

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
им. Б. П. КОНСТАНТИНОВА»

**XVIII Зимняя молодежная школа  
по биофизике и молекулярной биологии**

11–16 марта 2017 г.

**Сборник тезисов  
и список участников**

Гатчина – 2017

В данном выпуске представлены аннотации докладов и состав участников XVIII Зимней молодежной школы по биофизике и молекулярной биологии, 11–16 марта 2017 г.

### **Организатор**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова»  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

### **Проведение Школы поддержали:**

Российский фонд фундаментальных исследований.

Проект № 17-34-10045 мол\_г.

ООО «Диаэм»

ООО «Биоген-Аналитика»

GE Healthcare

Leica Microsystems

### **Программный комитет**

Председатель д. ф.-м. н., профессор, чл.-корр. РАН *Аксенов В. Л.*

*Саранцева С. В.* д. б. н.

*Пчелина С. Н.* д. б. н.

*Коневега А. Л.* к. ф.-м. н.

*Шабалин К. А.* к. ф.-м. н.

### **Организационный комитет**

Председатель *Коневега А. Л.*

Заместитель председателя *Лебедев Д. В.*

Секретарь *Полтавская Н. С.*

*Вербенко В. Н.*

*Гугнешов В. В.*

*Пчелина С. Н.*

*Швецова С. В.*

*Шабалин К. А.*

*Халяпин С. В.*

*Иванова Т. А.*

*Потапова Т. А.*

Сборник подготовили: *Вербенко В. Н., Полтавская Н. С., Пчелина С. Н.*

Обложка: *Полесскова О. В.*

*Примечание:* материалы напечатаны в авторской редакции.

© ФГБУ «ПИЯФ» НИЦ «Курчатовский институт», 2017

# **Приглашенные лекторы**



## **Tenson Tanel**

*University of Tartu, Estonia*

Tanel Tenson got his bachelor degree from University of Tartu in 1992 and masters degree in 1994. The research was focused on the mechanisms of bacterial protein synthesis and assembly of ribosomes. He visited the

laboratory of professor Alexander Mankin at University of Illinois in Chicago from 1994 to 1996. The research continued on the mechanisms of bacterial protein biosynthesis. The bacterial ribosome is a major target for antibiotics and therefore the studies involved also mechanisms of antibiotic action, with a focus on macrolides. Based on the research in Chicago, PhD was defended in Tartu in 1997.

Tanel performed postdoctoral research with professor Måns Ehrenberg at Uppsala University. This research involved biochemistry, biophysics and systems biology of antibiotic action. He got an international senior fellowship from The Wellcome Trust for establishing his research group at University of Tartu in 2003. From 2007 he is professor in the technology of antimicrobial compounds. From 2009 – 2015 Tanel was head of the Centre of Excellence in Chemical Biology and is currently head of the Centre of Excellence in Molecular Cell Engineering. Both programs have strong components of antibiotic action and antibiotic resistance. From 2012 to 2014 Tanel was coordinating a national program for monitoring transfer routes of antibiotic resistance. In addition to human samples, animal husbandry, companion animals and waste water systems were screened. The current research interests continue to include different aspects of antibiotic action and resistance at the levels of biochemistry, biophysics, bacterial cell biology and epidemiology.

### **Transfer routes of antibiotic resistance**

*Tenson T.*

*University of Tartu, Estonia*

Antibiotics are some of the most influential innovations of medicine. However, the spread of resistance is a considerable threat that might take us back to the pre-antibiotic era. The problem is perceived as medical, although more than half of the amount of antibiotics produced is consumed in animal husbandry where resistance can also easily emerge. The resistance can spread through food

products, waste water systems, agricultural practices etc. Isolated transfer events have been characterized that outline these transfer routes, but we lack a quantitative knowledge about the extent and importance of the different segments. Therefore, we have analyzed resistant bacteria critical for medicine in Southern Estonia, with emphasis on the settings around Tartu. The strains were collected from human samples, animal husbandry, ground waters, sewage and characterized by measuring antibiotic sensitivity patterns and whole genome sequencing. The results suggest transfer routes between the different segments under study. We have observed increase in the frequency of extended spectrum beta-lactamase producing *Escherichia coli* strains associated with animal husbandry and isolated a recently much highlighted colistin resistance gene containing plasmid from sludge receiving fields.

**АВETИCOB**  
**Владик Аванесович**

*Доктор физико-математических наук,  
заведующий Лабораторией теории нелинейных  
физико-математических процессов  
Института химической физики  
им. Н. Н. Семенова РАН*



**Молекулярные машины:  
Нобелевская премия по химии за 2016 год**

*Аветисов В. А.*

*Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, Москва, Россия*

Нобелевская премия по химии за 2016 год, как известно, была присуждена Жан-Пьер Соважу (Jean-Pierre Sauvage, University of Strasbourg, France), Фрейзеру Стодарту (J. Fraser Stoddart, Northwestern University, Evanston, USA.) и Бернарду Ферингу (Bernard L. Feringa, University of Groningen, the Netherlands) «за дизайн и синтез молекулярных машин» Комитет пояснил, что молекулярная машина есть “an assembly of a distinct number of molecular components that are designed to perform machinelike movements (output) as a result of an appropriate external stimulation (input)”.

Конечно, катенаны (catenane) Соважа, ротаксаны (rotaxane) Стодарта и молекулярный ротор (molecular rotor) Феринги – это впечатляющие примеры молекулярного изобретательства. Но большая часть научного

сообщества, как мне показалось, сходилось на том, что о молекулярном машиностроении пока говорить явно рано. Впрочем, это понимал и сам Нобелевский комитет, заметив, что «молекулярный мотор находится на той же стадии развития, на каком электрический мотор был в 1830 году, когда ученые демонстрировали различные вращающиеся рукоятки и колеса, не подозревая, что они могли бы привести к стиральным машинам, вентиляторам и кухонным комбайнам». Выделяя работы Соважа, Стоддарта и Феринги, Нобелевский комитет, по-видимому, посчитал важным уже сейчас подчеркнуть историческую перспективу этого направления.

Но вернемся к фразе *machinelike movements* (машиноподобное движение) в пояснении выше, что есть молекулярная машина. Эта фраза определяющая, а смысл ее для молекулярных структур размером, скажем, в 20 ангстрем, весьма неопределенный. В этой связи, мне представляется интересным поговорить о том, каким физическим смыслом можно было бы наделить понятие «молекулярная машина» и с какими физическими проблемами может быть сопряжено их конструирование.



## **Бобков Данила Евгеньевич**

*Кандидат биологических наук,  
научный сотрудник Лаборатории  
биологии клетки в культуре  
Института цитологии РАН,  
старший научный сотрудник  
Лаборатории внутриклеточного сигналинга  
и транспорта Научно-исследовательского  
института гриппа*

### **Образование:**

1999–2005 – Санкт-Петербургский государственный университет (биолого-почвенный факультет, кафедра цитологии и гистологии), специальность «клеточная биология, цитология, гистология»;

2005–2008 – Институт цитологии РАН (Отдел клеточных культур), академическая очная аспирантура.

**Область научных интересов:** клеточная биология, структура и функция актинового цитоскелета, актин-связывающие белки, белковые комплексы, клеточные культуры, миокард, кардиомиоциты, кальциевые осцилляции, т-трубочки, митохондрии, передача сигнала и регуляция активности генов.

## **Структурно-функциональные изменения кардиомиоцитов в ходе постинфарктного ремоделирования миокарда**

*Бобков Д. Е.<sup>1</sup>, Степанов А. В.<sup>1, 2</sup>, Байдюк Е. В.<sup>1</sup>, Сакута Г. А.<sup>1</sup>,  
Кубасов И. В.<sup>2</sup>, Дерке Ш.<sup>2, 3</sup>*

<sup>1</sup> *Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> *Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> *Университет штата Огайо, Колумбус, США*

*[dan.bobkov@gmail.com](mailto:dan.bobkov@gmail.com)*

Инфаркт миокарда приводит к возникновению в сердце очага поражения, представляющего собой зону некротизированной ткани, окруженную зоной ишемического повреждения клеток. В процессе последующего ремоделирования зона некроза замещается соединительной тканью, а сократительная функция перераспределяется между оставшимися кардиомиоцитами. В настоящей работе мы исследовали влияние экспериментального инфаркта миокарда на структурную и функциональную полноценность кардиомиоцитов в изолированных крысиных сердцах, перфузируемых по методу Лангендорфа. Для визуализации кардиомиоцитов перфузию сердец осуществляли раствором с добавлением флуоресцентных красителей: связывающийся с мембранами Di-8-ANEPPS и Fluo-4, связывающийся со свободными ионами Ca<sup>2+</sup>, а для окраски митохондрий использовали потенциал-зависимый краситель TMRM. Исследование субэпикардальных слоев миокарда проводили с помощью лазерного сканирующего конфокального микроскопа. Спектральный анализ кальциевых осцилляций проводили с помощью быстрого преобразования Фурье. Мы обнаружили, что кардиомиоциты, расположенные в зоне ишемического повреждения миокарда, характеризуются повышенным содержанием ионов Ca<sup>2+</sup> и сниженным сократительным потенциалом. В таких клетках возникают автономные кальциевые осцилляции, которые, достигая определенного порога, могут приводить к возникновению кальциевых волн. Подобные кальциевые волны могут быть источником аритмий и способствовать развитию сократительной дисфункции при заболеваниях сердца.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 15-15-20008).



## **Васин Андрей Владимирович**

*Кандидат биологических наук,  
директор, заведующий Отделом молекулярной  
биологии вирусов Научно-исследовательского  
института гриппа, заведующий базовой  
кафедрой НИИ гриппа «Молекулярная биология»  
Санкт-Петербургского политехнического  
университета Петра Великого*

### **Образование:**

1997–2001 – Санкт-Петербургский государственный технический университет (физико-механический факультет, кафедра биофизики), бакалавриат.

2001–2003 – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (физико-механический факультет, кафедра биофизики), магистратура; магистр (специальность «физика (биофизика)»).

2003–2005 – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (физико-механический факультет, кафедра биофизики), аспирантура; кандидат биологических наук (специальность «биохимия»).

**Область научных интересов:** молекулярная биология, системная молекулярная вирусология, вирус гриппа, геномика, протеомика, регуляция экспрессии генов, РНК-интерференция, молекулярная эволюция, молекулярная диагностика.

Под научным руководством защищено более 10 дипломных работ и 1 кандидатская диссертация.

Автор более 50 публикаций.

### **Современные подходы к разработке лекарственных препаратов широкого спектра действия для вновь возникающих вирусных инфекций**

*Васин А. В.*

*Научно-исследовательский институт гриппа, Санкт-Петербург, Россия*

Несмотря на то, что известны сотни вирусов, вызывающих заболевания у человека, число применяемых в настоящее время противовирусных препаратов едва превышает десяток. При этом большинство из них

являются неэффективными для вновь возникающих вирусных инфекций (SARS, MERS, лихорадки Эбола, Денге, Зика и другие). Для решения данной проблемы необходимы препараты широкого спектра действия, концепция которых впервые была представлена в 1970-х годах с открытием рибавирина, ингибирующего синтез вирусных РНК или ДНК. В доклинических исследованиях рибавирин показал эффективность в отношении многих вирусных инфекций, однако в клинических исследованиях его эффект был невелик. Другой группой препаратов широкого спектра действия являются интерфероны, проявляющие активность в отношении большинства известных вирусов позвоночных, но и в этом случае клинические результаты их применения не всегда успешны. В целом, по причине существенного разнообразия последовательностей и структур вирусных белков дизайн препаратов направленного спектра действия широкого применения редко выполним. К настоящему времени только для одного класса молекул, ингибиторов нуклеозидов, показана эффективность в клинике. Так, недавно были разработаны многообещающие аналоги нуклеотидов и нуклеозидов нового поколения (BCX4430, T-705 и CMX001), ингибирующие репликацию более 20 РНК-содержащих вирусов 9 семейств. Альтернативной стратегией разработки противовирусных препаратов широкого спектра действия является использование в качестве мишеней клеточных белков, задействованных в жизненном цикле многих вирусов. Помимо универсальности такие препараты обладают высоким генетическим барьером к возникновению устойчивости. Наиболее клинически продвинутыми представителями данного класса соединений являются, например, ингибиторы циклофилина А и ингибиторы протеиндисульфидизомераз, нарушающие фолдинг вирусных белков, а также ингибиторы клеточных киназ GAK и AAK1, регулирующих вирусный трафик в клетке. Безусловно, такой подход также имеет целый ряд проблем, в первую очередь, связанных с тем, что клеточные белки функционируют в сложной сети взаимодействий, и полное понимание механизма действия препарата очень часто является иллюзорным. Другой важной проблемой является токсичность, однако существует возможность подобрать терапевтическое окно, когда концентрация препарата вызывает минимальную клеточную токсичность, но при этом достаточна для ингибирования вирусной репликации. В отличие от длительной терапии продолжительность курса для острых инфекций гораздо меньше, что также позволяет минимизировать токсические эффекты. Подводя итоги, можно сказать, что для вновь возникающих вирусных инфекций успешное лечение может быть достигнуто комбинацией новых препаратов широкого спектра действия, направленного как на вирусные, так и клеточные мишени.



**Величковский**  
**Борис Митрофанович**  
**Prof. Dr. Boris Velichkovsky**

Boris M. Velichkovsky graduated from Moscow State Lomonosow-University (psychology) and Berlin Humboldt-University (physics) in 1971. After a carrier at Lomonosow-University (PhD and Dr. Sci in neuropsychology and cognitive science), he became Professor and Head of the Department of Neuropsychology at Bielefeld University (Germany). Following a NSERC professorship at the University of Toronto, he assumed director position of the Psychology Institute III at the Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Technische Universitaet Dresden (since 2012 – emeritus and Senior University Professor). His research interests are focused on human visual cognition and on a combination of methods derived from nanotechnology, information technology, biology, and cognitive science. He was and is the coordinator of a number of international (EU Commission) and national (BMBF, DFG, RFBR, RScF, etc.) research projects. He is a member of several professional boards such as the Russian Academy of Sciences and the board of directors, International Association of Applied Psychology (IAAP, 1998–2002, 2010–2014) where he was the founding father and the first president of the Division for Applied Cognitive Psychology. He also was the first president of the Russian Interregional Association of Cognitive Studies (IACS/МАКИ, 2006–2010). Currently, he is Vice-chairman of the scientific council BRAIN at the Ministry of Education and Science of Russian Federation as well as Deputy Head (research) at the Kurchatov complex of NBICS-technologies, NRC “Kurchatov Institute” in Moscow.

**Scientific studies of consciousness: yesterday, today, and tomorrow**

*Velichkovsky B.*

*Курчатовский комплекс НБИКС-технологий  
НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия  
Technische Universitaet Dresden, Germany*

Though consciousness is central to human life, it has been little studied by natural science methods. It was an important part of psychological inquiry in the 19th century, but languished for most of the 20th century with the insistence on quantitative methods and replicability. For example, in the United States, the behaviorist movement – being impressed by antimentalism of the Pavlov’s school – explicitly rejected study of internal states, stressing the role of learning

based on stimulus to response contingencies. In the 21st century, new methods in both neurophysiology and cognitive psychology arisen from the NBIC-revolution have reopened the study of consciousness, relating it to essential functions of human cognition. As consciousness is universal to all people, like eyes or hearts, the brain machinery that supports it must rely on genes that are selected for. If the still-unknown array of genes supporting consciousness is maintained, there must be some essential capabilities that consciousness bestows. Otherwise, a genetically supported trait that is not useful would disappear. General evolutionary considerations do not tell us what those capabilities are, however. I will therefore address several lines of in-depth experimental studies of consciousness and voluntary action followed at the Kurchatov complex of NBICS-technologies. As a prerequisite for such studies, we recently developed a system for non-invasive multimodal registration of brain activity with the help of hardware peripherals, compatible with strong magnetic fields (Kurchatov prize, 2015) overcoming main faults of the functional magnetic resonance imaging (fMRI), namely, its low temporal resolution and the correlational nature of registered data. For the first time, we have described causal connections of neural networks, implementing the state of wakeful rest the basic state for human consciousness, with a pronounced asymmetry of causal connections of left and right hippocampi within so-called Default Mode Network (DMN – see Ushakov et al., 2016). Systematic interhemispheric differences, even in the case of adjacent brain regions, for example, frontopolar regions BA10L and BA10R, were discovered during the research of genes differential expression in the human cerebral cortex. In this regard, new protein-coding genes prevailed in BA10R (Nedoluzhko et al., 2016). Furthermore, it was discovered, that some of the specific human genes of frontopolar cortex have the relation not to neurons, but to glial cells (Elfimova et al., under review), that may explain a relatively low efficiency of neural network models of cognitive processes. In a more applied line of studies, we have for the first time identified objective markers of intention to execute a voluntary action in EEG/MEG-data (Shishkin et al., 2016). This made it possible to improve the performance of brain-computer and eye-brain-computer interfaces. All these results open the way for a fast progress in interdisciplinary conscious research explaining phenomenological observations and building basis for new and emerging cognitive technologies.



## **Волков Владимир Владимирович**

*Доктор химических наук,  
Федеральный научно-исследовательский центр  
«Кристаллография и фотоника» РАН*

### **Малоугловое рассеяние и структура биологических макромолекул**

*Волков В. В.*

*Федеральный научно-исследовательский центр  
«Кристаллография и фотоника» РАН, Москва, Россия*

Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов (МУР) применяют для изучения морфологии макромолекул белков и их комплексов, которые могут находиться в условиях, приближенных к естественным – в растворе. В последнее время значительный прогресс методов криоэлектронной микроскопии и ядерного магнитного резонанса создал уникальные возможности комплексного изучения строения биомолекул. Комплексный подход в данном направлении особенно важен, так как обратные задачи восстановления структурных параметров частиц в неупорядоченных системах отличаются исключительно плохой обусловленностью, что приводит к численно нестабильным решениям. Кроме того, такая задача, как определение формы макромолекулы по данным рассеяния математически неоднозначна. Неоднозначность, тем не менее, в случае малоуглового рассеяния ограничена, так как все находимые по данным МУР модели частиц должны иметь одинаковые наборы структурных инвариантов. Наиболее устойчиво определяемые из экспериментальных данных инварианты – радиус инерции и максимальный диаметр – можно в типичных случаях находить с точностью порядка нескольких процентов. В докладе рассматриваются различные методы нахождения инвариантов и структурных моделей, обсуждаются особенности численной реализации соответствующих компьютерных программ, даются практические рекомендации по их применению на примере решения реальных задач. Рассмотренные методы охватывают как простейшие случаи изучения моодисперсных систем, так и более сложные проблемы исследования многокомпонентных смесей макромолекул. Особое внимание в докладе уделено методам пробоподготовки, этапам анализа данных и, что наиболее важно, способам оценивания устойчивости решений и, следовательно, их надежности. Рассмотрены случаи возможной неверной

интерпретации и приемы, повышающие достоверность ответа. Рассмотрение методов МУР ведется на примере программного пакета ATLAS [1] и книги [2].

1. M. V. Petoukhov et al. J. Appl. Cryst. 45, 342 (2012).
2. Д. И. Свергун, Л. А. Фейгин. Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние. М.: Наука. 1986. 280 с.

## **Захарова Екатерина Юрьевна**

*Доктор медицинских наук,  
заведующая Лабораторией  
наследственных болезней обмена веществ  
Медико-генетического научного центра*



### **Современные методы биохимического анализа наследственных заболеваний**

*Захарова Е. Ю., Байдакова Г. В.*

*Медико-генетический научный центр, Москва, Россия*

В век молекулярной медицины биохимическая диагностика наследственных заболеваний приобретает особое значение. Это уникальная возможность сопоставить изменения в гене и нарушение функции определенного белка или метаболического пути. Методы секвенирования не заменяют, а во многих случаях только дополняют проводимые биохимические тесты.

Биохимическими маркерами являются различные биомолекулы, начиная от простых (аминокислоты, молочная кислота, аммоний) и заканчивая сложными (гликосфинголипиды, гликозаминоликаны, белки), которые указывают на наличие процесса, связанного с клиническим проявлением заболевания.

Одним из наиболее современных методов анализа биохимических маркеров, без которого невозможно себе представить биохимическую лабораторию является тандемная масс-спектрометрия. Этот метод применяют как для выяснения структуры неизвестных веществ, так и для анализа комплексных смесей с минимальной очисткой образцов.



## **Зыкин Павел Александрович**

В 1999 году окончил Санкт-Петербургский государственный университет (биологический факультет, кафедра высшей нервной деятельности и психофизиологии), в 2006 году защитил кандидатскую диссертацию «Стабильность и пластичность межнейронных взаимоотношений сенсорной коры мозга кошки». С 2010 по 2015 г. занимался созданием ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» Научного парка СПбГУ в должности директора центра. В настоящее время доцент кафедры цитологии и гистологии СПбГУ.

**Сфера научных интересов:** нейробиология, пре- и постнатальное развитие новой коры головного мозга человека, оптическая микроскопия.

### **Развитие энторинальной коры в раннем онтогенезе**

*Зыкин П. А., Ткаченко Л. А., Краснощекова Е. И.*

*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Лаборатория функциональной нейроморфологии, биологический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия*

Энторинальная кора (ЭК) – часть межзачаточной коры, отделяющей архипалео-кортекс от неокортекса, которая входит в состав медиальной темпоральной доли (MTL). Открытие пространственно-чувствительных клеток, так называемых клеток сети (grid cells), около 10 лет назад, вызвало огромный интерес к структурно-функциональной организации ЭК. Изучение особенностей развития ЭК необходимы для понимания нейронных механизмов человеческой памяти и имеют важное клиническое значение. Селективное повреждение различных участков ЭК показано при болезни Альцгеймера (слой II), височной эпилепсии (глубокие слои), болезни Паркинсона (слой II), смешанной деменции (слой III), болезни Гентингтона (слой VI). ЭК является структурно и функционально неоднородным образованием, ее наиболее крупные субструктуры – медиальная (МЭК) и латеральная (ЛЭК) области. Деление на эти части имеет как структурную, по связям, так и функциональную основу. Функциональные различия МЭК и ЛЭК у животных заключаются в том, что нейроны МЭК и дорзального гиппокампа обрабатывают информацию о пространстве, а нейроны ЛЭК и вентрального гиппокампа обеспечивают

распознавание объектов и реакцию на новизну. Сведения о функциях ЭК у человека стали получать сравнительно недавно, а границы известных цитоархитектонических полей не совпадают с выделяемыми функционально МЭК и ЛЭК. Дегенеративные изменения в энторинальной коре и парагиппокампальных структурах при заболеваниях аутистического спектра выявляются уже в раннем детском возрасте, а их генез часто связывают с нарушениями пренатального периода развития. Очень многое в организации ЭК мозга человека, ее полей и слоев может раскрыть плодный период, когда происходит формирование этой области. Как и другие области коры, ЭК проходит критические периоды развития, когда определенные слои наиболее чувствительны к повреждающим воздействиям. С учетом избирательного повреждения слоев ЭК при многих заболеваниях, с учетом невозможности использования модельных животных в виду различий в развитии этой области, потребность в получении данных о времени и порядке критических периодов у человека весьма высока. Такое исследование возможно с использованием нейромаркерных белков, таких как белки цитоскелета, кальций-связывающие белки и белки внеклеточного матрикса, которые селективно появляются для определенных типов нейронов и маркируют их степень созревания. Однако использование серийных срезов этой области затруднительно, т. к. длина отростков некоторых нейронов превосходит 500 мкм, а размер области более 2 см. Для решения этой задачи подходят сравнительно новые методы оптического просветления ткани, например, CLARITY и SWITCH, с использованием которых в обычном конфокальном режиме становится возможен анализ блоков ткани на глубину до 650 мкм. Использование мультифотонной микроскопии увеличивает глубину визуализации свыше 1000 мкм, а новые методы освещения выделенного слоя (Leica SP8 DLS) могут обеспечить глубину более 2 мм. Дополнительным достоинством новых методов оптического просветления является возможность нескольких циклов иммуно-флуоресцентной окраски и отмывания получаемых препаратов, что позволяет исследовать на одном блоке множество (более 6) различных маркеров. Использование этого подхода позволило найти нейромаркерные белки, представленные в разном количестве в МЭК и ЛЭК, что делает возможным дальнейшее исследование развития этой области в пренатальном периоде у человека.



## **Иоффе Александр Исаакович** **Dr. Alexander Ioffe**

### **Professional objectives**

Wide expertise in neutron scattering, neutron optics, neutron instrumentation and polarized neutron techniques.

### **Education**

Leningrad Polytechnic Institute (1975).

### **Professional Experience**

Forschungszentrum Jülich, Jülich, Germany.

Head of the Jülich Center for Neutron Science at Heinz-Meier-Leibnitz Centre (JCNS@MLZ).

University of Missouri, Department of Physics & Astronomy and National Institute of Standards & Technology (NIST), USA.

1997–1999 – Professor.

Berlin Neutron Scattering Center, Hahn-Meitner Institute, Berlin, Germany.

1992–1997 – Senior scientist.

Leningrad Nuclear Physics Institute of Russian Academy of Science, Neutron Research Division, Gatchina, Russia.

1977–1992 – Scientist, Senior scientist, Group Leader.

### **Малоугловое рассеяние, рефлектометрия и неупругое рассеяние нейтронов в исследованиях биологических объектов**

*Иоффе А. И.*

*Jülich Centre for Neutron Science at MLZ, Forschungszentrum Jülich GmbH  
Garching, Germany*

Нейтронное рассеяние позволяет получать уникальную информацию о структуре и внутренней динамике биологических объектов. Это обуславливается уникальными возможностями методов нейтронного рассеяния, позволяющими наблюдать атомы водорода на фоне сигнала от более тяжелых элементов и контрастирования различных частей молекул посредством изотопного замещения H/D.

В этой лекции на нескольких конкретных примерах будут продемонстрированы богатые возможности методов малоуглового рассеяния, рефлектометрии и неупругого рассеяния при исследованиях биологических объектов на молекулярном и субмолекулярном уровнях. Полученная информация, в частности, позволяет связать структуру и внутреннюю динамику биологических молекул с их функциональностью.

# Кавокин Кирилл Витальевич

*Кандидат физико-  
математических наук,  
Физико-технический институт  
им. А. Ф. Иоффе РАН*



Окончил ФМШ № 239 в Ленинграде в 1979 г., кафедру оптоэлектроники в ЛЭТИ в 1985 г., защитил кандидатскую в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН в 1993 г. Старший научный сотрудник ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, СПбГУ и ИЭФБ им. И. М. Сеченова РАН.

Автор более чем 80 публикаций.

## Загадка магнитного компаса перелетных птиц

Кавокин К. В.<sup>1, 2, 3</sup>, Чербунин Р. В.<sup>2, 3</sup>, Пахомов А. Ф.<sup>4</sup>, Астахова Л. А.<sup>3</sup>,  
Чернецов Н. С.<sup>3, 4, 5</sup>, Бояринова Ю. Г.<sup>3, 5</sup>

<sup>1</sup> Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Лаборатория оптики спина, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Биологическая станция «Рыбачий» Зоологического института РАН, пос. Рыбачий, Калининградская обл., Россия

<sup>5</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия

Существование системы ориентации по геомагнитному полю (магнитного компаса) у птиц считается в настоящее время надежно доказанным, однако физические механизмы компасной магниторецепции остаются невыясненными.

Наиболее популярна в настоящее время фотохимическая гипотеза устройства компасного магниторецептора птицы, рассматривающая в качестве активного элемента молекулу светочувствительного белка – криптохрома. При поглощении фотона видимого света криптохром образует пару радикалов, несущих магнитные моменты нескомпенсированных электронных спинов. Теория предсказывает чувствительность скоростей такого рода бирадикальных реакций не только

к постоянным, но и к переменным магнитным полям на частотах, близких к частоте электронного спинового резонанса в геомагнитном поле (единицы мегагерц). В экспериментах, поставленных специально для проверки этой теории двумя ведущими группами во Франкфурте и Ольденбурге, действительно наблюдалась дезориентация птиц (зарянок и садовых славок) под действием радиочастотных магнитных полей, причем амплитуда переменного поля, вызывающего дезориентацию, была чрезвычайно малой (единицы нТл). Этот результат был подтвержден и нашими экспериментами [1]. Такая чувствительность требует очень долгих (сотни миллисекунд) релаксационных времен электронных спинов, невозможных в органических молекулах при биологических температурах, и не может быть объяснена в рамках бирадикальной теории.

Это противоречие может быть разрешено в рамках гибридной модели, включающей фотохимический датчик и магнитную антенну из нанокристалла магнетита. Однако лимитирующим фактором являются собственные шумы такой антенны.

Для решения загадки магнитного компаса необходимы новые экспериментальные подходы, сочетающие физические и биологические методы.

1. Kavokin K. et al. Magnetic orientation of garden warblers (*Sylvia borin*) under 1.4 MHz radiofrequency magnetic field. *J. R. Soc. Interface.* 2014. 11: 20140451. doi: 10.1098/rsif.2014.0451; Pakhomov et al. *J. R. Soc. Interface.* 2017, to be published.



## Каганский Александр

Выпускник кафедры биофизики Санкт-Петербургского политехнического университета. Во время обучения в аспирантуре прошел стажировку в Национальном институте здоровья США, где работал со структурой упаковки геномной информации и функциями хромосом. После защиты диссертации в Санкт-Петербурге отправился в постдокторантуру в Эдинбург и начал заниматься новым направлением в науке – эпигенетикой. Эпигенетикой мы начали заниматься на дрожжах, но вскоре стало очевидно, что она является ключевым звеном

в определении судьбы клеток, и мой интерес начал возрастать к человеческим заболеваниям. Эпигенетика изучает то, как регулируются гены, как белки и липиды влияют на интерпретацию генома. Для развития

этого направления при клинике Эдинбургского университета я создал свою лабораторию по эпигенетике человека, и сейчас меня все больше интересуют прикладные вопросы – диагностика и терапия рака и других болезней, связанных с эпигенетикой.

В Эдинбурге мы работаем по двум направлениям. Первое – берем клетки опухоли мозга пациентов и пытаемся выяснить эпигенетические закономерности возникновения и развития тех или иных онкозаболеваний. Второе наше направление связано с отработкой действия на раковые линии натуральных экстрактов редких видов флоры и фауны, которые мы собираем в самых разных уголках мира. Изучаем, как и какие из клеток могут специфически разрушаться под действием этих натуральных веществ. У всего этого есть и фундаментальный, и прикладной эффект для терапии. На самом деле универсального понимания в онкологических заболеваниях нет – они очень индивидуальны. Но современные технологии позволяют по изменению молекулярных состояний узнавать о перерождении тканей, предсказывать риски, работать непосредственно с клеточными культурами конкретного пациента, обрабатывать их препаратами и предлагать то, что подойдет именно ему.

### **Why Biodiversity is crucial for Biomedicine and vice versa?**

*Kagansky A.*

*University of Edinburgh, UK*

We observe a sharp decline in biodiversity since modern extinction rates are high, at 100 to 1000 times greater than background extinction rates calculated over the eras. Though new species appear, however, existing species go extinct at a rate 1000 times that of species formation. The biodiversity loss will alter the ecosystem functions and their ability to provide goods and services for the human health and wellbeing. More importantly, the irreversible loss of traditional medicine and metabolites diversity concomitant with the extinction of microbes, plants, fungi and animals will threaten the scientific discoveries for medicinal purposes. Despite all efforts to include biodiversity protection within the international agendas, developing countries, the home of most of the world's biodiversity, are rapidly losing their biodiversity heritage. Here we argue that biodiversity is also the key for maintaining public health as well as the success of global drug discovery efforts. Despite scientific or technical “improvements” and managerial “process optimization”, drug discovery was more productive in the 1950s, 1960s, and 1970s, when many of the methodologies that are now widely applied had not been invented and when other R&D approaches were dominant. In particular, most early successful blockbuster drugs were derived from phenotypic screening rather than target-based drug discovery. Our phenotype based screening of various natural extracts using patient derived cell lines are

pointing to the multitude of the anti-cancer molecules, which promise to solve cancer problems, provided conservation and research of the host species. We aim to create an interdisciplinary knowledge hub to connect conservation, medical chemistry, public health data, traditional medicine, etc. to facilitate global efforts in preserving natural bio- and chemodiversity.



## Лебедев Дмитрий Витальевич

*Кандидат физико-математических наук,  
Петербургский институт ядерной физики  
им. Б. П. Константинова  
НИЦ «Курчатовский институт»*

Родился в 1969 году в г. Гатчина Ленинградской области. Выпускник Московского физико-технического института (1992, факультет физико-химической биологии, кафедра медицинской биофизики). В 2000 году защитил диссертацию на соискание степени PhD по биофизике в Университете г. Рочестер (штат Нью-Йорк).

С 2000 года – научный сотрудник Лаборатории биофизики макромолекул Отделения молекулярной и радиационной биофизики Петербургского института ядерной физики в Гатчине.

**Область научных интересов:** структура и динамика функциональных комплексов ДНК-трансфераз; фрактальные свойства, структура и динамика хроматина; использование методов рентгеновского и нейтронного рассеяния в исследовании структуры, функции и динамики биологических макромолекул и надмолекулярных комплексов.

В настоящее время исполняет обязанности заместителя руководителя Отделения молекулярной и радиационной биофизики ФГБУ «ПИАФ» НИЦ «Курчатовский институт». Является автором более 35 научных статей в российских и зарубежных журналах.

## Фрактальная организация хроматина

*Лебедев Д. В., Исаев-Иванов В. В.*

*Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова  
НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия*

*[lebedev\\_dv@pnpi.nrcki.ru](mailto:lebedev_dv@pnpi.nrcki.ru)*

Хроматин представляет собой динамичный физико-химический комплекс ДНК и белков, позволяющий клетке сохранять и реализовывать наследственную информацию. ДНК в составе хроматина человека, имея общую длину  $\sim 2$  м, структурирована в объеме ядра, имеющего линейный размер  $\sim 10$  мкм. Устоявшимися представлениями об иерархии структуры хроматина является двойная спираль Уотсона-Крика диаметром 2 нм, и нуклеосомная структура, имеющая характерный размер 13 нм и представляющая из себя белковый кор из 8 гистоновых белков, на который намотано 1,7 витков двойной спирали ДНК. Более высокие, наднуклеосомные, порядки упаковки хроматина прошедшие 30 лет оставались дискуссионными. В последние годы накопились экспериментальные данные [1–5] и теоретические предпосылки [6–8], которые с высокой степенью вероятности позволяют предположить фрактальную модель упаковки хроматина в наднуклеосомных порядках его структуры. Это обстоятельство кардинально меняет взгляд на структуру хроматина в ядре. Из многоиерархической структуры, образующей на разных масштабах длин петли различного размера, она становится самоподобной фрактальной структурой, в которую упаковывается нитка двойной спирали ДНК с бусинками нуклеосом. Такая структура не имеет узлов, доступна для клеточных макромолекулярных машин репликации, транскрипции, рекомбинации и естественным образом может образовывать хромосомные территории.

В докладе приводятся основные результаты измерений фрактальных характеристик хроматина в ядрах различных клеток высших организмов в широком диапазоне размеров с использованием метода малоуглового нейтронного рассеяния.

1. Yokota H., van den Engh G. et al. *J. Cell Biol.* 130, 1239–1249 (1995).
2. Lebedev D. V., Filatov M. V. et al. *Febs Letters* 579, 1465–1468 (2005).
3. Lebedev, D. V., Filatov M. V. et al. *Crystallography Reports* 53, 110–115 (2008).
4. Lieberman-Aiden E., van Berkum N. L. et al. *Science* 326, 289–293 (2009).
5. Bancaud A., Lavelle C. et al. *Nucleic Acids Research* 40, 8783–8792 (2012).
6. Mirny L. A. *Chromosome Res.* 19, 37–51 (2011).
7. Halverson J. D., Smrek J. et al. *Reports on Progress in Physics* 77, 022601 (2014).
8. Sanborn A. L., Rao S., et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, E6456–E6465 (2015).



## **Малек Анастасия Валерьевна**

### **Curriculum vitae**

2000 – St. Petersburg State Medical University, Russia. M. d.

2003 – St. Petersburg Medical Academy of Postgraduate Studies, Russia. Surgery (certificate).

2003–2006 – Institute of Pathology, Charité, University Medicine Berlin, Germany. Visiting Physician.

2003–2006 – Petrov Institute of Oncology, St. Petersburg, Russia. Research Fellowship, Ph. D.

2006–2008 – Philipps-University School of Medicine Marburg, Germany. PostDoc.

2008–2011 – Oncology Institute of Southern Switzerland (IOSI) Bellinzona, Switzerland. Senior scientist.

2012–2015 – Petrov Institute of Oncology, St. Petersburg, Russia. Senior scientist.

Since 2012 – Alivia / Absolute Health Management, Zürich/London. Senior analyst.

Since 2013 – Oncosystem Ltd., St. Petersburg. Co-founder and Director.

Since 2016 – Petrov Institute of Oncology, St. Petersburg, Russia. Head of Tumour Endocrinology Lab.

### **Research areas**

Cancer, metastasis, RNA interference, miRNA biology and function, exosomes as cancer diagnostics tool and mi/siRNA delivery system.

### **Разработки методов ранней диагностики или оценки результата терапии онкологических заболеваний с помощью анализа состава циркулирующих микровезикул (экзосом)**

*Малек А. В.*

*Научно-исследовательский институт онкологии им. Н. Н. Петрова,  
пос. Песочный, Санкт-Петербург, Россия*

Будут представлены основные мотивации/причины исследования, коротко дана характеристика применяемых методов, изложены результаты исследований по ряду нозологий: рак предстательной железы, рак щитовидной железы, колоректальный рак.

## **Малышев Алексей Юрьевич**



В 1995 году окончил медико-биологический факультет РНИМУ (бывший 2-й Московский медицинский институт им. Н. И. Пирогова), кафедра биофизики. В 1995 году поступил в аспирантуру Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, где в 1998 году защитил кандидатскую диссертацию под руководством члена-корреспондента РАН П. М. Балабана. В 2008 году защитил докторскую диссертацию. С 1995 года по настоящее время работаю в Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН в Лаборатории клеточной нейробиологии обучения, с 2008 года – на должности ведущего научного сотрудника. С 1998 по 2015 работал в качестве приглашенного исследователя (2–3 месяца в году) на морской биостанции Friday Harbor Labs (США), в университете города Бохум (Ruhr-Universitat Bochum, Германия) и университете Коннектикута (University of Connecticut, США). Научные интересы лежат в области механизмов функционирования нейронных сетей у животных с простой нервной системой (моллюски) и корковых микросетей мозга позвоночных, включая механизмы синаптической пластичности.

### **Оптогенетика: 10 лет, которые изменили нейронауку**

*Малышев А. Ю.*

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия*

Оптогенетика, которую можно определить как управление при помощи света активностью нейронов за счет экспрессии в них светоактивируемых белков, является мощным инструментом в нейрофизиологических исследованиях, определившим значительный прогресс в изучении функций мозга в последнюю декаду. Прогресс оптогенетики решающим образом зависит от разработки новых молекулярных инструментов – светоактивируемых белков. Светоактивируемый катион-проводящий каналородопсин2 (channelrhodopsin2) широко используется для активации нервных клеток с момента появления оптогенетики. В 2015 году было идентифицировано семейство природных светоактивируемых хлорных каналов GtACR, способных с высокой эффективностью подавлять активность нейронов в оптогенетических экспериментах. Мы проанализировали свойства канала GtACR2 путем его экспрессии

в нейронах мозга крысы методом *in utero* электропорации. Было обнаружено, что в GtACR2-экспрессирующих нейронах световой стимул, помимо сильного торможения, также может вызывать генерацию потенциалов действия, которая происходит, по всей видимости, в аксонных терминалях нейрона за счет измененного потенциала реверсии хлора в этих отделах клетки. Таким образом, светоактивируемый канал GtACR2 может быть использован в качестве как тормозного, так и активирующего инструмента в оптогенетических экспериментах в зависимости от выбранного паттерна световой стимуляции. В докладе, помимо собственных данных, обсуждаются также наиболее интересные работы, выполненные за последнее время с применением оптогенетических технологий в разных лабораториях мира, а также кратко рассказывается об основных принципах и истории оптогенетики.



## **Минеев Константин Сергеевич**

Константин Сергеевич Минеев в 2007 году окончил магистратуру Московского физико-технического института, а в 2010 защитил в МГУ диссертацию кандидата физико-математических наук по специальности «биофизика». С 2004 года Константин Сергеевич работает в Институте биоорганической химии РАН в Лаборатории биомолекулярной ЯМР-спектроскопии и занимается исследованиями пространственной структуры мембранных и водорастворимых белков (в настоящий момент в должности старшего научного сотрудника). С 2014 года преподает на двух факультетах МФТИ. Константин Сергеевич является автором более 40 научных статей, а также более 30 пространственных структур белков.

## **Ядра – о главном: изучая структуру белков методом ядерного магнитного резонанса**

*Минеев К. С.*

*Институт биоорганической химии им. акад. М. М. Шемякина  
и Ю. А. Овчинникова РАН, Москва, Россия*

Одной из основных проблем современной науки является выявление взаимосвязи между структурной организацией белков и особенностями их функционирования. Существует несколько физических методов анализа пространственной структуры макромолекул, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. В настоящий момент наиболее широко применяются три подхода – рентгеноструктурный анализ, криоэлектронная микроскопия и спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). ЯМР-спектроскопия является наиболее мощным методом, с точки зрения количества получаемой информации. С использованием ЯМР можно не только определять трехмерные структуры в растворе, но и исследовать внутримолекулярную подвижность белков и нуклеиновых кислот, а также изучать термодинамику и кинетику различных процессов в широком диапазоне характерных времен: от пикосекунд до нескольких дней. С другой стороны, широкому распространению ЯМР-спектроскопии препятствует ряд технических трудностей и ограничений. Так, например, размер объекта исследования классической ЯМР-спектроскопии высокого разрешения ограничен 30–50 кДа, а использование многомерных гетероядерных методик ЯМР требует больших затрат времени на детекцию спектров, а также денег на продукцию изотопно-меченых препаратов белков. В последние годы был разработан ряд методик ЯМР-спектроскопии, позволяющих преодолевать перечисленные ограничения.

В рамках доклада будут описаны основные наиболее современные подходы ЯМР-спектроскопии в растворе, используемые для определения пространственных структур больших молекул, в том числе мембранных и неупорядоченных белков. Будут также коротко представлены методы изучения внутримолекулярной подвижности белков на основе измерения параметров ЯМР-релаксации различных ядер, описаны последние работы лаборатории в области исследования пространственной структуры ряда клеточных рецепторов.



## Огнева Ирина Владимировна

В 2002 году окончила Санкт-Петербургский государственный технический университет, кафедру биофизики физико-механического факультета, получив квалификацию магистра физики по направлению «физика» (специализация «биофизика»).

В 2005 году окончила аспирантуру Санкт-Петербургского государственного политехнического университета и защитила диссертацию «Экспериментальный анализ и математическое моделирование двигательной активности жгутиков обонятельных клеток» на соискание ученой степени кандидат физико-математических наук по специальностям «биофизика» и «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В 2007 году начала работать в Государственном научном центре Российской Федерации – Институте медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН). В 2011 году защитила диссертацию «Биофизические механизмы изменения механических свойств волокон скелетных мышц при опорной разгрузке» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности «биофизика».

В 2012 году прошла сертификационный курс «Вспомогательные репродуктивные технологии» по клинической эмбриологии в Научно-исследовательском институте акушерства и гинекологии им. Д. О. Отта СЗО РАМН.

В настоящее время руководит лабораторией биофизики клетки ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Является автором более 55 научных статей в российских и зарубежных журналах.

**Область научных интересов:** взаимодействие живой клетки и физических полей.

## **Раннее развитие в условиях невесомости**

*Огнева И. В.*

*Государственный научный центр РФ –  
Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия  
Первый Московский государственный медицинский университет  
им. И. М. Сеченова, Москва, Россия*

Сила тяжести является постояннодействующим внешним фактором при развитии всех живых организмов на Земле, что, соответственно, не дает возможности оценить ее роль в этом сложном процессе. Одним из возможных путей решения этой проблемы являются эксперименты в микрогравитационных условиях, в частности в условиях космического полета, результатам которых и посвящена данная лекция. Будут рассмотрены различные возможные клеточные механосенсоры и изменения в клетках в условиях реальной и моделируемой микрогравитации, а также представлены результаты различных эмбриологических экспериментов на рыбах, земноводных, птицах и млекопитающих в микрогравитационных условиях, с обсуждением возможных причин развития морфологических изменений.

## **Оксенгендлер Борис Леонидович**

*Доктор физико-математических наук, профессор,  
Научно-исследовательский центр химии и физики полимеров  
при Национальном университете Узбекистана*

### **О возможности использования сорбционных процессов ДНК на фрактальной поверхности с диагностической целью в медицине**

*Оксенгендлер Б. Л.<sup>1</sup>, Аширметов А. Х.<sup>2</sup>, Кадирова И.<sup>2</sup>,  
Нурғалиев И.<sup>1</sup>, Азимов Ж.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Научно-исследовательский центр химии и физики полимеров  
при Национальном университете Узбекистана, Ташкент, Узбекистан*

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский институт гематологии и переливания крови  
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан*

В ряде медико-биологических исследований выявлено, что по соотношению количества внеклеточной ДНК различной длины в плазме крови можно информативно судить о наличии и степени тяжести ряда

патологических состояний в организме человека. В этой связи особую актуальность приобретает проблема сепарации фракций ДНК по размерам, поскольку используемые для этого методы в настоящее время довольно дорогостоящи [1]. Метод адсорбции для этой цели представляется более дешевым и перспективным, но он связан с рядом трудностей в отношении подбора оптимальных адсорбентов для ДНК [2]. В связи с чем, нами был предложен метод физической сорбции фрагментов ДНК на фрактальной поверхности [3], содержащей спектр пор  $N(R,D)$ , причем фрактальная размерность  $D$ , такой поверхности и концентрация центров адсорбции могли быть отрегулированы специальными методами применительно к определенному типу адсорбентов. Алгоритм всего подхода сводится к следующему: предварительно определяется фрактальная размерность поверхности избранного адсорбента с помощью адсорбции на ней «тестовых» ДНК – трех одностранных олигонуклеотидов с известными длинами цепочек; для выявления в плазме крови совокупности фрагментов ДНК с неизвестным спектром длин цепочек  $[F(L)]$  производится их адсорбция на этом адсорбенте и затем десорбция при постепенном увеличении температуры, вызывающей пиковые выбросы фрагментов ДНК, зависящих как от фрактального спектра пор  $N(R,D)$ , так и от  $F(L)$ . Последующая математическая обработка совокупности полученных пиков позволяет выявить спектр  $F(L)$  для их сравнения с уже известными данными, полученными при различных патологических состояниях. Предлагаемый метод был испытан при ряде опухолей желудочно-кишечного тракта и различных видах лейкозов. Полученные результаты продемонстрировали быструю и дешевую возможность выявления онкозаболеваний в ранней стадии их развития, а также контроля эффективности проводимого лечения.

1. F.Persson, J.O. Tegenfeldt, *Chem. Soc. Rev.*, 2010, 39, 985–999.
2. H.Tian, A.Nuhmer and J.Landers, *Anal. Biochem.*, 2000, 283, 175.
3. А.Х.Аширметов, Б.Л.Оксенгендлер, Ж.Т.Азимов и др., *Биофизика*, 2013, 58, 409–414.

## Паевский Алексей

Родился в 1975 году в Одессе. Закончил Одесский государственный университет, химик-органик.

Алексей Паевский – научный и медицинский журналист, научно-популярный блогер, лектор и популяризатор науки. В профессии 10 лет, писал в ведущие научно-популярные издания страны – Газета.Ру, Лента.Ру, Discovery, «Кот Шредингера», «Вокруг света», «Наука и жизнь», «Химия и жизнь», «Элементы». Был редактором портала Минздрава России takzdorovo.ru, удостоенного национальной премии Рунета. В настоящее время главный редактор журнала «За науку» МФТИ, главный редактор портала «Нейротехнологии.РФ», вице-президент Ассоциации медицинских журналистов, лектор-эксперт программы «Энергия науки» Росатома. Лауреат премии «ЗАРЯ» (Звезда астрорунета и я)». В составе редакции газеты «Троицкий вариант» был лауреатом премии Александра Беляева и премии Минобра «За верность науке». Соавтор двух популярных блогов, блога научных журналистов Scienceblogger и блога медицинской истории Med\_history.



### Новости нейронаук и нейротехнологий

*Паевский А.*

*Neuronovosti.Ru*

Нейронауки – одна из наиболее бурно развивающихся отраслей человеческого знания, стремительно расширяющаяся, перерастающая в технологии и приходящая в быт обычного человека. Это то, что активно меняет наш привычный мир и делает его уже через десяток-другой лет совершенно неузнаваемым. При этом область нейро – это и та отрасль знаний, где по-прежнему присутствует и настоящая сложность (а что может быть сложнее человеческого мозга?), и настоящая тайна. А еще – огромный диапазон знаний: от нейроморфных сетей, где вообще нет никакого мозга, до психологии, психиатрии, экзоскелетов; от загадок сна до коннектома из ста миллиардов нейронов и победы над болезнью Альцгеймера. Ежедневно выходит множество интересных статей и новостей о разработках в этой области. Лектор – Алексей Паевский, главный редактор портала Neuronovosti.Ru и научный редактор портала Indicator.Ru – познакомит вас с самыми интересными и необычными новостями нейротематики за 2016–2017 годы.



## Пантелеев Андрей Александрович

*Руководитель Лаборатории тканевой инженерии  
Курчатовского комплекса НБИКС-технологий  
НИЦ «Курчатовский институт»*

**Область исследований:** механизмы регенерации тканей млекопитающих и человека; биология кожных покровов (механизмы контроля дифференцировки эпидермиса, барьерная функция, рост волоса и кинетика кожных стволовых клеток, старение кожи, заживление ран, ожогов и трофических язв).

**Область особых интересов:** влияние факторов среды (как специфической тканевой ниши, так и внешних стресс-факторов) на регенеративные способности и механизмы поддержания гомеостаза кожных покровов. Цель исследований – понять, как локальные и внешние факторы среды влияют на регенеративные процессы в коже, и научиться управлять этими процессами. В качестве ключевых факторов микросреды рассматриваются гипоксия (градиент кислорода) и клеточные взаимодействия с межклеточным матриксом (в том числе с искусственным). Зависимость клеточных функций от физико-химических и механических свойств искусственного матрикса используется для создания объемных тканевых эквивалентов на полимерной основе для регенеративной терапии и пластической хирургии. В ходе исследований, лаборатория поддерживает активные рабочие контакты с ведущими исследовательскими группами Европы, Азии и Америки в области регенерации эпителиальных тканей (как с академическими институтами, так и с фармакологической и косметической индустрией). Результаты исследований публикуются в ведущих мировых научных журналах. Индекс Хирша – 27, цитирований (в индексируемых англоязычных журналах) – более 2100.

### **Образование:**

– Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, биологический факультет (1979).

– Кандидатская диссертация («*Кожная токсикология 2,3,7,8-тетрахлородибензо-*p*-диоксина*»). Институт токсикологии, Санкт-Петербург.

### **Профессиональный опыт:**

1979–1984 – научный сотрудник Исследовательского отдела Московского зоопарка.

1985–1994 – младший научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва.

1989–1991 – работа (старший научный сотрудник) в составе Совместного Российско-Вьетнамского Тропического центра.

1994–1995 – стипендиат (кожная токсикология) Европейского научного фонда (European Science Foundation) и затем научный сотрудник в Отделе дерматологии Вирховской клиники, Свободный университет, Берлин.

1996–1997 – научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва.

1998–2001 – научный сотрудник Отдела дерматологии Колумбийского университета, Нью-Йорк, США.

2002–2007 – профессор Отдела дерматологии Колумбийского университета, Нью-Йорк, США. Руководитель лаборатории.

2008–2012 – ведущий исследователь и руководитель научной части группы по исследованию рака кожи в Отделе молекулярной биологии, Медицинский колледж Университета Данди, Шотландия.

2012 – наст. вр. – начальник Лаборатории тканевой инженерии Отделения молекулярной биологии НБИКС-центра НИЦ «Курчатовский институт», Москва.

#### **Награды:**

1997 – премия фармацевтической компании *Stiefel* (Мюнхен, Германия) за вклад в изучение кожной токсикологии диоксина и молекулярных механизмов хлоракне.

1997 – стипендия им. Альберта Клигмана для участия в ежегодном съезде Американского общества исследовательской дерматологии (Вашингтон, США).

1998 – премия фармацевтической компании *Hermal Corp.* за лучшую презентацию на международном конгрессе Обществ исследовательской дерматологии Европы, США и Японии (Кельн, Германия).

1998 – премия за лучшую научную презентацию на Втором всемирном съезде по биологии волоса (Вашингтон, США).

1999 – научная стипендия им. Пола Джанссена от Дерматологического фонда (США) за вклад в развитие исследовательской дерматологии.

1999 – премия Японского общества исследования волоса за работу, представленную на Третьем всемирном съезде по биологии волоса (Токио, Япония).

2003, 2005 – исследовательские стипендии от Дерматологического фонда (США) за вклад в развитие знаний в области биологии и регенерации кожи.

**Членство в научных обществах:**

Society for Investigative Dermatology (USA).

European Society for Dermatological Research (EU).

European Hair Research Society (EU).

**Членство в редакционных коллегиях журналов:**

Journal of Investigative Dermatology, USA (Associate Editor); импакт-фактор журнала – 7.62.

**Молекулярные механизмы адаптации кожных покровов  
к воздействию факторов внешней среды**

*Пантелеев А. А.*

*Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия*

Регуляция нормальных функций кожи, как и этиология многих кожных заболеваний тесно связаны с воздействием факторов внешней среды. Тем не менее, молекулярные аспекты взаимодействия кожных покровов и окружающей среды, как и механизмы, координирующие реакцию кожи на действие различных стресс-факторов, остаются малопонятными.

Исследования нашей лаборатории идентифицируют семейство димерных факторов транскрипции PAS как важнейший сенсорный и регуляторный компонент системы обмена сигналами между кожными покровами и внешней средой. Это семейство белков включает несколько факторов-индуцируемых гипоксией (белки HIF-alpha), диоксиновый рецептор (AhR), его ядерный транслокатор (ARNT) и несколько белков, регулирующих ритмические процессы в организме (Clock, Period, и Bmal). В целом, PAS белки (и, прежде всего, ARNT – как центральный димеризационный фактор в семействе) контролируют такие важнейшие аспекты клеточной физиологии как метаболизм, адаптацию к изменению уровня кислорода, ответ на токсиканты и ультрафиолетовое излучение, антиоксидантную активность, защиту от микробов, энергетический баланс, дыхание и т. д.

В докладе будет проанализирована роль активности белков PAS и, в частности, активации HIF каскада, в контроле дифференциации и корнификации клеток эпидермиса кожи, в формировании кожного барьера и в функционировании сосудистой системы кожи. Наши исследования показали, что ARNT негативно регулирует экспрессию генов через модулирование уровня амфирегулина и связанных с ним изменений активности рецептора эпидермального фактора роста. Этот эффект зависит от эпигенетических механизмов, в частности от деацетилирования гистонов (активность HDAC). Нами так же были выявлены паттерны экспрессии HIF белков и контролирующих их активность пролил-гидроксилаз (PHD1-3)

в нормальной коже человека и при различных патологиях. Показана (впервые) функциональная роль различных сплайс-вариантов HIF белков в контроле ответа кератиноцитов на острую и хроническую гипоксию, и выявлены тканеспецифические механизмы контроля их активности. Нами также была разработана функциональная модель участия гипоксии и HIF каскада в контроле дифференцировки и пролиферации кератиноцитов в регенерирующей коже и разработаны фармакологические методы регуляции этих процессов.

В сферу интересов лаборатории входит также исследование AhR рецептора, играющего важную роль в контроле токсического действия диоксина (в том числе, на кожу) и антиоксидантной активности, в функционировании пигментной и иммунной систем кожи, а также в формировании кожного барьера и в чувствительности кожи к ультрафиолету.

В целом, исследования лаборатории А. А. Пантелеева характеризуют механизмы поддержания гомеостаза кожных покровах и показывают роль белков PAS в контроле адаптивных процессов в коже и в патогенезе зависящих от внешних факторов кожных заболеваний – таких, как нарушения кожного водного обмена, опухолевый рост, псориаз, трофические язвы, хлоракне, витилиго и многих других.

## **Предеус Александр Владимирович**

Предеус А. В. родился в 1981 году в г. Запорожье, Украина. Учился в физико-математической гимназии № 28, которую окончил в 1998 году. В том же году поступил на химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, который окончил по специальности «химия» в 2003-м. Дипломная работа была посвящена синтезу новых ассиметричных цирконоценов, используемых в каталитической полимеризации пропилена. После этого учился в аспирантуре Michigan State University (2003–2009) и окончил ее с присуждением степени Ph. D. Диссертация посвящена новым реакциям циклизации с использованием фишеровских карбеновых комплексов.

После этого начал интересоваться биологическими науками, и работал последовательно в лабораториях Michael Feig (2009–2012), занимаясь молекулярной динамикой и симуляциями протеинов и ДНК на



атомистическом уровне, а также в лаборатории Максима Артемова (2012–2015), в которой занимался разработкой и усовершенствованием методов анализа данных NGS. С 2015 года занимает должность директора по научной работе в Институте биоинформатики, Санкт-Петербург.

### **Анализ современных NGS-экспериментов: что нужно знать, чтобы получить хорошие данные?**

*Предеус А. В.*

*Институт биоинформатики, Санкт-Петербург, Россия*

Высокоэффективное секвенирование (Next-generation sequencing, NGS) произвело настоящую революцию в биологической и медицинской исследовательской работе. Методы ресеквенирования вывели на новый уровень диагностику Менделевских заболеваний и поиск ассоциаций фенотипа с генотипом. Секвенирование транскриптома позволяет количественно охарактеризовать различные ткани и органы, изучать клеточный ответ на широчайший спектр стимулов, а также надежнее и информативнее классифицировать опухоли. Методы, основанные на селективном расщеплении ДНК ферментами или на иммунопреципитации, позволяют глубоко анализировать механизмы биологических процессов.

Практически невозможно найти сегодня лабораторию, которая не хотела бы воспользоваться одним из применений секвенирования. Несмотря на это, многочисленные попытки отечественных лабораторий применить секвенирование для решения научных задач часто сталкиваются с неудачами. В докладе я постараюсь очертить основные проблемы, с которыми сталкиваются лаборатории, осваивающие NGS, а также сформулировать необходимые принципы организации команды и дизайна экспериментов, которые позволят эффективно и полноценно использовать возможности этих технологий.

## Прохорчук Егор Борисович



### **Образование:**

1988–1993 – Московский физико-технический институт (диплом с отличием).

1993–1996 – аспирантура по специальности «молекулярная генетика» (защита кандидатской диссертации в 1996) в Институте биологии гена, Москва. Тема диссертации «Выявление и характеристика новых регуляторных участков гена *mts1* мыши и человека»; научный руководитель – академик Г. П. Георгиев, специальность «молекулярная генетика».

2011 – защита докторской диссертации, тема «Метил-ДНК связывающие белки с доменами „цинковые пальцы“: молекулярно-генетическая характеристика и анализ биологических функций методами нокаута», диссертационный совет биологического совета МГУ им. М. В. Ломоносова, специальность «молекулярная биология».

### **Опыт работы:**

1996–1999 – постдок в лаборатории Г. П. Георгиева, Институт биологии гена.

1999–2003 – исследователь (стипендия EMBO с 2-х летним продлением) в лаборатории Эдриана Бёрда, Эдинбургский университет, Эдинбург, Великобритания.

Проект: Изучение нового метил-ДНК связывающего белка Kaiso.

2003–2005 – руководитель группы, Институт биологии гена, Москва.

2005 – по наст. время – руководитель лаборатории Центра «Биоинженерия» РАН.

### **Стажировки:**

1994 (6 месяцев) – Датское раковое общество, лаборатории профессора Е. М. Луканадина, Копенгаген, Дания.

1998 (6 месяцев) – ICGEB, Триест, Италия, независимый проект по метилированию ДНК.

### **Преподавание:**

Профессор МГУ им. М. В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра биотехнологии.

Читаю курс лекций для магистров «Биотехнология клеток млекопитающих».

Под научным руководством защищено семь кандидатских диссертаций (5 – кандидаты биологических наук, 2 кандидата физико-математических наук).

**Область научных интересов:**

1. хроматин, эпигенетика, метилирование ДНК;
2. реконструкция истории человека, путей его миграции и адаптации путем анализа древней ДНК.

**Геномика и эпигеномика адаптации организмов**

*Прохорчук Е. Б.*

*Федеральный исследовательский центр  
«Фундаментальные основы биотехнологий» РАН, Москва, Россия*

*[prokhortchouk@gmail.com](mailto:prokhortchouk@gmail.com)*

Основная проблематика доклада будет лежать в области генетических и эпигенетических особенностей адаптации позвоночных организмов к стрессовым воздействиям окружающей среды. На примере якутских лошадей рассмотрим геномику адаптации лошадей к арктическим условиям и низким температурам. Однако, позвоночные организмы используют не только генетические, но и надгенетические механизмы для приспособления к стрессовым условиям. Гипоксия представляет собой существование живого в условиях недостатка кислорода. В частности, гипоксия является одним из процессов, который сопровождает переход опухоли к метастазированию. Клетки почки с таргетированным (CRISPR-Cas9) геном VHL представляют собой удобную модель для изучения гипоксии: в них происходит стабильная активация гена HIF1 $\alpha$ , как и при стрессовом недостатке кислорода. Это приводит к гиперметилированию генома клеток, активации Jun-Fos системы и ускорению всего каскада генов, характерных для эпителиально-мезенхимального перехода. Наконец, третьим объектом, который будет рассмотрен, станет переход морских рыб *Gasterosteus aculeatus* к условиям жизни в пресноводных озерах. Такой переход связан с понижением осмотического давления на клетки. Помимо островков дивергенции с измененными частотами аллелей в морских и пресноводных колюшках наблюдается существенное изменение профиля метилирования генома. В частности, изменения происходят в ЦфГ островках генов, кодирующих ионные насосы. Интересно и то, что слабое генетическое разнообразие пресноводных колюшек компенсируется существенно большим разнообразием эпиаллелей.

1. Лошади: Librado P et al. Tracking the origins of Yakutian horses and the genetic basis for their fast adaptation to subarctic environments. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 112(50).

2. Гипоксия: Purdue MP, Johansson M, Zelenika D, Toro JR, Scelo G, Moore LE, Prokhortchouk E et al. Genome-wide association study of renal cell carcinoma identifies two susceptibility loci on 2p21 and 11q13.3. Nat. Genet. 2011-43: 60-65.
3. Колюшка: Terekhanova NV et al. Fast evolution from precast bricks: genomics of young freshwater populations of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus*. PLoS Genet. 2014, 10:e1004696. doi: 10.1371/journal.pgen.1004696.
4. Гипоксия: <http://biorxiv.org/content/biorxiv/early/2016/12/12/093310.full.pdf>

## **Саранцева Светлана Владимировна**



В 1989 году закончила Ленинградский государственный университет (биолого-почвенный факультет, кафедра генетики) и пришла на работу в Отделение молекулярной и радиационной биофизики Ленинградского института ядерной физики им. Б. П. Константинова в Лабораторию генетики эукариот. В 1999 году защитила кандидатскую диссертацию. В 2011 году организовала Лабораторию экспериментальной и прикладной генетики, которой руководит по настоящее время. В 2012 году защитила докторскую диссертацию.

### **Открытие аутофагии и расшифровка ее молекулярного механизма**

*Саранцева С. В.*

*Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова  
НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия*

В 2016 году Нобелевская премия в области биологии и медицине была присуждена Йошинори Осуми (Yoshinori Ohsumi) специалисту по биологии клетки из Технологического университета Токио за открытие механизма аутофагии. Аутофагия («самопоедание») – эволюционно консервативный процесс, благодаря которому эукариотические клетки могут повторно использовать часть своего собственного содержания. В отличие от других клеточных деградиационных процессов, в результате аутофагии удаляются долгоживущие белки, большие макромолекулярные комплексы и органеллы, которые атрофированы или повреждены. Аутофагия – промежуточный процесс между перевариванием и повторным использованием «несущественных» частей клеток во время голода. Кроме

того, она играет важную роль в инфекции, старении и патогенезе многих заболеваний человека. Хотя аутофагия была известна уже в шестидесятых годах прошлого века, механизм и физиологическая значимость процесса оставалась непонятой еще десятилетия. В 1993 году Осуми публикует данные об открытии 15 генов, являющихся ключевыми для процесса аутофагии в дрожжах. В серии оригинальных экспериментов он клонировал некоторые из них и выяснил функции кодируемых ими белков.

Пресс-релиз Нобелевского комитета гласит: «Открытия Осуми привели к новой парадигме в нашем понимании того, как клетки сами утилизируют свое содержимое. Его открытия проложили путь к пониманию фундаментальной важности аутофагии для множества физиологических процессов, таких как адаптация к голоду и ответ на инфекцию».



**Северинов**  
**Константин Викторович**  
**Konstantin Severinov, Ph. D., D. Sc.**

*Professor,*  
*Skolkovo Institute of Science and Technology*

**Education**

M. S., with high honors, 1990 – Biological Faculty,  
Department of Molecular Biology, Moscow State  
University, USSR.

Ph. D., 1993 – Institute of Molecular Genetics, Russian Academy of  
Sciences, Moscow, Russia.

**Professional Positions Held**

2015 – Director, Skoltech centre for Data-Intensive Biomedicine and  
Biotechnology.

2014 – present – Director, Skoltech Biomed Master and Ph. D. program.

2013 – present – Head of Laboratory of molecular microbiology, St.  
Petersburg State Polytechnical University, St. Petersburg, Russia.

2013 – present – Professor, Skolkovo Institute of Technology, Skolkovo,  
Russia.

2012–2013 – Founding faculty fellow, Skolkovo Institute of Technology,  
Skolkovo, Russia.

2010 – present – Head of Laboratory of regulation of gene expression of  
prokaryotic mobile genetic elements, Institute of Molecular Genetics, Russian  
Academy of Sciences, Moscow, Russia.

2007 – present – Head of Laboratory of molecular genetics of microorganisms, Institute of Gene Biology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

1997 – present – Professor, Waksman Institute, Department of Molecular Biology and Biochemistry, Rutgers University, Piscataway, NJ.

### **Awards and Honors**

2010 – Professor of Molecular Genetics, Russian Academy of Sciences.

2010 – Fulbright Senior Scholar.

2009 – Fellow of American Academy of Microbiology.

2008, 2009 – The Russian Science Support Foundation Prize.

2006 – D. Sc., Russian Academy of Sciences.

21 Ph. D. dissertations supervised, 1 D. Sc. dissertations supervised.

More than 200 publications.

## **Сломинский Петр Андреевич**

*Институт молекулярной генетики РАН*

### **Опыт работы:**

С сентября 2016 года – заместитель директора Института по научной работе.

1999 – наст. вр. – заведующий Лабораторией молекулярной генетики наследственных заболеваний ИМГ РАН.

1983–1999 – от младшего до старшего научного сотрудника Отдела молекулярных основ генетики человека ИМГ РАН.

1981–1983 – младший научный сотрудник, Институт медицинской генетики Академии медицинских наук.

Научный руководитель 9 кандидатских и 1 докторской диссертации. Член Диссертационного совета Медико-генетического научного центра. С 2013 года – курс лекций «Медицинская генетика» на факультете нано-, био-, информационных и когнитивных технологий МФТИ. С 2014 года – федеральный эксперт научно-технической сферы.

### **Образование:**

1981 – высшее, 2-й Московский государственный медицинский институт им. Н. И. Пирогова, врач-биохимик.



1990 – кандидат биологических наук, Институт молекулярной генетики РАН.

2006 – доктор биологических наук, Институт молекулярной генетики РАН.

2008 – профессор.

**Область научных интересов:** молекулярная генетика моногенных наследственных заболеваний и изучение роли генетических факторов в патогенезе сложных неврологических мультифакториальных заболеваний. Анализ экспрессии генома при различных моделях неврологических заболеваний и изучение ответа генома на природные и синтетические регуляторные пептиды.

## Генетика депрессивных состояний

*Сломинский П. А.*

*Институт молекулярной генетики РАН, Москва, Россия*

Большая депрессия (Major depressive disorder, MDD) – психическое расстройство, характеризующееся патологически сниженным настроением (гипотимией) с негативной, пессимистической оценкой самого себя своего положения в окружающей действительности и своего будущего. Несмотря на высокое медико-социальное значение данного психического расстройства, до сих пор нет ясных представлений о причинах и механизмах его развития. Предложен ряд моделей гипотез развития депрессии – от классической моноаминовой модели (согласно которой в основе заболевания лежит нарушение обмена серотонина и норадреналина) до хронобиологической гипотезы (согласно которой причиной депрессии является нарушение регуляции ритмических биологических процессов, в первую очередь нарушение регуляции сна).

Как показывают семейные и близнецовые исследования, роль генетических факторов в патогенезе заболевания может быть существенной, особенно в случае эндогенной рекуррентной депрессии и депрессии с ранним началом развития. Первые работы по выявлению связанных с патогенезом депрессии генов были опубликованы в конце 1980-х годов (P McGuffin, R Katz, 1989). Эти работы были связаны с анализом полиморфных вариантов отдельных генов-кандидатов и был выявлен ряд ассоциированных с развитием депрессии генов. Промежуточный итог исследованиям кандидатных генов был подведен в работах по мета анализу данных, полученных при изучении полиморфных ДНК маркеров в 102 различных генах. В итоге было показано, что статистически достоверная ассоциация с риском развития большой депрессии наблюдается для шести из семи выше описанных генов – APOE,

DRD4, GNB3, MTHFR, SLC6A3, SLC6A4. Но ни для одного даже из этих шести генов эта ассоциация не носила однозначного характера – что может быть связано с фенотипической гетерогенностью депрессии в разных выборках, этнической гетерогенностью выборок, размером выборок. Развитие технологии ДНК микрочипов позволило перейти от анализа кандидатных генов к полногеномному ассоциативному анализу (GWAS) депрессии. Такой анализ позволяет выявлять ОНП, которые могут быть ассоциированы с тем или иным фенотипом без учета предварительной гипотезы о механизмах патогенеза конкретного заболевания. К настоящему времени проведено большое число GWAS исследований депрессии и идентифицирован ряд ассоциированных с развитием депрессии полиморфизмов. Но разные исследования дают очень отличающийся спектр ассоциированных с развитием депрессии полиморфных ДНК маркеров и выявленные в одной работе ассоциации очень плохо подтверждаются при репликации исследования на независимой выборке. Пути выхода из такой ситуации могут быть связаны как совершенствованием методологии GWAS исследований, так и включении в эти исследования дополнительных методических подходов – например, учета при проведении GWAS функциональной значимости ДНК маркеров или структуры сетей межгенных и межбелковых взаимодействий.

## **Сорокин Александр Олегович**

*Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова  
НИЦ «Курчатовский институт»*

### **Топологические фазовые переходы и топологические фазы вещества (Нобелевская премия по физике за 2016 год)**

*Сорокин А. О.*

*Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова  
НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия*

В 2016 году Нобелевская премия по физике была присуждена ученым из Великобритании Джону М. Костерлицу, Дейвиду Дж. Таулессу и Ф. Данкану Холдейну «за теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи». Премии были удостоены три серии работ, внесших существенный вклад в понимание роли топологических эффектов в физике конденсированного состояния. В этих работах на примере достаточно простых низкоразмерных систем

продемонстрировано, что существуют состояния и свойства материи, которые не могут быть объяснены стандартными аргументами типа симметрии и механизмов ее нарушения, но которые объясняются именно с помощью топологии.

Первая серия работ [1, 2] посвящена изучению фазового перехода и низкотемпературных свойств классического двумерного XY ферромагнетика. Показано, что взаимодействие топологических дефектов (вихрей) индуцирует при ненулевой температуре фазовый переход особого рода, ниже которого наблюдается т. н. квазидальний порядок со степенным убыванием корреляционных функций. Во второй серии [3, 4] доказывается, что точное квантование эффекта Холла и отсутствие продольного сопротивления на краях двумерного полупроводника имеет топологическую природу, связанную с фазой Берри краевых состояний электронного газа. И наконец, в работах [5, 6] изучаются свойства спектра квантовой антиферромагнитной цепочки. Холдейн показал, что флуктуации характеризуются топологическим числом, и если спин имеет целое значение, то флуктуации с разными числами усиливают друг друга, и в спектре возникает щель, а в случае полуцелого спина такие флуктуации компенсируют друг друга, и щель не возникает.

Названные работы уже стали началом новых направлений в теоретической физике и в физике конденсированного состояния, а открытые эффекты уже были наблюдаемы экспериментально.

1. J. M. Kosterlitz, D. J. Thouless, J. Phys. C: Solid State Phys. **6**, 1181 (1973).
2. J. M. Kosterlitz, J. Phys. C: Solid State Phys. **7**, 1046 (1974).
3. D. J. Thouless et al., Phys. Rev. Lett. **49**, 405 (1982).
4. D. J. Thouless, Phys. Rev. B **27**, 6083 (1983).
5. F. D. M. Haldane, Phys. Rev. Lett. **50**, 1153 (1983).
6. F. D. M. Haldane, Phys. Lett. A **93**, 464 (1983).



## **Стрельников Владимир Викторович**

*Заведующий Лабораторией эпигенетики  
Медико-генетического научного центра,  
доктор биологических наук, профессор кафедры  
молекулярной и клеточной генетики  
Российского национального исследовательского  
медицинского университета им. Н. И. Пирогова*

Окончил медико-биологический факультет РГМУ им. Н. И. Пирогова в 1997 году по специальности «биохимия». Под руководством профессора Д. В. Залетаева в 2000 году защитил кандидатскую диссертацию «Изучение структурных и функциональных нарушений X-хромосомы, приводящих к различным формам X-сцепленной умственной отсталости», в 2012 – докторскую диссертацию «Комплексное исследование метилотипов злокачественных новообразований: фундаментальные и прикладные аспекты». Автор более 80 научных работ, одного патента, пяти новых медицинских ДНК-технологий, восьми глав в учебниках для студентов медицинских вузов, подготовил 5 кандидатов наук. Лауреат премий Международной академической издательской компании «Наука/Интерпериодика» за лучший цикл публикаций в журнале «Молекулярная биология» (2005); Американской ассоциации онкологов за исследование эпигенетики рака молочной железы (2006); Европейского общества генетики человека за выдающееся исследование коллектива молодых ученых на тему «Исследование метилирования и аномалий экспрессии генов, ассоциированных с раком молочной железы» (2006); Российского общества онкологов “In vita veritas” в номинации «Лучший научно-исследовательский проект» (2013); диплом Роспатента в номинации «100 лучших изобретений России за 2013 год». Научные интересы: эпигеномика клеток злокачественных новообразований и разработка новых высокотехнологичных подходов к эпигеномным исследованиям, геномика врожденных болезней человека.

## Метилонный анализ в характеристике геномов злокачественных опухолей

*Стрельников В. В.*

*Медико-генетический научный центр, Москва, Россия*

[vstrel@list.ru](mailto:vstrel@list.ru)

Идентификация подтипов злокачественных новообразований, предполагающих различные подходы к лечению, – одна из актуальных проблем современной онкологии. Для рака молочной железы (РМЖ) уже предложена классификация подтипов, основанная на различиях экспрессии генов. Однако определение уровня экспрессии в клиническом образце осложняется наличием примеси нормальной ткани и низким качеством РНК, получаемой из архивных материалов. Как альтернатива рассматривается использование для классификации подтипов РМЖ профилей метилирования ДНК. Опубликованные работы демонстрируют принципиальную возможность выделения метилотипов РМЖ. В то же время, отмечаются такие недостатки широко используемых для анализа метиломов микрочипов, как невозможность воспроизводимости результатов, связанная с различиями платформ, и выраженный групповой эффект, что приводит к значительному снижению информативности получаемых массивов данных, не позволяет выделить фундаментальные различия в патогенезе РМЖ различных подтипов. Инновационный метод бисульфитного секвенирования ограниченных выборок локусов (RRBS), объединяющий бисульфитную конверсию ДНК и высокопроизводительное параллельное секвенирование, позволяет исследовать метилирование ДНК с разрешением до отдельного нуклеотида. Нами разработана модификация метода RRBS, обеспечивающая максимальную долю последовательностей CpG-островков в общем массиве данных. С использованием новой методики проведен анализ метиломов РМЖ и нормальной молочной железы; выделено 10 молекулярных подтипов в зависимости от профилей метилирования CpG-динуклеотидов. Определены гены, дифференциальное метилирование которых достоверно отличает эпигенетические подтипы РМЖ. Предложена тест-система из 12 маркеров метилирования ДНК для изучения эпигенетических подтипов РМЖ в больших выборках клинического материала, воспроизводящая результаты широкогеномного анализа метилирования с высокой точностью. Результаты исследования способствуют созданию новой, эпигеномной, классификации РМЖ, независимой от традиционной иммуногистохимической классификации, что позволит выявить новые молекулярно-генетические маркеры прогноза заболевания и ответа злокачественных опухолей на различные виды терапии.

# Томили́н Анто́н Николаевич

*Доктор биологических наук, член-корреспондент РАН*

Томили́н А. Н. – специалист в области молекулярной и клеточной биологии, чьи интересы в основном сконцентрированы на плюрипотентных столовых клетках – эмбриональных стволовых (ЭС) и индуцированных плюрипотентных стволовых (иПС) клетках.



## *Curriculum vitae*

1987 – окончил физико-математическую школу № 239, Санкт-Петербург.

1993 – окончил СПбГУ, физико-механический факультет, кафедра биофизики.

1997 – присвоена степень кандидата биологических наук, Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург.

1997 – PhD defence, Université de Caen, France.

1998 – Short-term post-doctoral EMBO fellowship.

1998–1999 – Post-doc, EMBL, Heidelberg (Hans R. Schöler), Germany.

1998–2002 – Post-doc, University of Pennsylvania (Hans R. Schöler), Philadelphia, USA.

2002–2006 – Group leader, Max-Planck Inst. Immunobiology, Freiburg, Germany.

2007 – наст. вр. – заведующий Лабораторией молекулярной биологии стволовых клеток, Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург.

2009 – присвоена степень доктора биологических наук.

2009 – наст. вр. – член диссертационного и ученого советов Института цитологии РАН.

2009 – наст. вр. – Advisory Board member of *Int. Review of Cell and Mol. Biol.*

2011 – избран членом-корреспондентом РАН.

2013 – наст. вр. – эксперт РФФИ;

2013 – Member of selection committee of the FEBS-2013, St. Petersburg.

2014 – наст. вр. – член экспертного совета РНФ.

2014 – наст. вр. – член экспертного совета программы Президиума РАН «Фундаментальные исследования для разработки биомедицинских технологий» (с марта 2014 г.).

2014 – наст. вр. – эксперт профильной рабочей группы Научного совета Министерства здравоохранения РФ.

2016 – Organizer of the conference Recent Achievements in Stem Cells Research (CTERP 2016), April 6–8, 2016, St. Petersburg, Russia.

2016 – Member of selection committee of the 12-th International Congress of Cell Biology (ICCB 2016), Praha.



## Топерверг Борис Павлович Dr. Boris P. Toperverg

### Current Positions

1972 – present – Staff Member, Assistant to Science Director, Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia.

2006 – present – Long Term Visitor, Institute Laue Langevin, Grenoble, France.

### Other Appointments

Germany:

Research Professor, Institute of Condensed Matter Physics, Ruhr-University-Bochum (2003–2013).

Research Scientist, Institut für Experimentalphysik, Forschungszentrum Jülich (2000–2003).

Guest Scientist, Max-Planck Institute, Stuttgart (1998); Institut für Materialwissenschaften, Wuppertal (1996–1998); GKSS Forschungszentrum Geesthacht (2006, 2003, 1990–1991).

France:

Physicist, Institute Laue Langevin, Grenoble (2004–2006, 1994–1999); Laboratoire Léon Brillouin, CEN-Saclay (1991–1992).

The Netherlands:

Visiting Scientist, Interfacultair Reactor Instituut, Delft (1993, 1997).

USA:

Visiting Scientist, Argonne National Laboratory, IL (2001, 2002); Brookhaven National Laboratory, NY (1991).

### Education

1973–1980 – Fellow Research (PhD), Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia.

1965–1970 – Rostov State University, Physics department.

1970 – MS Diploma in “Theoretical and Mathematical Physics”.

1965 – High school Diploma (Gold Medal for Excellence).

### International Award

“Gerhard Mercator Professorship”, DFG, Berlin, Germany, 2004.

### Other professional organizations and activities

Referee for: Physical Review and Physical Review Letters, Journal of Applied Physics and Applied Physics Letters, Europhysics Letters, Journal of Applied Crystallography, JETP and JETP Letters, Solid State Physics, etc.

Member of: European Physical Society, Neutron Scattering Society of America, Scientific Councils on Nuclear Methods Application in Condensed Matter Research, Mission Oriented Group, European Spallation Source Project, International Advisory and Program Committees of the International Workshops and Conferences.

### **Areas of Scientific Expertise**

Theory of Condensed Matter, Magnetism, Neutron and X-ray Scattering from Condensed Matter, Structural Biology.

### **Professional Publication**

Author and Co-author of above 160 publications in refereed journals (Nature Comm., Physical Review Letters, Physical Review B, Journal of Applied Physics, Langmuir, Rev. Sci. Instruments, New Journal of Physics, IEEE Transactions on Magnetism, FEBS Letters, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Journal of Physics, Nuclear Instruments and Methods in Physics, Physica B, Journal of Theoretical and Experimental Physics, JETP-Letters, Crystallography Reports, etc.), 10 review articles and chapters in books.

Over 50 Invited and contributed talks at International Conferences, Workshops, Lectures at Schools and Colloquiums.

## **Structure and dynamics of lipid membranes probed by reflectometry and inelastic scattering**

*Toperverg B.P.*

*B.P. Konstantinov Petersburg Nuclear Physics Institute  
of NRC "Kurchatov Institute", Gatchina, Russia*

During last decade neutron scattering has unambiguously demonstrated its potentials as an effective probe of intrinsic organization and basic physical properties of lipid membranes at various environmental conditions. A sufficiently high and often readily variable scattering contrasts make neutron reflectometry, offspecular and small angle Grazing Incidence Scattering (GISAS) [1], as well as neutron and X-ray spectroscopy [2], a set of tools suitable to study tiny structural details, phase transformations and excitation spectrum of lipid bi-layers selfassembled into planar periodic heterostructures on a solid substrate, or even a single lipid membrane near its equilibrium with aqueous surrounding [3]. One of the main advantages of methods listed above is that they require much less scattering material than conventional neutron and X-ray SAS: usually samples used in reflectometry are prepared in the form films with thickness from a few nano- up to few micro-meters and the area of a few cm squared. The other advantage is that planar kinematics reduces a number of degrees of freedom and hence much simplifies data analysis acquired on an absolute scale. This is of a particular importance for hardly crystallizable membrane proteins which cannot

be studied with a conventional neutron or X-ray 3D diffraction. Membrane-protein complexes, however, can be readily deposited onto an artificial periodic grid forming a 2D crystal which can be then used as a platform for Grazing Incidence Diffraction (GID).

Latest results and developments related to e.g. the membrane interaction with proteins, peptides and, especially, foreign agents, such as magnetic nano-particles, are briefly reviewed. Further perspectives and challenges for neutron scattering applications in the field are outlined.

1. V. Lauter, H.J.C Lauter, A. Glavic, B.P. Toperverg, Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Oxford: Elsevier; 2016. P. 1–27.
2. M. Zhernenkov, D. Bolmatov, D. Soloviov, K. Zhernenkov, B. P. Toperverg, A. Cunsolo, A. Bosak, Y.Q. Cai, Nature Comm., 7, 11575 (2016).
3. M.S. Jablin, M. Zhernenkov, B.P. Toperverg, M. Dubey, H.L. Smith, A. Vidyasagar, R. Toomey, A.J. Hurd, J. Majewski, Phys. Rev. Letters **106**, 138101 (2011).

## **Фирсов Михаил Леонидович**

*Доктор биологических наук,  
Институт эволюционной физиологии и биохимии  
им. И. М. Сеченова РАН*

1985 – окончил физико-механический факультет Ленинградского политехнического института.

1985–1988 – обучение в аспирантуре ИЭФБ им. И. М. Сеченова РАН, с 1988 – научный сотрудник ИЭФБ РАН.

1991–1994 – postdoctoral training, University of Michigan.

1998 – visiting professor, University of Boston Medical School.

2001–2003 – visiting professor, Helsinki University of Technology (Aalto University).

С 2013 г. – заведующий Лабораторией эволюции органов чувств ИЭФБ РАН.

С 2015 г. – директор ИЭФБ РАН.



## Протезирование сетчатки: микрочипы или оптогенетика?

*Фирсов М. Л.*

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

*[Michael.Firsov@gmail.com](mailto:Michael.Firsov@gmail.com)*

Пигментный ретинит (retinitis pigmentosa, RP) является одной из наиболее тяжелых по последствиям патологий зрения. RP выражается в гибели фоторецепторных клеток, а также некоторых других нейрональных слоев сетчатки, и приводит к полной или почти полной слепоте. По распространенности, RP занимает первое место среди всех нейрональных дегенеративных заболеваний. По механизмам возникновения, RP существенно гетерогенен и объединяет целую группу болезней, вызываемых различными причинами и затрагивающих совершенно различные клеточные механизмы и клеточные типы.

К настоящему времени выявлено более 150 генов, связанных с RP заболеваниями. Большинство этих генов кодируют белки, экспрессирующиеся в палочках. Дефекты в этих белках приводят к дезорганизации как специфически палочковых, так и общеклеточных механизмов, и в конечном счете к массовой гибели палочек и потере периферического и сумеречного зрения. К сожалению, процесс дегенерации на этом не останавливается, приводя в дальнейшем в силу плохо понятных пока причин к гибели колбочек и полной потере зрения.

Существующие стратегии протезирования сетчатки, подвергшейся дегенерации вследствие RP, можно условно разделить на инструментальные и молекулярно-биологические. В первом случае, в оставшуюся после завершения дегенеративных процессов сетчатку имплантируется электронная матрица с электродами, способными стимулировать электрическим потенциалом уцелевшие ганглиозные, биполярные или иные нейрональные клетки сетчатки. Молекулярно-биологические стратегии подразумевают широкий спектр методических подходов, которые позволяют создать светочувствительную проводимость в одном из оставшихся после дегенерации клеточных типов. В рамках второго подхода, возможно, например, присоединение экзогенных светочувствительных лигандов к эндогенным каналам, а также создание химерных экзогенных светочувствительных каналов. Возможна также индукция в нефоторецепторных клетках целых трансдукционных каскадов, способных, подобно каскаду фототрансдукции в фоторецепторах, управлять проводимостью каналов плазматической мембраны. В настоящей лекции будут детально рассмотрены все вышеперечисленные варианты, а также проведена сравнительная оценка перспектив различных подходов к протезированию сетчатки.



## Хоружая Анна

Родилась в 1994 году в Железноводске. Студентка Волгоградского государственного медицинского университета (ВолГМУ), научный и медицинский журналист, научно-популярный блогер, лектор и популяризатор науки.

Автор полутора десятков научных студенческих работ. Член Совета Научного общества молодых ученых и студентов ВолГМУ, руководит пиар-отделом Совета НОМУС. Член правления Ассоциации медицинских журналистов, соавтор популярного блога медицинской истории Med\_history. Заместитель главного редактора и выпускающий редактор портала «Нейротехнологии.РФ», автор научно-популярных публикаций в изданиях «Лента.Ру», «Популярная механика», «Вокруг света», «Биомолекула», «Химия и жизнь».

### Медицина в искусстве

Хоружая А., Паевский А.

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия*

*Neuronovosti.Ru*

*Блог истории медицины, med-history.livejournal.com*

Не все знают, что многие произведения искусства имеют не только художественный и исторический, но и медицинский контекст. Произведения Боттичелли, Микеланджело, Каротто, Моне дают нам информацию о здоровье их современников и их авторов, порой становятся сами предметом для медицинского консилиума и темами медицинских конференций, а иногда и дают врачам подсказку в открытии новых болезней.

Краткий экскурс по живописи и медицине XV–XX веков для вас проведут соавторы известного в Рунете блога истории медицины Анна Хоружая и Алексей Паевский.

## Чернов Юрий Олегович

Юрий Олегович Чернов (Yury O. Chernoff) окончил Санкт-Петербургский (тогда Ленинградский) государственный университет по специальности биология в 1980 г. По окончании университета, выполнил диссертационную работу на кафедре генетики и селекции, и в 1985 г. получил степень кандидата биологических наук по специальности генетика. Проходил стажировку в Университете Окаяма, Япония и Университете Иллинойс, Чикаго, США. С 1995 г. член профессорско-преподавательского состава Технологического института Джорджии (Georgia Institute of Technology), Атланта, США (в настоящее время – профессор Факультета биологических наук и директор Центра нанобиологии дефектов макромолекулярной сборки). Как победитель конкурса на организацию лабораторий под руководством ведущих ученых, с 2013 г. также является руководителем Научной лаборатории биологии амилоидов Санкт-Петербургского государственного университета, и с 2015 г. входит в Институт трансляционной биомедицины СПбГУ. С 2007 г. – главный редактор международного научного журнала Прион (Prion), в настоящее время публикуемого издательством Taylor & Francis, Inc. В 2015 г. избран почетным членом (Fellow) Американской ассоциации содействия науке (American Association for the Advancement of Science, AAAS) за достижения в области молекулярной и клеточной биологии. Ю.О. Чернов опубликовал около 100 научных статей и имеет индекс Хирша 36 в соответствии с данными Web of Science (40 по данным Google Scholar); входит в список 100 наиболее продуктивных российских биологов на сайте ВАК.



Научные исследования под руководством Ю. О. Чернова финансируются Национальным научным фондом (NSF) и Национальными институтами здоровья (NIH) в США, а также Российским научным фондом (РНФ) и Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ) в России. Область научных интересов Ю.О. Чернова включает исследование механизмов биосинтеза, укладки и агрегации белков, амилоидных и прионовых заболеваний, и белковой наследственности, преимущественно с использованием дрожжей в качестве экспериментальной модели. Работы Ю. О. Чернова впервые продемонстрировали возникновение прионов (самовоспроизводящихся изоформ белков) при временной сверхпродукции прионо-формирующего белка, и показали роль шаперонов в воспроизведении и поддержании прионов.

## Механизмы белковой наследственности

Чернов Ю. О.

*School of Biological Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA*  
*Научная лаборатория биологии амилоидов и Институт трансляционной биомедицины,*  
*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Инфекционные белковые полимеры (прионы) вызывают нейродегенеративные заболевания у человека и животных, и контролируют наследственные признаки у дрожжей и других грибов. Прионовые полимеры представляют собой фибриллярные структуры амилоидного типа, в которых белковые молекулы соединены друг с другом в результате межмолекулярного взаимодействия идентичных бета-структур. Предсуществующий прион определяет формирование и расположение бета-структур во вновь присоединяемой молекуле, тем самым выступая в роли структурной матрицы. Таким образом, прионы могут передавать по наследству изменения белковой структуры, которые не записаны в последовательности ДНК. Первоначальное возникновение приона стимулируется временной сверхпродукцией соответствующего белка, которая приводит к образованию агрегатов и полимеризации. Размножение прионов и их передача новым организмам (при инфекции) или клеткам (при делении) обеспечивается процессом фрагментации полимеров, что приводит к возникновению олигомеров, становящихся новыми центрами полимеризации. Фрагментация прионовых полимеров в клетках дрожжей осуществляется в результате действия тех же белков-шаперонов, которые защищают клетки от агрегации белков при стрессе. Таким образом, клеточный аппарат защиты от стресса выполняет также функции аппарата репликации прионов. Другие шапероны, отвечающие за пространственную укладку вновь синтезированных белков, контролируют процессы исходного возникновения прионов и могут взаимодействовать с аппаратом воспроизведения прионов. Цитоскелетные структуры и протеолитические системы также вовлечены в эти процессы. Прионовые свойства по крайней мере некоторых белков консервированы в эволюции. Условия среды воздействуют на прионы через изменение баланса шаперонов (и других стресс-индуцируемых белков), и могут приводить как к возникновению, так и к элиминации прионов. Благодаря удобству культивирования и наличию легко детектируемых признаков, определяемых прионами, дрожжи-сахаромицеты представляют собой удобную экспериментальную модель для изучения амилоидных белков и заболеваний человека. Расшифровка механизмов возникновения и воспроизведения прионов имеет важное значение как для борьбы с амилоидными заболеваниями, так и для понимания роли белковой наследственности в адаптации организмов к условиям обитания и в эволюции.

Работа поддержана грантами MCB-1516872 (National Science Foundation), P50AG025688 (National Institutes of Health), 14-50-00069 (Российский научный фонд), 15-04-06650 (Российский фонд фундаментальных исследований) и 15.61.2218.2013 (СПбГУ).

## Юдина Анна Юрьевна

Окончила физический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Кандидат физико-математических наук, специализация в области биомедицинской визуализации (биофизика и молекулярная биология).

2003–2006 – Центр магнитной томографии и спектроскопии МГУ им. М. В. Ломоносова, Center for Molecular Imaging Research, Harvard Medical School/Massachusetts General Hospital, Boston, USA.

2007–2008 – University Medical Center Utrecht, The Netherlands.

2008–2012 – Лаборатория молекулярной визуализации: от физиологии до терапии, Université Victor Segalen Bordeaux, Bordeaux, France.

2012 – наст. вр. – Senior application Scientist, Bruker Biospin.



**Область научных интересов:** оценка доставки лекарственных препаратов *in vivo* при помощи ультразвука методами магнитно-резонансной и оптической визуализации; методы магнитно-резонансной томографии в изучении ангиогенеза и его молекулярных маркеров.

### ПЭТ–МРТ: объединяя лучшее

*Юдина А. Ю.*

*Bruker BioSpin, France*

Методы *in vivo* визуализации давно зарекомендовали себя в качестве эффективных инструментов получения данных в доклинических исследованиях. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), однофотонно-эмиссионная томография (ОЭФКТ), компьютерная томография (КТ), ультразвук (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяют успешно транслировать получаемые на модельных организмах результаты

в клиническую практику, так как эти же методы активно используются для работы с пациентами. Каждый из этих режимов дает детальную анатомическую, функциональную и молекулярную информацию об объекте исследования, однако максимальную пользу можно извлечь из их комбинирования.

Именно поэтому в настоящее время все больше внимания уделяется гибридным визуализационным платформам. К примеру, функциональную ПЭТ визуализацию традиционно комбинируют с компьютерной томографией для получения анатомических сведений о местонахождении ПЭТ-меток в организме. Вместо компьютерной томографии можно использовать магнитно-резонансную. МРТ позволяет проводить длительные исследования без дополнительной дозы излучения, а также обеспечивает лучший контраст мягких тканей, лучшую визуализацию движущихся органов, эффективное обнаружение опухолей на ранних стадиях развития, функциональную оценку моделей инфаркта и т.д.

Действительно, сочетание магнитно-резонансной (МРТ) и позитронно-эмиссионной (ПЭТ) томографии позволяет добиться великолепных результатов. Метод МРТ является золотым стандартом анатомической и функциональной визуализации, а метод ПЭТ отвечает за получение точной молекулярной информации и привносит в исследование пикомолярную чувствительность. Однако до сегодняшнего дня объединение этих двух режимов в одном приборе сталкивалось с препятствием в виде технических ограничений: детекторы ПЭТ не могли функционировать совместно с магнитом МРТ. Последние разработки компании Bruker в области технологии кремниевых фотоумножителей позволили создать ультрачувствительную интегрированную ПЭТ-МРТ платформу высокого разрешения.

Платформа PET/MR была успешно использована для исследований динамики опухоли молочной железы, дифференциация клеток субмиллиметровой глиомы, развития ишемической модели, визуализации сердечной функции на мышах и многих других приложений.

# **Страницы спонсоров**



# Сделайте анализ проще и измените будущее уже сегодня



Сбор, анализ и визуализация данных  
о клетках всего за 1 шаг.

## Система визуализации клеток Cytell

- это клеточный анализатор, сочетающий в себе  
функции цифрового микроскопа и счетчика клеток.

Позволяет анализировать клеточный цикл  
и жизнеспособность клеток и формировать отчеты  
о проведенном анализе.

Прост в использовании, достаточно мал, чтобы  
поместиться на вашем рабочем столе, и достаточно  
мощный, чтобы удовлетворить потребности самого  
опытного исследователя.



[www.gelifesciences.com/cytell](http://www.gelifesciences.com/cytell)

GE, монограмма GE являются товарными знаками General Electric Company.  
Cytell является товарным знаком General Electric Company или одного из ее  
подразделений.

© 2016 General Electric Company - все права защищены.

ООО «ДжиИ Хэлскеа», Пресненская наб., д. 10, 123317, г. Москва, Россия  
тел.: +7 (495) 739-69-31, факс: +7 (495) 739-69-32, e-mail: LSrus@ge.com

JB42996RU

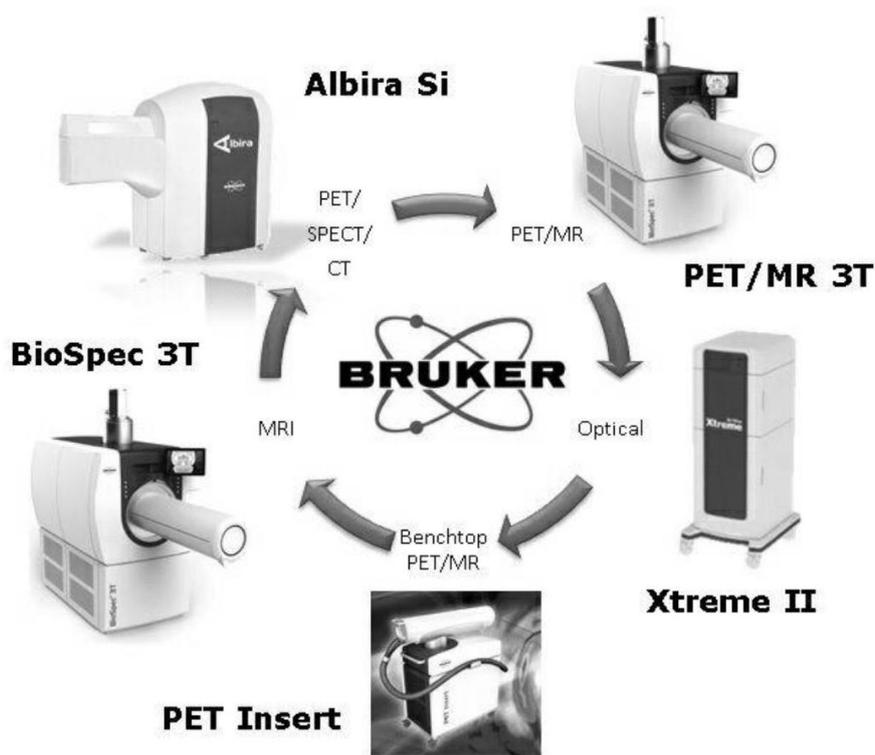
ООО «БИОГЕН-АНАЛИТИКА»

127422, г. Москва, Тимирязевская ул., д. 1, корп. 2  
+7 (499) 704 62 44, 84997046244@bga.su  
www.bga.su



## СИСТЕМЫ ДОКЛИНИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ IN VIVO

- Все существующие на сегодняшний день режимы in vivo визуализации
- Широкий спектр приложений: онкология, неврология, кардиология, изучение воспалительных процессов и инфекционных заболеваний, анатомическая и функциональная визуализации и др.



- Ультразвуковая визуализация
- Конфокальная зондовая in vivo in situ микроскопия
- Системы для вивариев и поведенческого и физиологического скрининга



Mauna Kea Technologies

