Extrusion-Based 3D Printing of Photocurable Hydrogels in Presence of Flavin Mononucleotide for Tissue Engineering
A.G. Savelyev, A.V. Sochilina, R.A. Akasov, A.V. Mironov, V.A. Semchishen, A.N. Generalova, E.V. Khaydukov, V.K. Popov

Intracellular pH Monitoring in Stem Cells During Differentiation Using Fluorescence Microscopy and pH-sensor SypHer-2
A.V. Meleshina, A.S. Kashirina, V.V. Dudenkova, N.V. Vdovina, E.I. Cherkasova, E.V. Zagaynova

Features of Primary Hippocampal Cultures Formation on Scaffolds Based on Hyaluronic Acid Glycidyl Methacrylate
T.A. Mishchenko, E.V. Mitroshina, A.I. Kuznetsova, O.M. Shirokova, E.V. Khaydukov, A.G. Savelyev, V.K. Popov, A.V. Zvyagin, M.V. Vedunova

БИОФОТОНИКА В ИССЛЕДОВАНИИ РАКА

6 Определение границы инфильтративно растущей опухоли на модели глиомы крысы методом кросс-поляризационной оптической когерентной томографии: пилотное исследование
E.B. Kiseleva, K.S. Yashin, A.A. Moiseev, L.B. Snopova, G.V. Gelikonov, I.A. Medyanik, L.Ya. Kravets, N.N. Karyakin, I.A. Vitkin, N.D. Gladkova

15 Неинвазивный скрининг злокачественных новообразований полости рта *in vivo* с применением метода лазерно-индуцированной флюоресценции
A. Patil, V.K. Unnikrishnan, R. Ongole, K.M. Pai, V.B. Kartha, S. Chidangil

27 Томографическое *en-face* изображение рассеивающих объектов с использованием полнопольной оптической когерентной микроскопии на основе однополосного светоизлучающего диода
T. Anna, S. Chakraborty, A. Karmenyan, A. Chiou, W.-C. Kuo

35 Феномен фотоактивности синего флюоресцентного белка TagBFP и его использование в микроскопии сверхвысокого разрешения
N.V. Klementieva, K.A. Lukyanov, D.A. Gorbachev, D.M. Chudakov, E.V. Zagaynova, A.S. Mishin

39 Альтернативный метод контрастирования в оптической когерентной томографии: оценка синхронности мигания спеклов
V. Demidov, O. Demidova, A. Shabunin, I.A. Vitkin

49 Флюоресценция наноалмазов в ближнем инфракрасном диапазоне. Использование для мультимодального биоимиджинга
Y.-C. Lin, L.-W. Tsai, E. Perevedentseva, A. Karmenyan, C.-L. Cheng

57 Трекинг наночастиц NaYF₄:Yb³⁺, Tm³⁺ в живых опухолевых клетках в режиме реального времени
A.B. Kostyuk, E.L. Guryev, A.D. Vorotnov, L.M. Sencha, N.N. Peskova, E.A. Sokolova, L. Liang, V.A. Vodenev, I.V. Balalaeva, A.V. Zvyagin

БИОФОТОНИКА В РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

64 Прозрачный гель на основе модифицированного полиэтиленгликолем фибрина как инструмент для инкапсулирования клеток
A.I. Shpichka, V.A. Revkova, N.A. Aksenova, G.M. Yusubalieva, V.A. Kalsin, E.F. Semenova, Y. Zhang, V.P. Baklaushchev, P.S. Timashev

70 Атомно-силовая микроскопия — дополнительный метод в биомедицинских морфологических исследованиях
P.S. Timashev, A.V. Koroleva, N.A. Kononov, S.L. Kotova, A.B. Solovieva

81 Исследование биохимических показателей митохондрий печени как маркеров гипоксии при регенерации ожоговой раны после экспериментальной термической травмы
A.G. Soloveva, K.V. Kulakova, N.Yu. Orlinskaya, E.A. Galova

88 Экструзионная 3D-печать фотоотверждаемых гидрогелей с использованием рибофлавина мононуклеотида для тканевой инженерии
A.G. Savelyev, A.V. Sochilina, R.A. Akasov, A.V. Mironov, V.A. Semchishen, A.N. Generalova, E.V. Khaydukov, V.K. Popov

93 Мониторинг внутриклеточного pH в стволовых клетках при дифференцировках с использованием флюоресцентной микроскопии и pH-сенсора SypHer-2
A.V. Meleshina, A.S. Kashirina, V.V. Dudenkova, N.V. Vdovina, E.I. Cherkasova, E.V. Zagaynova

103 Особенности формирования первичных культур клеток гиппокампа на скаффолдах, полученных из метакрилированной гиалуроновой кислоты
T.A. Mishchenko, E.V. Mitroshina, A.I. Kuznetsova, O.M. Shirokova, E.V. Khaydukov, A.G. Savelyev, V.K. Popov, A.V. Zvyagin, M.V. Vedunova