



V СЪЕЗД БИОФИЗИКОВ РОССИИ

Ростов-на-Дону, Россия

4–10 октября 2015

Организаторы

- Российская академия наук
- Отделение биологических наук РАН
- Министерство образования и науки РФ
- Научный совет РАН по биологической физике
- Национальный комитет Российских биофизиков
- Южный федеральный университет
- Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Институт биофизики клетки РАН
- Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
- Институт молекулярной биологии РАН

Организационный комитет

Рубин А.Б., чл.-корр. РАН – *сопредседатель*; *Боровская М.А.*, ректор ЮФУ – *сопредседатель*; *Узденский А.Б.*, профессор, д.б.н. – *зам. председателя*; *Иваницкий Г.Р.*, чл.-корр. РАН – *зам. председателя*; *Фесенко Е.Е.*, чл.-корр. РАН – *зам. председателя*; *Ризниченко Г.Ю.*, проф., д.ф.-м.н. – *зам. председателя*; *Штранкфельд И.Г.*, к.б.н. – *ответственный секретарь*; *Артюхов В.Г.*, проф., д.б.н.; *Бурлакова Е.Б.*, проф., д.б.н.; *Владимиров Ю.А.*, академик; *Василевский Ю.В.*, проф., д.ф.-м.н.; *Воденев В.А.*, д.б.н.; *Волотовский И.Д.*, академик НАН Белоруси; *Гительзон И.И.*, академик; *Говорун В.М.*, чл.-корр. РАН; *Готтих Б.П.*, проф., д.х.н.; *Григорьев А.И.*, академик; *Гурский Г.В.*, чл.-корр. РАН; *Гусев Н.Б.*, чл.-корр. РАН; *Дегерменджи А.Г.*, академик; *Есипова Н.Г.*, к.ф.-м.н.; *Иванов В.Т.*, академик; *Кирпичников М.П.*, академик; *Колчанов Н.А.*, академик; *Комаров В.М.*, проф., д.б.н.; *Коновалов А.И.*, академик;

Макаров А.А., академик; *Намиот В.А.*, проф., д.ф.-м.н.; *Никольский Н.Н.*, академик; *Островский М.А.*, академик; *Розанов А.Ю.*, академик; *Савитский А.П.*, проф., д.х.н.; *Скулачев В.П.*, академик; *Твердислов В.А.*, проф., д.ф.-м.н.; *Ткачук В.А.*, академик; *Туманян В.Г.*, проф., д.ф.-м.н.; *Черенкевич С.Н.*, академик НАН Беларуси; *Чизмаджев Ю.А.*, чл.-корр. РАН; *Шувалов В.А.*, академик

Программный комитет

Рубин А.Б., чл.-корр. РАН – *председатель*; *Есипова Н.Г.*, канд. физ.-мат. наук – *зам. председателя*; *Антонов В.Ф.*, проф., д.б.н.; *Атауллаханов Ф.И.*, проф., д.б.н.; *Бурлакова Е.Б.*, проф., д.б.н.; *Ванин А.Ф.*, проф., д.ф.-м.н.; *Вашанов Г.А.*, проф., д.б.н.; *Василевский Ю.В.*, проф. д.ф.-м.н.; *Владимиров Ю.А.*, академик; *Воденев В.А.*, д.б.н.; *Гельфанд М.С.*, проф. д.б.н.; *Гречкин А.Н.*, академик; *Зинченко В.П.*, д.ф.-м.н.; *Иваницкий Г.Р.*, чл.-корр. РАН; *Колесников С.С.*, проф., д.б.н.; *Комарова Л.Ф.*; *Красавин Е.А.*, проф., д.б.н.; *Крицкий М.С.*, проф., д.б.н.; *Литвин Ф.Ф.*, проф., д.б.н.; *Макеев В.Ю.*, д.ф.-м.н.; *Максимов Г.В.*, проф., д.б.н.; *Намиот В.А.*, проф., д.ф.-м.н.; *Поддубная З.А.*, проф., д.б.н.; *Ризниченко Г.Ю.*, проф., д.ф.-м.н.; *Романовский Ю.М.*, проф., д.ф.-м.н.; *Рошупкин Д.И.*, проф., д.б.н.; *Сергеев А.М.*, чл.-корр. РАН; *Слобожанина Е.И.*, чл.-корр. НАН Беларуси; *Соболев А.С.*, проф., д.б.н.; *Твердислов В.А.*, проф., д.ф.-м.н.; *Туманян В.Г.*, проф., д.ф.-м.н.; *Узденский А.Б.*, проф., д.б.н.; *Фесенко Е.Е.*, чл.-корр. РАН; *Финкельштейн А.В.*, проф., чл.-корр. РАН; *Хрущев С.С.*, старший научный сотрудник, МГУ; *Цатурян А.К.*, д.ф.-м.н.; *Черенкевич С.Н.*, академик НАН Беларуси; *Чернавский Д.С.*, проф. д.ф.-м.н.; *Шайтан К.В.*, проф., д.ф.-м.н.; *Штранкфельд И.Г.*, к.б.н.; *Ягужинский Л.С.*, проф., д.б.н.; *Яминский И.В.*, проф., д.ф.-м.н.; *Яхно В.Г.*, проф., д.ф.-м.н.

Рабочая программа

Пленарные доклады

4 октября 2015

Рубин А.Б. Проблемы современной биофизики

Узденский А.Б. Реакция клеток на фотодинамическое воздействие:

Сигнальные и эпигенетические механизмы

Владимиров Ю.А. Свободные радикалы и проблемы медицинской биофизики

Волотовский И.Д. Стволовые клетки: Биофизические механизмы

функционального контроля и прикладные аспекты

Иваницкий Г.Р. Что такое сознание и мышление с точки зрения физики?

5 октября 2015

Колчанов Н.А. Регуляторные генетические системы экспериментально-компьютерный анализ и моделирование

Гельфанд М.С. Эволюция регуляторных систем

Твердислов В.А. Хиральность как системный фактор структурообразования в молекулярной биологии

Дегерменджи А.Г. Эвристические (нейросетевые) модели и ключевые проблемы биофизики: Новые направления в биофизике водных экосистем

Березовский И.Н. Основы термостабильности белков

Шайтан К.В. Вариационные принципы механики и неравновесной термодинамики в проблеме конформационных движений и фолдинга биополимерных структур

Финкельштейн А.В. Решение парадокса Левинталя возможно на уровне формирования и упаковки вторичных структур белков

Кирпичников М.П. Бактериальный родопсин: Структура, фотохимия, оптогенетика

Ефремов Р.Г. Клеточные мембраны как стохастические динамические системы: Результаты вычислительных экспериментов

Соколова О.С. Молекулярные основы моделирования клеточной мембраны белками семейства BAR

Антонов В.Ф. Липидоцентрическая концепция пермеабилзации модельных и клеточных мембран

Соболев А.С. Как «взнуздать» нормальные процессы внутриклеточного транспорта, чтобы с их помощью доставлять в клетку то, что нужно и куда нужно?

Freiberg A.M. (Фрайберг А.) Hidden aspects of photosynthesis light harvesting

Шувалов В.А. Начальные стадии разделения зарядов в реакционных центрах фотосинтеза

Погосян С.И. Биофизические подходы к определению первичной продукции водоемов

Ризниченко Г.Ю. Кинетические, монте-карло и многочастичные модели первичных процессов фотосинтеза

6 октября 2015

Рочев Ю.А. Новые материалы в биомедицине

Морозов В.Н. Биологические нанозерозоли: Анализ, генерация, использование

Фесенко Е.Е. Биофизические подходы к криоконсервации органов и тканей

Приезжев А.В. Возможности технологии лазерных пинцетов для решения задач биофизики

Ванин А.Ф. Динитрозильные комплексы железа с тиол-содержащими лигандами – «рабочая форма» одного из важнейших представителей универсальных регуляторов биологических процессов – монооксида азота динитрозильные комплексы железа с персульфидными лигандами как соединения, обеспечивающие взаимосвязь биологического действия монооксида азота и сероворода

Гурский Г.В. Принципиально новые методы создания противовирусных препаратов

Савицкий А.П. Новые методы высокоразрешающей субдифракционной флуоресцентной микроскопии

Галль Л.Н. О роли структурирования воды в функционировании живых биологических систем

7 октября 2015

- Крицкий М.С.* Фотоника птериновых коферментов
Красновский А.А. Биопотоника синглетного молекулярного кислорода
Иванов А.В. Физико-химические механизмы регуляции окислительного стресса вирусом гепатита С
Пермяков Е.А. Кальцийсвязывающие белки: Структура, свойства, функции
Зинченко В.П. Роль ГАМК-ергических нейронов, содержащих Ca^{2+} -связывающие белки, в регуляции спонтанной синхронной активности нейронов мозга
Максимов Г.В. Состояние миелина при возбуждении нервного волокна
Воденеев В.А. Электрические сигналы у высших растений: Механизмы генерации и распространения
Булычев А.А. Мембранный транспорт и передача сигналов в растительной клетке при локальном световом и механическом воздействиях

8 октября 2015

- Лахно В.Д.* Перенос энергии и заряда в одиночных молекулах ДНК. Нанобиоэлектроника
Нечипуренко Д.Ю. Расщепление ДНК как механохимическое явление
Цатурян А.К. Молекулярные механизмы сокращения поперечно-полосатых мышц и его регуляции
Гусев Н.Б. Малые белки теплового шока и проблема регуляции мышечного сокращения
Намиот В.А. Дальнодействующие взаимодействия и принципы молекулярного узнавания на разных уровнях строения биосистем
Соловьёва О.Э. Моделирование миокарда: От клетки до органа
Василевский Ю.В. Персонализированная вычислительная оценка фракционированного резерва кровотока
Гурия Г.Т. Биофизика свёртывания крови

9 октября 2015

- Медвинский А.Б.* Хаос в динамике популяций: Математические модели и реальность
Романовский Ю.М. Динамика и энергетика внутринейронного транспорта
Яхно В.Г. Моделирование процессов распознавания и восприятия сигналов в живых системах
Айдаркин Е.К. Пассивное ожидание и межсенсорное взаимодействие
Попов И.А. Новые масс-спектрометрические подходы к исследованию структуры и конформаций биомолекул с использованием изотопного обмена в атмосферных условиях
Галзитская О.В. Определение величины ядра сворачивания амилоидной

протофибриллы из концентрационной зависимости длительности лаг-фазы и времени последующего роста протофибрилл
Коновалов А.И. Образование наноассоциатов – фундаментальная основа проявления физико-химических и биологических свойств высокоразбавленных водных растворов

УДК 577

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА НА V СЪЕЗДЕ БИОФИЗИКОВ РОССИИ

Г. Ю. Ризниченко¹, Ю. М. Романовский²

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет

Дан краткий обзор докладов, озвученных на V Съезде биофизиков России (4–10 октября 2015, Ростов-на-Дону), в которых результаты получены с применением методов нелинейной динамики. В частности, продемонстрированы большие возможности теоретической молекулярной динамики, исследующей взаимодействие не только отдельных молекул, но и сложных молекулярных комплексов. Широко представлены стохастические методы для получения новых результатов в нейродинамике молекулярных моторов. Обсуждаются новые экспериментальные методы, которые позволяют проследить динамику биомолекул. Полное представление о состоянии биофизики в России можно получить из двухтомных трудов Съезда, представленных на его сайте.

Ключевые слова: Динамика биологических макромолекул, биологическая подвижность, трансформации энергии, экологическая биофизика, нейродинамика.

История Съездов биофизиков России такова:

- I Съезд – начало 1980-х годов, Москва, МГУ
- II Съезд – 1999 год, Москва
- III Съезд – 2007 год, Воронеж
- IV Съезд – 2012 год, Нижний Новгород
- V Съезд – 2015 год, Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет.

Информацию, в том числе и тезисы докладов II–V Съездов, можно найти в Интернете. Всего было озвучено 750 докладов, из них 50 пленарных.

В работе Съезда приняли участие более 500 биофизиков из всех ведущих научных центров России, а также ученые стран СНГ. Оргкомитет V Съезда возглавлял заведующий кафедрой биофизики биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, председатель Межведомственного Научного совета по биофизике, член корреспондент РАН А.Б. Рубин. Огромный вклад в формирование программы Съезда внесла Ученый секретарь Наталья Георгиевна Есипова. Основные научно-организационные проблемы Съезда легли на плечи Ростовского Оргкомитета (в большинстве своем молодежного) во главе с профессором А.Б. Узденским, благодаря стараниям которого Съезд прошел успешно.

Приведем здесь типичную для всех съездов рубрику направлений Съезда в Ростове-на-Дону.

- Структура и динамика белков и их комплексов;
- Структура и динамика нуклеиновых кислот и их комплексов;
- Биофизика клетки. Мембранные процессы;
- Биологическая подвижность. Молекулярные моторы;
- Механизмы трансформации энергии: митохондрии, фотосинтез;
- Биофизика сложных систем;
- Медицинская биофизика;
- Фотобиология. Биофотоника;
- Действие физико-химических факторов на биологические системы;
- Экологическая биофизика;
- Нейродинамика и нейробиология;
- Биоинформатика и системная биология;
- Новые методы в биофизических исследованиях;
- Биофизика одиночных молекул. Нанобиотехнологии;
- Биофизическое образование.

Биофизика является междисциплинарной, чрезвычайно быстро развивающейся областью науки, развитие которой напрямую связано с бурным ростом возможностей методов экспериментальных исследований и информационных технологий. На V биофизическом съезде звучали доклады, отражающие современные достижения фундаментальной науки в понимании того, как физические законы взаимодействия реализуются в живых системах. Также было много докладов, посвященных применению биофизики в медицине, биотехнологии, при создании новых энергопреобразующих устройств, в экологическом мониторинге и других областях.

Как в пленарных докладах, так и в докладах и дискуссиях большинства секций возникали вопросы, связанные с нелинейными пространственно-временными процессами в живых системах. Осмысление жизни становится все более «нелинейным». Как правило, предметом обсуждения являлись соответствующие математические модели. Перечислим названия пленарных докладов, в которых наряду с проблемами стохастических методов нелинейные проблемы выходили на первый план [1].

- *Иваницкий Г.Р.* Что такое сознание и мышление с точки зрения физики?
- *Намиот В.А.* Дальнодействующие взаимодействия и принципы молекулярного узнавания на разных уровнях строения биосистем
- *Шайтан К.В.* Вариационные принципы механики и неравновесной термодинамики в проблеме конформационных движений и фолдинга биополимерных структур
- *Ефремов Р.Г.* Клеточные мембраны как стохастические динамические системы: результаты вычислительных экспериментов
- *Ризниченко Г.Ю.* Кинетические, монте-карло и многочастичные модели первичных процессов фотосинтеза
- *Зинченко В.П.* Роль ГАМК-ергических нейронов, содержащих Ca^{2+} -связывающие белки, в регуляции спонтанной синхронной активности нейронов мозга
- *Цатурян А.К.* Молекулярные механизмы сокращения поперечно-полосатых мышц и его регуляции
- *Соловьёва О.Э.* Моделирование миокарда: От клетки до органа
- *Гурия Г.Т.* Биофизика свёртывания крови

- *Барцев С.И.* Эвристические (нейросетевые) модели и ключевые проблемы биофизики
- *Романовский Ю.М.* Динамика и энергетика внутринейронного транспорта
- *Яхно В.Г.* Моделирование процессов распознавания и восприятия сигналов в живых системах
- *Медвинский А.Б.* Хаос в динамике популяций: Математические модели и реальность
- *Атауллаханов Ф.И.* Молекулярные моторы
- *Чернавский Д.С., Чернавская О.Д.* Сопоставление некоторых теоретических подходов к моделированию мышления

Доклады о происхождении и функционирования мышления и сознания (авторы Г.Р. Иваницкий, Д.С. Чернавский, В.Г. Яхно) носили обзорный характер. Слишком сложная материя – мышление, чтобы представить конкретные математические модели за 30 мин, отведенные на каждое сообщение. Однако и в этих докладах были представлены блочные иерархические системы, описание которых с необходимостью требует применения нелинейных моделей. Г.Р. Иваницкий подчеркивает значение сложных автоволн, которые связывают физиологические процессы в глии и коре головного мозга. В иерархической системе Д.С. Чернавского важнейшую роль играют блоки формирования «символа» из «образа». Этот подход эквивалентен формированию «когов» (термин К.В. Анохина), связанных между собой. Главным положением доклада В.Г. Яхно является существование «определяющего признака живой системы, связанного с интерпретацией распознающей системой входного сигнала и использования этой интерпретации для оптимизации ее текущего состояния на основе прошлого опыта». Все три доклада снабжены ссылками на публикации, в которых представлены конкретные модели отдельных уровней рассматриваемых систем.

В группе докладов Ю.М. Романовского, К.В. Шайтана, Ф.И. Атауллаханова представлены модели кинезина, миозина V, динеина, тубулиновых микротрубочек, образования структуры биополимеров с привлечением понятия энергетического ландшафта. А.К. Цатурян рассказал о новых экспериментах с исследованием тропомиозина в работе мышц и созданием уточненной механической модели мышечного сокращения.

А.Б. Медвинский представил обобщенные модели динамики водных популяций планктона, появления хаотических режимов в его существовании и обсудил проблемы, связанные с концепцией «жизни на грани хаоса». В докладе А.Г. Дергерменджи представлены иерархические модели процессов в экологических водных системах.

Широко обсуждались проблемы преобразования энергии при фотосинтезе на разных уровнях организации живых систем, начиная от процессов преобразования энергии в фотосинтетической мембране (пленарные доклады В.А. Шувалова, А. Фрайберга, Г.Ю. Ризниченко) до уровня биофотореакторов и экосистем (С.И. Погосян), этим же проблемам были посвящены заседания секции.

Важным современным направлением биофизических исследований является молекулярное моделирование, развитие которого связано с бурным развитием возможностей вычислительной техники и накоплением экспериментальных знаний об организации живых систем на молекулярном и субклеточном уровне. Моделирова-

ние процессов в системах, состоящих из сотен тысяч атомов (молекулярная динамика), более крупных субъединиц (крупнозернистое моделирование), или ансамблей биомакромолекул (многочастичное броуновское моделирование) требует при проведении вычислительного эксперимента с привлечением суперкомпьютеров и новых подходов к организации вычислений. Применение гибридной архитектуры с параллельным использованием сотен графических процессоров позволяет производить компьютерные эксперименты на системах, содержащих 10^4 – 10^5 аминокислот для временных диапазонов 30–60 мс, характерных для биологически значимых процессов (ферментативный акт). Вопросы компьютерного моделирования обсуждались в пленарных докладах К.В. Шайтана, Р.Г. Ефремова, Г.Ю. Ризниченко, Ф.И. Атауллеханова и на секциях. Важной особенностью молекулярной динамики многоатомных молекул является сочетание их броуновского движения и нелинейного взаимодействия при встречах. При этом учитывается их конфигурация, распределение парциальных зарядов и перенос зарядов между ними.

Во многих секционных докладах присутствуют модели нелинейных процессов в мембранных насосах-переносчиках ионов в мышечных структурах в мозге и в отдельных клетках и органах (см., например, доклады О.А. Кофановой, С.Е. Бороновского, Я.Р. Нарциссова и О.Д. Чернавской, Д.С. Чернавского). Описаны экспериментальные методы с применением лазерных ловушек. Одним словом, специалистам «нелинейщикам» весьма полезно ознакомиться с двухтомным сборником тезисов V Съезда биофизиков России [1,2], изданным Южным федеральным университетом и представленным также на сайте Съезда.

В рамках Съезда состоялся Круглый стол (ведущий – заведующий кафедрой биофизики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова В.А. Твердислов), посвященный проблемам биофизического образования, в котором было особо рекомендовано уделять больше внимания математическому моделированию, в том числе нелинейным моделям. С интересными конструктивными предложениями выступили руководители кафедр биофизики Воронежского государственного университета В.И. Артюхов, Сибирского федерального университета В.А. Кратасюк, Медицинской академии имени И.М. Сеченова В.Ф. Антонов, профессор Краснодарского агротехнического университета Г.А. Плутахин и др. Выступающие рассказали о своих подходах к преподаванию биофизики с учетом специфики вуза и уровня подготовки студентов. Распространение биофизических подходов и методов в самых разных областях науки и производства требует повышения уровня биофизического образования не только в университетах, но и в медицинских, агротехнических и технических вузах, имеющих специализацию «биотехнология».

Библиографический список

1. V Съезд биофизиков России. Ростов-на-Дону, 4–10 октября 2015. Материалы докладов: В 2-х томах. Том 1. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015.
2. V Съезд биофизиков России. Ростов-на-Дону, 4–10 октября 2015. Материалы докладов: В 2-х томах. Том II. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015.

Поступила в редакцию 23.11.2015

NONLINEAR DYNAMICS AT THE V CONGRESS OF BIOPHYSICISTS OF RUSSIA

*G. Yu. Riznichenko*¹, *Yu. M. Romanovsky*²

¹Biological Department, Lomonosov Moscow State University

²Physical Department, Lomonosov Moscow State University

A brief review of reports at the V Congress of Biophysicists of Russia (Rostov-on-Don, 4–10 October 2015) is presented in which the results are based on the methods of nonlinear dynamics. Stochastic methods are widely represented obtaining new results in neurodynamics and theory of molecular motors. Molecular dynamics simulations include now not only dynamics of separate molecules, but complex molecular systems like ion channels incorporated in lipid membrane. The full picture of the state of biophysics in Russia can be obtained from the two volume Proceedings of the V Congress of Biophysicists of Russia which is laid out on its website.

Keywords: Dynamics of biological macromolecules, biological mobility, energy transformation, ecological biophysics, neurodynamics.

References

1. V Congress of Biophysicists of Russia. Rostov-on-Don, 4–10 October 2015. Tezisy: In 2 volumes. Rostov-on-Don: Publishing Department of the Southern Federal University, 2015. Vol. 1. (In Russian).
2. V Congress of Biophysicists of Russia. Rostov-on-Don, 4–10 October 2015. Tezisy: In 2 volumes. Rostov-on-Don: Publishing Department of the Southern Federal University, 2015. Vol. II. (In Russian).



Ризниченко Галина Юрьевна – родилась в Москве (1946), окончила физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (1972), доктор физико-математических наук. Профессор кафедры биофизики биологического факультета МГУ, зав. сектором информатики и биофизики сложных систем. Автор учебника «Лекции по математическим моделям в биологии» (2002, 2011) и более 10 учебных пособий и монографий. Большинство научных работ посвящено моделированию первичных процессов фотосинтеза. Председатель оргкомитета ежегодных междисциплинарных конференций «Математика. Компьютер. Образование».

119992 Москва, ГСП-2, Ленинские горы д. 1, стр. 12, МГУ
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: riznich@biophys.msu.ru



Романовский Юрий Михайлович – родился в 1929 году, окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (1952), доктор физико-математических наук, заслуженный профессор МГУ. В настоящее время – профессор физического факультета МГУ. Автор 10 монографий, посвященных проблемам динамики нелинейных систем и математической биофизике, 3 из них переведены за рубежом. Автор или соавтор 6 книг, посвященных истории физики или судьбе известных ученых-физиков.

119991 Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, МГУ
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: yuromanovsky@yandex.ru