

Двадцать восьмая международная конференция

**МАТЕМАТИКА
КОМПЬЮТЕР
ОБРАЗОВАНИЕ**

Симпозиум с международным участием

**Биофизика сложных систем
Вычислительная и системная биология
Молекулярное моделирование**

Под редакцией

Г.Ю. Ризниченко и А.Б. Рубина

Тезисы

Выпуск 28



Москва ♦ Ижевск

2021

ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МАТЕМАТИКА \diamond КОМПЬЮТЕР \diamond ОБРАЗОВАНИЕ

Пушино, 25–30 января 2021 г.

XII ОБЩЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И СИСТЕМНАЯ БИОЛОГИЯ. МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Организаторы Конференции:

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Пушкинский центр биологических исследований РАН, Государственный университет «Дубна», Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ, г.Дубна), Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, Национальный комитет российских биофизиков РАН, Межрегиональная общественная организация «Женщины в науке и образовании».

Международный Научный Комитет:

Н.В. Аммосова, Н.В. Белотелов, Е.В. Борисова, А.Р. Браже, А.Е. Варшавский, Н.А. Винокурова, Г.Т. Гурия, Н.Г. Есипова, Р.Г. Ефремов, Г.Р. Иваницкий, В.И. Заляпин, В.Е. Карпов, И.Б. Коваленко, А.В. Коганов, В.М. Комаров, В.В. Кореньков, В.Д. Лахно, А.И. Лобанов, Е.И. Маевский, Г.Г. Малинецкий, Н.А. Митин, А.М. Нестеренко, Т.Ю. Плюснина, А.А. Полежаев, О.Е. Пыркина, Ж.М. Раббот, Г.Ю. Ризниченко, Ю.М. Романовский, А.Б. Рубин, М.Ю. Сидорова, А.А. Сорокин, П.Н. Сорокин, Е.А. Солодова, Т.А. Стриж, Ю.Ю. Тарасевич, А.Ю. Трифонов, В.Г. Туманян, Л.А. Уварова, М.Н. Устинин, Е.Я. Фрисман, Д.В. Фурсаев, М.Г. Хренова, Е.Н. Черемисина, А.И. Чуличков, А.К. Шайтан, А.В. Шаповалов, А.В. Шатров, Г.Н. Яковенко, Л.В. Якушевич (Россия), W. Ebeling, R. Pose (Германия), В.А. Шлык (Беларусь), С.В. Беспалова, Н.Д. Гернет, С.В. Чернышенко (Украина).

Оргкомитет:

Галина Юрьевна Ризниченко – Председатель Оргкомитета МКО, профессор Московского государственного университета, председатель правления Межрегиональной общественной организации «Женщины в науке и образовании» (г. Москва);

Андрей Борисович Рубин – Председатель Оргкомитета Симпозиума «Биофизика сложных систем: вычислительная биология и молекулярное моделирование», член-корр. РАН, профессор, зав. кафедрой биофизики биологического факультета Московского государственного университета (г. Москва);

Владислав Михайлович Комаров – сопредседатель (Институт биофизики клетки РАН, г. Пушино);

Ответственный секретарь – *Полина Викторовна Фурсова, Сергей Сергеевич Хрущёв*;

А.М. Абатурова, Т.П. Гончарова, А.Н. Дьяконова, Д.В. Зленко, Е.В. Кочеткова, Л.Н. Краснополяская, И.Б. Коваленко, Ю.Д. Нечипуренко, Т.Ю. Плюснина, В.А. Сочинко, В.А. Федоров.

Адрес Оргкомитета: 119234, Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 12, МГУ, Биологический ф-т, кафедра биофизики, тел.: (495) 939-02-89, факс: (495) 939-11-15,

E-mail: mce@mce.su, сайт: www.mce.su.

Секции

S1. Математические теории

S2. Вычислительные методы и математическое моделирование

S3. Анализ сложных биологических систем. Эксперимент и модели

S4. Социально-экономические исследования

S5. Гуманитарное и естественно-научное образование

S6. Музей в современном мире

R1. Русский научный язык

ISBN 978-5-4344-0924-7

© Межрегиональная общественная организация «Женщины в Науке и Образовании», 2021

Дорогие коллеги и друзья!

Мы приветствуем Ваше участие в XXVIII Международной конференции «Математика. Компьютер. Образование», XII Общероссийском симпозиуме «Биофизика сложных систем» и IV Общероссийском семинаре «Русский научный язык».

Традиционно наши конференции проходят ежегодно в подмосковных наукоградах – Дубне (Университет «Дубна» и Объединенный институт ядерных исследований) и Пушкино (Центр биологических исследований), в 2021 – очередь Пушкино. Хотя из-за пандемии COVID-19 мы провели МКО-XXVIII в дистанционном формате, московский Оргкомитет готовил конференцию совместно с коллегами из Пушкино, за что благодарим наших пушкинских коллег от имени всех участников конференции.

Конференции «Математика. Компьютер. Образование» являются междисциплинарными и научно-образовательными, за прошедшие годы в них приняли участие тысячи ученых, профессоров и преподавателей вузов, школьных учителей, студентов, аспирантов, старших школьников, деятелей науки и культуры, представителей администрации. По представленным на наших конференциях результатам защищены сотни кандидатских и десятки докторских диссертаций.

По материалам каждой конференции мы печатаем сборник тезисов, который проходит научное рецензирование. После конференции выходит сборник статей, отобранных по материалам докладов на секции «Анализ и моделирование в экономике и социологии». Избранные статьи по материалам конференции, тематика которых связана с математическим моделированием в разных областях знания, после прохождения рецензирования печатаются в журнале «Компьютерные исследования и математическое моделирование». Журнал выходит с 2009 года, шесть номеров в год, включен в список ВАК, публикационные базы РИНЦ и Scopus, представлен в открытом доступе на сайте <http://crm.ics.org.ru/>.

Программа конференции была традиционной: пленарные доклады, лекции, круглые столы, секционные заседания. На некоторых секциях были даже стендовые доклады в дистанционном формате. Благодаря дистанционному формату мы смогли послушать лекции специалистов, работающих в Англии, США, Литве, Казахстане. Вообще среди участников было много людей из других городов и стран. На вечерних заседаниях участники конференции активно обсуждали актуальные для всех нас вопросы сегодняшнего дня: дистанционное образование, недостатки и преимущества on-line конференций и семинаров. Сформировалось общее мнение о том, что конференции МКО надо проводить в гибридном формате – очное присутствие и трансляция с возможностью задавать вопросы и участвовать в дискуссии дистанционно.

По результатам обсуждения участники 28-й конференции «Математика. Компьютер. Образование» согласовали позицию в понимании основных направлений и задач дальнейшего развития науки и образования в России, и выработали предложения Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации, Правительству Российской Федерации, Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральной службе по контролю и надзору в сфере образования, которые мы публикуем в этом сборнике.

В сборник тезисов МКО-XXVIII не вошли тезисы многих пленарных докладов и выступлений на круглых столах, однако на сайте <http://www.mce.se/> в разделе «МКО-2021 – Программа» Вы найдете их видеозаписи. Мы благодарим всех участников – авторов тезисов, руководителей секций за отбор и рецензирование тезисов, Сергея Сергеевича Хрущева за подготовку сборника, издательство РХД за многолетнее сотрудничество по публикации тезисов и трудов МКО и изданию журнала «Компьютерные исследования и моделирование».

Мы благодарим всех участников конференции МКО-XXVIII за интересные доклады, плодотворные дискуссии, и за то, что несмотря на дистанционный формат, нам удалось сохранить атмосферу дружеского общения, которая была, и, надеемся, всегда будет отличительной чертой наших конференций независимо от того, проходят они в Пушкино, в Дубне, или on-line.

До встречи следующей зимой в наукограде Дубна на берегу Волги, (или on-line).

Председатель Оргкомитета
Профессор Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова
Председатель Правления
Межрегиональной Общественной организации
«Женщины в науке и образовании»

Галина Юрьевна Ризниченко

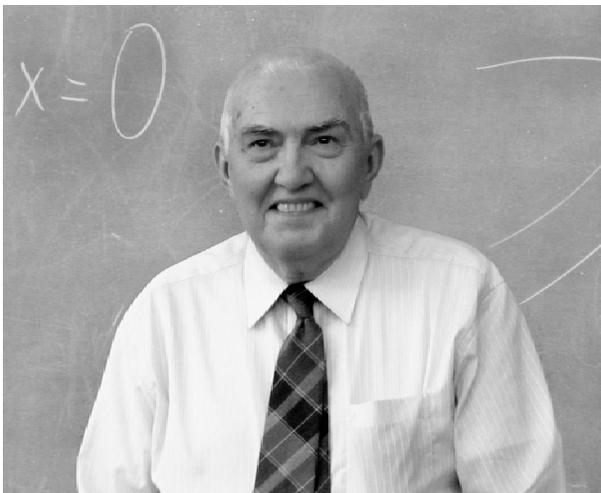
Памяти Николая Христовича Розова	6
Стратегия и тактика развития науки и образования в России	8

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Пленарные заседания	12
S1. Математические теории	17
S2. Вычислительные методы и математическое моделирование	18
S3. Анализ сложных биологических систем: эксперимент и модели	21
S4. Социально-экономические исследования	26
S5. Гуманитарное и естественно-научное образование	28
S6. Музей в современном мире	30
R1. Культурное пространство России. Русский научный язык	32

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

S1. Математические теории	33
S2. Вычислительные методы и математическое моделирование	41
S3. Анализ сложных биологических систем: эксперимент и модели	
Вычислительная и системная биология	81
Молекулярное моделирование.....	97
Медицинская и радиационная биофизика	121
S4. Социально-экономические исследования	
Анализ и моделирование социально-экономических процессов	131
Математические методы в экономике и социологии (эконофизика и социофизика).....	151
S5. Гуманитарное и естественно-научное образование	159
S6. Музей в современном мире	193
R1. Культурное пространство России. Русский научный язык	201
Авторский указатель	208



Николай Христович Розов

20 февраля 1938 – 2 ноября 2020

2 ноября 2020 года скоропостижно скончался доктор физико-математических наук, профессор кафедры дифференциальных уравнений механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, член-корреспондент РАО, декан факультета педагогического образования Николай Христович Розов.

Николай Христович Розов стоял у истоков нашей конференции «Математика. Компьютер. Образование», которая в январе 2021 года проводилась уже в двадцать восьмой раз.

Именно Николай Христович организовал секцию «Компьютеры в образовании», самую активную и многочисленную тогда, в начале 90-х, ведь компьютеризация образования только начиналась. И для преподавателей вузов, и для школьных учителей было очень важно, как профессор мехмата, крупный математик, непререкаемый авторитет в области теории дифференциальных уравнений видит будущую роль информационных технологий в обучении школьников и студентов. Николай Христович,

«чистый математик», издалека казался участникам нашей конференции неким небожителем, он занимался детерминированным хаосом и прочими непонятными большинству обыкновенных людей заумными темами. А вблизи, как руководитель секции и при личном общении при всей своей «заоблачной квалификации» оказывался милым человеком, чутким советчиком, вникающим в педагогические и человеческие проблемы. У него в глазах всегда, даже когда он говорил на самые серьезные и животрепещущие темы, светилась задорная смешинка. Как будто он, с необыкновенной добросовестностью и даже со страстью принимая участие во всех наших земных делах, в действительности знал какую-то высшую правду и во всех наших страстях и заботах, и своих тоже, видел что-то по-доброму забавное.

Когда Николай Христович стал деканом факультета педагогического образования МГУ, он не мог уже столько времени и сил уделять нашим конференциям. Но если ему с женой Инной удавалось приехать на конференцию, Николай Христович делал пленарные доклады и принимал самое активное участие в заседаниях секций. Они всегда приезжали накануне открытия, и перед заседанием секции Николай Христович добросовестно прочитывал все тезисы. Члены секций «Математические теории» и «Образование» всегда удивлялись точности и глубине вопросов, которые он задавал докладчикам.

Николай Христович прекрасно понимал все реалии сегодняшнего дня. И в то же время был идеалистом. Он полагал, что математик должен не только размышлять об отвлеченных теоретических проблемах в башне из слоновой кости, но и нести знания в массы. Он считал, что математика, и вообще наука, может сделать человека лучше. И делал для этого все, что он считал нужным и мог сделать. Факультет педагогического образования — его главное детище на этом пути, и наши «Математика. Компьютер. Образование» тоже из этой серии. Идеи Николая Христовича и его подвижническая деятельность — с нами, и ему — наша вечная благодарность.

«Не говори с печалью: нет, но с благодарностью: было».

Галина Юрьевна Ризниченко,
председатель оргкомитета ежегодных научно-образовательных конференций
«Математика. Компьютер. Образование», профессор биологического ф-та МГУ

Стратегия и тактика развития науки и образования в России

*Предложения участников 28 конференции
«Математика. Компьютер. Образование»
Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации,
Правительству Российской Федерации,
Министерству науки и высшего образования Российской Федерации,
Федеральной службе по контролю и надзору в сфере образования.*

Пандемия коронавируса приведет, очевидно, к деглобализации, централизации управления в каждой стране, стимулирует ориентацию на цифровизацию. В этих условиях возрастает роль органов управления в выборе и реализации эффективной политики, способствующей обеспечению национальной безопасности, долгосрочному социально-экономическому и научно-технологическому развитию. Для будущего страны особенно важно развитие человеческого капитала. В условиях недостаточного финансирования образования, науки и здравоохранения, в сравнении со многими странами, следует отказаться от слепого копирования инноваций, вводимых за рубежом с целью экономии.

Нельзя говорить о цифровой экономике, искусственном интеллекте при отсутствии собственного производства компьютеров. Цифровизация в России сможет быть реализуемой и эффективной только при восстановлении обрабатывающей промышленности, в первую очередь, машиностроения. Должно быть обеспечено ускоренное восстановление станкостроения, роботостроения, электронной промышленности и др., интенсифицирована подготовка отечественных кадров для этих направлений. Неподготовленная цифровизация сферы услуг, образования, здравоохранения, финансов будет связана с обострением социальных проблем, причем для России масштабы этих проблем будут значительными.

Особое внимание необходимо уделить рискам дистанционного обучения, учитывая ухудшение здоровья учащихся и снижение качества образования на всех его ступенях. Вынужденность работы в режиме онлайн при эпидемии коронавируса выявила много проблем при использовании ИКТ. Кроме того резко возрастает основная угроза – создание электронного концлагеря, на которую указывают представители общественных организаций и церкви и которая уже вызывает недовольство населения и может привести к социальному взрыву.

Проблемой для российской науки является негативная тенденция сокращения числа исследователей, отличная от общемировой тенденции роста научного потенциала. Необходимо стимулировать вложения в сферу НИОКР путем использования стандартных видов льгот: налоговый кредит; ускоренные нормы амортизации оборудования; вычет текущих расходов на НИОКР из облагаемого налогом дохода; скидка в форме налогового кредита на прирост НИОКР; скидки с налога на прибыль компаниям, заключающим контракты на проведение НИОКР с академическими организациями. Концентрация деятельности и финансовых ресурсов ученых и инженеров в сложившихся научно-исследовательских организациях РАН, отраслевых НИО, КБ и заводской науки, а также вузов, накопивших опыт проведения НИОКР.

СТРАТЕГИЯ развития научного потенциала (ориентация на точные, естественные, инженерные, экономические направления подготовки в вузах).

- ✓ Подготовка исследователя, знакомого с современным состоянием науки и её приложений, способного творчески интерпретировать и применять теоретические положения для анализа существующих и создания новых научных направлений и прикладных технологий.
- ✓ Высокий уровень формирования компетенций производственной деятельности, основанных на глубинной связи фундаментальной науки и базирующимися на этой связи прикладными технологиями.
- ✓ Готовить в вузах России не пользователя для зарубежных технологий, но творца своих уникальных разработок.

ТАКТИКА.

1. Интенсифицировать научную деятельность преподавателей ВУЗов за счет создания разумного баланса между учебной и научно-исследовательской работой. Предоставить возможность заниматься наукой, за счет кардинального (на правовых основаниях, а не по желанию руководителей подразделений) снижения штатной учебной нагрузки.

2. Уделяя основное внимание прорывным направлениям исследований, не обделять и другие направления. Вторые могут казаться малоперспективными сегодня, но они могут стать ключевыми в будущем, причём не совсем отдалённом. Наука страны должна развиваться по всем фронтам.

3. Рационально сочетать бюджетное и грантовое финансирование науки, учитывая, что распределение денег по грантам как из российских, так и из зарубежных источников может иметь субъективный аспект или политический подтекст.

4. Анализ мнений зарубежных и отечественных экспертов подтверждает необходимость осторожного использования наукометрических показателей для оценки результативности научной деятельности. Целесообразно в качестве определяющих показателей использовать: экспертные оценки результатов работ после окончания темы; оценку соответствия выбранного направления конкретным народно-хозяйственным приоритетам; число выступлений сотрудников на конференциях (международных и всероссийских) и проведение конференций, семинаров с участием приглашенных ученых и специалистов; преподавание, заведование кафедрами в вузах, выпуск аспирантов с защитой диссертации, руководство дипломными работами студентов; выполнение заданий государственных и ведомственных органов. Следует учитывать не только число статей и ссылок на них, но также публикацию статей, содержащих новые научные результаты, оцениваемые экспертно. Этого можно достичь коллегиальным обсуждением, качественным рецензированием публикаций в специализированных научных журналах. При этом нельзя проводить ежегодный подсчет числа статей и, тем более, требовать увеличения темпов роста, — высококачественные работы, монографии, как правило, требуют больших затрат времени, т.е. оценивать работу в среднем за 3–5 лет.

Необходимо уменьшить перевес оценки эффективности научных результатов в сторону критериев, связанных с публикациями исключительно в зарубежных журналах, в большинстве своем платных (!). Более того, статья, посылаемая в иностранный журнал, попадает к рецензентам, которые

а) могут не оценить новаторскую работу,

б) дать негативный отзыв, если российские учёные конкурируют с работой рецензента,

в) отвергнув статью, использовать её идеи в своих интересах.

На фоне возросшей русофобии придирки к российским статьям значимо увеличились по сравнению с советским временем.

Предложения: повысить ценность публикации в российских журналах при их учете в эффективных контрактах (дорожных картах), публиковать часть статей в российских журналах (но не все!) на английском языке. Одновременно увеличить штат высококвалифицированных переводчиков научных текстов на английский язык и повысить им оплату труда. Если чиновникам от науки нужны формальные критерии, они могут ориентироваться на базу РИНЦ-ядро, РИНЦ и портал e-library.

5. В последнее время в СМИ на слуху находятся в основном молодые учёные, и создаётся впечатление, что учёные старшего возраста мало что дают отечественной науке. Это отношение проникло в умы молодых и приводит, в ряде случаев, к неуважению, к незнанию истории отечественной науки и потере традиций научного исследования. Без эффективной работы научных школ, передачи знаний опытных учёных, без глубокого личного взаимодействия – научная молодёжь рискует впасть в дилетантизм, поверхностность, формализм восприятия исследуемых объектов и явлений.

6. Восстановить систему реального повышения квалификации преподавателей ВУЗов. Реализовать оплачиваемую возможность не реже одного раза в пять лет посещать ведущие учебные и/или научные учреждения, как в нашей стране, так и за рубежом, для знакомства с современным состоянием науки и образования.

7. Пересмотреть существующую конкурсную систему избрания на должность, которая морально устарела и не отвечает своему первоначальному назначению, но дает возможность чиновникам от образования держать преподавателя на «коротком поводке». Если первичный конкурс на занятие должности еще может быть полезен, то все последующие в лучшем случае формальны, а в худшем - оскорбительны и бесполезны.

8. Восстановить пяти-шестилетний срок обучения в ВУЗе (специалитет), дающий возможность выпускнику ВУЗа в добавленное (по сравнению с бакалавриатом) время, (как правило, отведенное на практику и подготовку дипломной работы), комплексно переосмыслить основные теоретические положения изученных курсов и осуществить синтез понятия, называемого специализацией. Это особенно важно для университетов по направлениям, выпускники которых потенциально могут найти работу педагога-предметника в системе общего образования. В настоящее время для устройства на должность учителя школы после окончания бакалавриата, необходимо получить двухгодичную дополнительную подготовку (платную!) или закончить магистратуру. При этом, в городских школах, не говоря уже о районных и деревенских, существует значительное число вакансий (учителей математики, физики, русского и иностранных

языков, химии, биологии, истории и т.д.). Это число вакансий в период пандемии коронавируса существенно возросло, а заполнить их нечем. Повсеместно практикуется совмещение математики и географии, физики и истории и т.д.

9. При разработке государственных образовательных стандартов следующего поколения предусмотреть возможности корректировки и пересмотра учебных планов в части перераспределения академической нагрузки между блоками учебных дисциплин, например, увеличить число аудиторных занятий по математике (в связи со снижением качества абитуриентов); включить в штатную нагрузку преподавателей общенаучных дисциплин проверку контрольных работ, проведение консультаций, дополнительных занятий, кружковой и научно-исследовательской работы, получив временной и почасовой резерв за счет выведения часов, отводимых на физическую культуру за штат учебной нагрузки студентов. Стимулировать занятия студентами физкультурой и спортом с различным уровнем готовности, например, по медицинским показаниям, во внеурочное время путем открытия секций, тренажерных и фитнес-залов, отражая личностные достижения каждого в приложении к диплому, как факультативный курс.

10. Предоставить университетам и факультетам утраченные в настоящее время академические привилегии, в большинстве своем связанные с выборностью руководства коллективом сотрудников. Бездумное (а иногда и бессмысленное) механическое смешение различных направлений подготовки, факультетов и кафедр в «институты» и «высшие школы» с назначаемыми (а не избираемыми) руководителями, конечно, дает возможность чиновникам от науки и образования эффективно влиять на учебный и научный процессы, но приводит к деградации этих процессов с содержательной точки зрения.

11. Учитывая большое время, которое проводят в интернете подростки и молодёжь, целесообразно провести квалифицированное исследование влияния на нервную систему человека современных средств введения рекламных окон в контент сайтов. Есть опасения, что внезапные измерения текста на экране, или скачкообразная переконпоновка текста, при длительной работе имеют весьма негативные последствия. Если будет получено строгое медицинское и психологическое подтверждение этих опасений, то следует принять меры к устранению подобной практики.

Образование и наука – это не ответ на вопрос, какую гайку каким ключом следует заворачивать. Это – понимание основных закономерностей эволюции избранного направления деятельности и обретенные за время учебы умения пополнения своего профессионального багажа.

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

25 января, Понедельник

- 15.00–18.30 **Пленарное заседание.** Председатель *Владислав Михайлович Комаров*
15.00 Открытие конференции: *Генрих Романович Иваницкий* (Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино), *Владислав Михайлович Комаров* (Институт биофизики клетки РАН, Пущино), *Владимир Васильевич Кореньков* (Объединенный институт ядерной физики, Дубна), *Галина Юрьевна Ризниченко* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова)
- 15.10–15.25 *Галина Юрьевна Ризниченко* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Оргкомитет МКО). **Междисциплинарные научно-образовательные конференции «Математика. Компьютер. Образование».** XXVIII конференция МКО-2021 – в дистанционном формате
- 15.25–16.05 *Игорь Эдуардович Грановский* (Пущино, Зав. Лаборатория энзимологии генетических процессов Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина РАН)
COVID-19: Откуда взялась и чем закончится?
- 16.05–16.25 *Дмитрий Викторович Стрганов* (проректор Пущинского государственного университета) **Уроки пандемии для образования**
- 16.25–16.30 **Перерыв**
- 16.30–17.10 *Семен Яковлевич Серовайский* (Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби) **Математика и окружающий мир**
- 17.10–17.50 *Генрих Романович Иваницкий* (Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино)
Стареющий мозг. Биофизические методы борьбы с нейро-дегенеративными заболеваниями
- 17.50–18.30 *Фазаил Иноятович Атауллаханов* (член-корр РАН, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, ФизТех, Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН)
Свертывание крови при COVID и антикоагулянтная терапия при лабораторном контроле
- 18.30–19.00 **Перерыв**
- 19.00 **Круглый стол** «Культурное пространство России» (см. стр. 32)
Ведущие: *Галина Юрьевна Ризниченко, Марина Юрьевна Сидорова*

26 января, Вторник

9.30–11.00 Секционное заседание. **Русский научный язык** (см. стр. 32).
Ведущий: *Марина Юрьевна Сидорова*

11.00–11.20 **Перерыв**

11.20–13.30 **Пленарное заседание. COVID 19.**

Председатель *Александр Владимирович Коганов*

11.20–12.00 *Анатолий Александрович Сорокин* (Пущино, Институт биофизики клетки РАН) **COVID-19: пандемия с точки зрения системной биологии**

12.00–12.30 *Алексей Алексеевич Романоха* (Москва, Институт вычислительной математики РАН) **Задачи моделирования эпидемических процессов**

12.30–13.00 *Александр Владимирович Немухин* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический ф-т) **Компьютерное моделирование молекулярных процессов с участием компонентов вируса SARS-CoV-2**

13.00–13.30 *Юрий Дмитриевич Нечипуренко* (Москва, Институт молекулярной биологии РАН), *Денис Александрович Семенов* (Красноярск, Институт биофизики СО РАН) **Патологии при COVID-19: от поражения легких до ацидоза и сатурации крови, взгляд с точки зрения биофизики**

13.30-15.00 **Перерыв**

Заседание секций

15.00–18.00 **S2** Вычислительные методы и математическое моделирование (см. стр. 18)

15.00–18.00 **W3** Модели медицинской биофизики (см. стр. 21)

15.00–18.00 **S5** Гуманитарное и естественно-научное образование (см. стр. 28)

18.30 **Мемориальное заседание** памяти профессора мехмата Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, декана факультета педагогического образования Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Николая Христовича Розова. Ведущий – *Галина Юрьевна Ризниченко*

Ирина Викторовна Асташова (проф. мехмата МГУ имени

М.В.Ломоносова), *Алексей Всеволодович Боровских*

(проф. Мехмата МГУ, зам. декана Факультета педагогического

образования МГУ) **Николай Христович Розов. Жизнь и творчество**

Владимир Пантелеймонович Борисенков (проф. мехмата МГУ)

Воспоминания о Н.Х.Розове: целина, Африка и вся жизнь...

Владимир Ильич Залятин (профессор Южно-Уральского

государственного университета)

и другие

27 января, Среда

Заседание секций

9.30–11.15 **S2** Вычислительные методы и математическое моделирование (см. стр. 18)

9.30–11.15 **W2** Молекулярное моделирование (см. стр. 21)

9.30–11.15 **S5** Гуманитарное и естественно-научное образование (см. стр. 28)

11.15–11.30 **Перерыв**

11.30–13.20 **Пленарное заседание.** Дистанционное образование.

Председатель *Елена Владимировна Борисова*

11.30–12.00 *Олег Станиславович Храмов* (Московский физико-технический институт)

**Место электронного обучения в образовательной структуре
русского вуза**

12.00–12.30 *Александр Алексеевич Дёмин*

(Челябинск, Южно-Уральский государственный университет)

Массовый переход в онлайн: технологии, проблемы, решения

12.30–13.00 *Марина Юрьевна Сидорова* (Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Филологический ф-т)

Субъект и личность в пространстве онлайн-обучения

13.00–13.20 *Она Гражсина Ракаускаiene* (Университет Миколаса Ромериса, Литва)

**Цифровизация экономики и общества: социально экономическое
неравенство**

13.20–15.00 **Перерыв**

15.00–16.15 **Пленарное заседание.** Председатель *Алексей Иванович Лобанов*

15.00–15.35 *Анатолий Анатольевич Цыганков* (Пушино, директор Института
фундаментальных проблем биологии РАН)

Связь выделения водорода микроводорослями и стресса

15.35–16.30 **Перерыв**

Заседание секций

16.30–18.30 **W1** Вычислительная и системная биология (см. стр. 21)

15.00–18.30 **S5** Гуманитарное и естественно-научное образование(см. стр. 28)

15.00–18.30 **S6** Музей в современном мире (см. стр. 30)

18.30–19.00 **Из истории науки.** *Григорий Михайлович Полотовский* (Нижегородский
государственный университет)

В.А. Рохлин и Д.А. Гудков на фоне 16-й проблемы Гильберта

19.10 **Круглый стол.** Дистанционное образование. Плюсы, минусы и реалии.

Ведущие: *Елена Владимировна Борисова* (Научно-исследовательский
центр Военной академии ракетных войск стратегического назначения
имени Петра Великого, Тверской технический университет), *Владимир
Ильич Зайтин* (Южно-Уральский Государственный университет)

28 января, Четверг

Заседание секций

- 9.30–11.00 **S2** Вычислительные методы и математическое моделирование (см. стр. 18)
- 9.30–11.00 **W2** Молекулярное моделирование (см. стр. 21)
- 11.00–13.00 **Пленарное заседание.** Председатель *Людмила Владимировна Якушевич*
- 11.00–11.30 *Константин Вольдемарович Шайтан* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Кафедра биоинженерии биологического ф-та) **Пространственная структура и динамика линейных полимеров (биополимеров) с точки зрения геометрии ультра-многомерных поверхностей**
- 11.30–12.00 *Роман Гербертович Ефремов* (Москва, Институт биоорганической химии РАН) **Вычислительная биофизика биомембран: современные вызовы и решения**
- 12.00–12.30 *Мария Григорьевна Хренова* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Кафедра физической химии химического факультета) **Современные вычислительные методы моделирования механизмов ферментативных реакций и их ингибирования**
- 12.30–13.00 *Владислав Михайлович Комаров* (Пушино, Институт биофизики клетки РАН) **О природе доминирующих кодонов белок-кодирующих генов живых организмов**
- 13.00–14.00 **Перерыв**
- 14.00–15.00 **Пленарный доклад.** *Александр Евгеньевич Варшавский* (Москва, Центральный экономико-математический институт РАН) **Об актуальных проблемах экономического развития, неравенстве и его влиянии на нашу жизнь**

Заседание секций

- 15.00–18.30 **W1** Вычислительная и системная биология (см. стр. 21)
- 15.00–18.30 **S6** Музей в современном мире (см. стр. 30)
- 15.00–18.30 **S4** Анализ и моделирование социально-экономических процессов (см. стр. 26)
- 19.00–19.30 **Из истории русской культуры.**
Протоиерей Дионисий Крюков (настоятель Михайло-Архангельского храма в Пушино и храма Рождества Богородицы в Подмоклово)
Об идейном замысле церкви Рождества Богородицы с. Подмоклово
- 19.40 **Круглый стол** «Надо ли нам вообще встречаться?» Ведущие:
Председатель Оргкомитета МКО: *Галина Юрьевна Ризниченко* (МГУ),
Со-председатель МКО: *Владимир Васильевич Кореньков* (Дубна), Со-председатель МКО: *Владислав Михайлович Комаров* (Пушино)

29 января, Пятница

Заседания секций

- 9.30–11.00 **W2** Молекулярное моделирование (см. стр. 21)
- 9.30–11.00 **S4.1** Анализ и моделирование социально-экономических процессов (см. стр. 26)
- 9.30–11.00 **S4.2** Математические методы в экономике и социологии (эконофизика и социофизика) (см. стр. 26)
- 11.00–14.30 **Пленарное заседание.** Председатели
Татьяна Юрьевна Плюснина и Георгий Геннадьевич Малинецкий
- 11.00–11.30 *Георгий Геннадьевич Малинецкий*
(Москва, Институт прикладной математики имени М.В.Келдыша РАН)
Информационные технологии в реалиях России
- 11.30–12.00 *Игорь Юрьевич Сундиев* (Москва, ВНИИ МВД России)
Феноменология перехода
- 12.00–12.30 *Андрей Владимирович Щербаков* (Москва, Институт социально-экономического прогнозирования им. Д.И.Менделеева) **Сетевое общество будущего**
- 12.30–13.10 *Юрий Вячеславович Громыко*
(Москва, Институт опережающих исследований имени Шифферса)
Какая цифровая платформа нужна Российской школе
- 13.10–13.20 **Перерыв**
- 13.20–14.00 *Николай Вадимович Белотелов* (Москва, Вычислительный центр РАН)
Биосферные ограничения развития общества потребления
- 14.00–14.30 *Ольга Табачникова* (Ф-т гуманитарных наук, языков и глобальных исследований Университета Центрального Ланкашира, Великобритания, Центр имени Владимира Высоцкого по изучению русского языка и литературы) **Британская фронтовая поэзия Первой мировой и ее перевод на русский язык**

Заседания секций

- 14.30–16.00 **S1** Математические теории (см. стр. 17)
- 14.30–16.00 **S4** Анализ и моделирование социально-экономических процессов (см. стр. 26)
- 16.00 **Отчет руководителей секций.** Общая дискуссия
- 18.00 **Мемориальное заседание** к 75-летию Дмитрия Алексеевича Силаева
Ведущий Александр Дмитриевич Силаев
Выступления: *Александр Алексеевич Силаев, Василий Борисович Демидович, Александр Владимирович Коганов, Галина Юрьевна Ризниченко, и др.*

Секция S1. Математические теории

Руководители: *Владимир Ильич Залятин, Александр Владимирович Коганов, Николай Алексеевич Митин, Павел Николаевич Сорокин.*

Заседание секции 29 января 14.30–16.00

- *Архипова Людмила Геннадьевна* (Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Механико-математический факультет) **О показателях сходимости особого интеграла и особого ряда некоторых многомерных проблем**
- *Залятин Владимир Ильич* (Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, факультет математики, механики и компьютерных технологий, кафедра математического анализа и методики преподавания математики) **Векторная обратная задача с неполной косвенной информацией**
- *Коганов Александр Владимирович* (Москва, Федеральное научное учреждение Федеральный научный центр научно-исследовательский институт системных исследований РАН, Отдел Прикладной математики и информатики) **Возвратность случайных псевдоевклидовых блужданий**
- *Мазуров Михаил Ефимович* (Москва, Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова, кафедра математики) **Точное аналитическое решение нелинейной задачи синхронизации релаксационных автоколебаний**
- *Сорокин Павел Николаевич* (Москва, ФГУ ФНЦ НИИ Системных исследований РАН, Отдел прикладной математики и информатики) **Обобщение формулы Фаа Ди Бруно на векторный случай**
- *Толоконников Георгий Константинович* (Москва, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) **Категорные модели для нейросетей и биомолекул**
- *Шаповалов Александр Васильевич* (Томский государственный университет, ф-т физический, каф. теоретической физики) **Свойства симметрии уравнений с фрактальной производной**

Секция S2. Вычислительные методы и математическое моделирование

Руководители: Елена Николаевна Аристова, Владимир Ильич Залятин, Владимир Ефимович Карпов, Александр Владимирович Коганов, Алексей Иванович Лобанов, Павел Валентинович Москалёв, Александр Васильевич Шаповалов, Андрей Юрьевич Трифионов, Сергей Васильевич Сидоров.

Программа заседаний

Заседание 1

26 января 15.00–18.00

- 15.00 Полякова Римма Васильевна (Дубна, ОИЯИ, ЛИТ) **Новые точные решения для квантового гармонического осциллятора в фазовом пространстве**
- 15.20 Кулагин Антон Евгеньевич (Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, Отделение математики и информатики) **Квазиклассические спектральные серии нелокального уравнения Грасса-Питаевского на кривой**
- 15.40 Атанасова Павлина (Дубна, ОИЯИ, ЛИТ) **Граничная задача с уравнением двойного синус-Гордона и условиями Неймана: анализ влияния физических параметров на применимость аналитических решений и фазовые портреты**
- 16.00 Царьков Игорь Германович (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, механико-математический факультет, кафедра математического анализа) **Диски Маха, каустика отражений**
- 16.20 Лапонин Владислав Сергеевич (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, фак-т ВМК, Кафедра вычислительных методов) **Численное исследование взаимодействия солитонов при столкновении конденсата с препятствием**
- 16.40 Караваева Наталья Игоревна (Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)) **Консервативная монотонизация модифицированной схемы СР для решения уравнения переноса**
- 17.00 Тихомирова Тамара Анатольевна (Москва, ФГУП ГосНИИАС, 3000) **Алгебра подобия форм и трансверсальные разбения**
- 17.20 Обсуждение стендовых докладов:
- Нтве Нуї Нуї (Москва, СТАНКІН) Формальное описание классификации и обработки концептуальной модели конкретного уровня для предметной задачи
 - Апреутесеї Анна Марія Юрьевна (Москва, РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ, Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей) **Гибридное моделирование нелинейных систем с управлением на языке Julia**
 - Горицкий Юрий Александрович (Московский энергетический институт, Каф Математического моделирования) **Об оценке параметров кеплерова движения по угловым измерениям: редукция задачи**

- *Захаров Иван Александрович* (Воронежский государственный университет, Россия, АО «ПКК Миландр») **Линейная модель импульсного DC-DC преобразователя**
- *Коробов Николай Андреевич* (Москва, СТАНКИН, кафедра «Прикладная математика») **Анализ согласованности квантово-химических методов конформационного поиска**
- *Никольский Илья Михайлович* (Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, ф-т ВМК, кафедра Суперкомпьютеров и квантовой информатики) **Об использовании дублирования сообщений в беспроводных сенсорных сетях**
- *Пахомова Екатерина Александровна* (Москва, Сколковский институт науки и технологий) **Моделирование слияния тканевых сфероидов для 3D-биопечати с использованием метода функционального представления**
- *Серегин Алексей Петрович* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, кафедра экологии и географии растений, лаб. Гербарий) «**Флора России**» на **iNaturalist: информационные технологии в полевой ботанике**
- *Угрозов Валерий Вячеславович* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, департамент анализа данных, принятия решений и финансовых технологий) **Диффузионно-кинетический перенос газа через композиционную полимерную мембрану**
- *Фёдоров Арсений Витальевич* (Москва, РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ, Факультет Физико-Математических и Естественных Наук, Кафедра Прикладной Информатики и Теории Вероятностей) **Применение аналитико-численного подхода для решения дифференциальных уравнений на Julia**
- *Яновская Елена Александровна* (Москва, СТАНКИН, Кафедра Прикладной математики) **Математическое моделирование процесса прямого выдавливания рёбер в изделиях из алюминиевых сплавов**

Заседание 2

27 января 9.30–11.15

- 9.30 *Безрукова Александра Владимировна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, физический факультет, кафедра математического моделирования и информатики) **Построение ARIMA-моделей и их применение для прогнозирования рядов динамики метеорологических показателей**
- 9.45 *Беляев Александр Владимирович* (Екатеринбург, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина) **Стохастические феномены в системе связанных популяций**
- 10.00 *Количиченко Александр Павлович* (Екатеринбург, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт естественных наук и математики) **Применение метода функций стохастической чувствительности в исследовании паттернов в распределенных системах реакции-диффузии**

- 10.15 *Панкратов Александр Андреевич* (Екатеринбург, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, Институт естественных наук и математики) **Формирование паттернов в распределённой модели гликолиза**
- 10.30 *Очеретяная Александра Сергеевна* (Астрахань, МИИТ, Институт управления и цифровых технологий) **Моделирование распространения инфекции внутри железнодорожного купейного вагона**
- 10.45 *Павленко Виталий Данилович* (Одесский Национальный Политехнический Университет) **Диагностика нейро-физиологических состояний личности на основе модели Вольтерра и данных айтрекинга**
- 11.00 *Linn Phyo Wai* (Москва, СТАНКИН) **Моделирование хаотического движения видео с помощью нелинейных авторегрессионных нейронных сетей**

Заседание 3

28 января 9.30–11.00

- 9.30 *Мариненко Аркадий Вадимович* (Новосибирск, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Лаборатория геоэлектрики) **Разработка и программная реализация системы наблюдений за изменениями состояния грунтов в зонах вечной мерзлоты**
- 9.45 *Кашитов Алексей Владимирович* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, фак-т ВМК, ВМ) **Математическое моделирование промышленных аварий с истечением летучих газов**
- 10.00 *Конов Денис Сергеевич* (Московский физико-технический институт) **Математическое моделирование воздействия сезонных температурных изменений на искусственный ледовый остров**
- 10.15 *Шатров Анатолий Викторович* (Кировский государственный медицинский университет Минздрава РФ, ГОУ ВПО Вятский государственный университет) **Система моделирования и мониторинга нефтяных разливов в морской акватории**
- 10.30 *Аншилов Сергей Валерьевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, фак-т ВМК) **Моделирование теплового режима электролизной ванны с учётом лучистого теплообмена + *Удовиченко Нелля* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, фак-т ВМК) **Численное исследование динамики анодного эффекта при промышленном электролизе алюминия****
- 10.45 *Найшитут Юрий Семенович* (Самарский государственный технический университет, Академия строительства и архитектуры, Факультет промышленного и гражданского строительства, Кафедра металлических и деревянных конструкций) **Вариационный принцип для сплошных сред, обладающих памятью формы, при изменяющихся внешних силах и температуре**

Секция S3
Анализ сложных биологических систем
Эксперимент и модели

Руководители: *Андрей Борисович Рубин, Татьяна Юрьевна Плюснина, Галина Юрьевна Ризниченко, Илья Борисович Коваленко, Мария Григорьевна Хренова, Алексей Константинович Шайтан, Владислав Михайлович Комаров, Людмила Владимировна Якушевич, Николай Вадимович Белотелов, Андрей Александрович Полежаев.*

Симпозиум с международным участием
Биофизика сложных систем
Вычислительная и системная биология
Молекулярное моделирование

Программа заседаний

Заседание 1. W3 Модели медицинской биофизики

26 января 15.00–18.00

- *Салихова Татьяна* (Московский физико-технический институт) **Математическое моделирование гидродинамической активации тромбоцитов в крупных сосудах человека**
- *Галанин Владимир Валерьевич* (Самара, Медицинский университет Реавиз, кафедра естественнонаучных дисциплин) **Методы подобия в модели интактного синоатриального узла сердца кролика**
- *Складчиков Сергей Андреевич* (Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, факультет вычислительной математики и кибернетики) **Математическое моделирование движения жидкостей внутри глазного яблока при интравитреальных инъекциях**
- *Глебов Артем Александрович* (Дубна, ОИЯИ, Лаборатория Радиационной Биологии, сектор математического моделирования радиационно-индуцированных эффектов) **Математическое моделирование нейрогенеза взрослых с учётом предшественников олигодендроцитов**
- *Батова Анна Сергеевна* (Дубна, ОИЯИ, Лаборатория Радиационной Биологии) **Параметрические диссипативные солитоны в микротрубочках**
- *Полина Галина Юрьевна* (Саровский физико-технический институт, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ») **Модель типа «Чёрный ящик» системы гликемического контроля человека**

- Обсуждение стендовых докладов:
 - *Тилинова Оксана Михайловна* (Саровский физико-технический институт, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ») **Моделирование развития резистентности гепатоцитов к инсулину в зависимости от дисфункции кальциевой сигнализации**

Заседание 2. W2 Молекулярное моделирование

27 января 9.30–11.15

- 9.30–9.45 *Кулакова Анна Михайловна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет) **Изучение механизма фотоиндуцированного ускорения каталитической реакции в бактериальной фотоактивируемой аденилатциклазе bPAC методами молекулярного моделирования**
- 9.45–10.00 *Армеев Григорий* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Использование пары флуоресцентно-меченных CRISPR/Cas для детекции целевого участка ДНК, исследование методами молекулярного моделирования**
- 10.00–10.15 *Фирсов Денис Аркадьевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет) **Архитектура веб-интерфейса базы данных интермедиатов химических реакций**
- 10.15–10.30 *Зубова Елена Александровна* (Москва, ФИЦ химической физики имени Н.Н. Семенова РАН) **Кинетика конформационного перехода между В и А формами в короткой молекуле ДНК**
- 10.30–10.45 *Петрушин Иван Сергеевич* (Иркутский государственный университет) **Использование метода молекулярного докинга для поиска лигандов, ингибирующих синтез бактериальной целлюлозы**
- 10.45–10.55 *Абатурова Анна Михайловна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Роль расстояния между мембранами кристы митохондрии в движении цитохрома С к сайту связывания у III дыхательного комплекса**
- 10.55–11.05 *Краснобаева Лариса Александровна* (Томский государственный университет) **Конформационная динамика ДНК и метод МакЛафлина-Скотта**
- 11.05–11.15 *Хрущев Сергей Сергеевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Молекулярная модель фотосистемы 1 высших растений**

Заседание 3. W1 Вычислительная и системная биология

27 января 16.30–18.30

- *Потапова Татьяна Васильевна* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского, отдел математических методов в биологии) **Энергетические взаимодействия между электрически связанными клетками**
- *Чмерева Ольга Сергеевна* (Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, факультет вычислительной математики и кибернетики) **Существование предельного цикла в распределенной модели гиперциклической репликации**
- *Руденко Валентина Михайловна* (Москва, Институт биоинженерии в составе ФИЦ Биотехнологии РАН, группа математического анализа последовательностей ДНК и белков) **Периодичность с длиной периода 2 в аминокислотных последовательностях белков**
- *Колесников Егор* (Московский физико-технический институт) **Почему ДНК конденсируется в присутствии ионов натрия легче, чем в присутствии ионов калия**
- *Нечипуренко Юрий Дмитриевич* (Москва, Институт молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН, Лаборатория ДНК-белковых взаимодействий) **Изменение конформаций S-белка коронавируса как возможная причина антителозависимого усиления инфекции**
- Обсуждение стендовых докладов:
 - *Болдова Анна Евгеньевна* (Москва, Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии) **Теоретическое исследование возможности развития антитело-зависимого усиления инфекции при Covid-19**
 - *Хрущев Сергей Сергеевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Модель стромальных и гранальных ламелл хлоропласта с реалистичной геометрией компарментов**

Заседание 4. W2 Молекулярное моделирование

28 января 9.30-10.50

- 9.30–9.50 *Шайтан Алексей Константинович* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Моделирование и молекулярный дизайн комплексов белков и нуклеиновых кислот**
- 9.50–10.05 *Федоров Владимир Андреевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Молекулярное моделирование образования комплексов белков цитохрома *c6* с цитохромом *f* из цианобактерий *Nostoc*, *Phormidium laminosum* и зеленой водоросли *Chlamydomonas***

- 10.05–10.20 *Душанов Эрмухаммад* (Дубна, ОИЯИ, Лаборатория радиационной биологии) **Сравнительный анализ влияния холестерина и мелатонина на модельные липидные мембраны**
- 10.20–10.30 *Новиков Роман* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, факультет биоинженерии) **Компьютерное моделирование эксперимента по изучению взаимодействия между комплексом Cas9-sgRNA с ДНК с использованием флуоресцентной микроскопии**
- 10.30–10.40 *Зайцев Пётр Андреевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Дизайн множественной экспрессионной кассеты для наработки направляющей РНК системы CRISPR-Cas**
- 10.40–10.50 *Аксенова Светлана* (Дубна, ОИЯИ) **Анализ поведения различных типов рецепторов NMDA в функционировании нейронных сетей гиппокампа**

Заседание 5. W1 Вычислительная и системная биология

28 января 15.00–18.30

- *Беляева Наталья Евгеньевна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Механистические модели первичных процессов фотосинтеза с использованием экспоненциальных функций**
- *Дегтерева Наталья Сергеевна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Влияние азотного голодания на динамику процессов в фотосистеме 2 клеток водоросли *Chlorella***
- *Чистякова Юлия Алексеевна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Модель роста дерева в антропогенных условиях**
- *Nasibova Aygun Namiq* (Baku, Institute of Radiation Problems, National Academy of Sciences of Azerbaijan) **Влияние радиации на пшеницу (*Triticum L.*) и кукурузу (*Zea mays L.*): ЭПР исследования**
- *Немчинова Анна Викторовна* (Санкт-Петербург, Автономная некоммерческая организация «Центр независимых социологических исследований») **Автоколебательный механизм поддержания популяции лиственницы *Larix sibirica Ledeb.* на побережье Онежского полуострова**
- Обсуждение стендовых докладов:
 - *Киселева Диана* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Кластерный анализ данных эксперимента по влиянию ионов меди на первичные реакции фотосинтеза**
 - *Хрущев Сергей Сергеевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Выделение сигнала индукции флуоресценции хлорофилла а из сильно зашумленных данных с помощью спектральной мультиэкспоненциальной аппроксимации**
 - *Хрущев Сергей Сергеевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Анализ формы кривых индукции флуоресценции хлорофилла а с помощью искусственной нейронной сети**

Заседание 6. W2 Молекулярное моделирование

29 января 9.30–11.00

- 9.30–9.45 *Кривицкая Александра Вячеславовна* (Москва, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН) **Борсодержащие соединения как ингибиторы металло-бета-лактамазы NDM-1**
- 9.45–10.00 *Холина Екатерина Георгиевна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Молекулярное моделирование взаимодействия катионных антисептиков с кардиолипин-содержащей бактериальной плазматической мембраной**
- 10.00–10.15 *Левина Елена Олеговна* (Московский физико-технический институт) **Роль электронной делокализации в механизме гидролиза имипенема металло- β -лактамазами L1 и NDM-1**
- 10.15–10.30 *Васюченко Екатерина Павловна* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет) **Исследование конформационных перестроек гема цитохрома c и c1 в процессе образования комплекса методами молекулярного моделирования**
- 10.30–10.45 *Мустафин Халид Сабирович* (Московский физико-технический институт) **Применение метода главных компонент для анализа конформационной динамики липидных молекул**
- 10.45–11.00 *Лихачев Илья Вячеславович* (Тулский государственный университет; Пушино, ИМПБ РАН) **Визуализация траекторий молекулярной динамики в Сети**

Секция S4. Социально-экономические исследования

Программа заседаний

- подсекция «**Анализ и моделирование социально-экономических процессов**»
Руководители: *Александр Евгеньевич Варшавский, Наталья Анатольевна Винокурова, Екатерина Владимировна Кочеткова.*

Заседание 1

28 января 15.00–18.30

Приглашенные доклады

- 15.00 – 15.30 *Лившиц В.Н., Панов С.А., Дмитриева О.В., Тищенко Т.И., Фролова М.П.* (Москва, ЦЭМИ РАН) **Об экзотичности, парадоксальности и турбулентности в экономике России при переходе к рынку**
- 15.45 – 15.15 *Русанова Н.Е.* (Москва, Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН) **Демографические реалии текущей пандемии**
- 15.30 – 16.00 *Корнев А.К.* (Москва, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН) **О ликвидации негативных последствий радикальной реформы в России**
- 16.15 – 16.45 *Варшавский Л.Е.* (Москва, ЦЭМИ РАН) **Анализ и прогнозирование показателей распространения новых технологий на основе физико-химических моделей (на примере ИКТ)**
- 17.00 – 17.30 *Кудров А.В., Афанасьев М.Ю.* (Москва, ЦЭМИ РАН) **Взаимосвязь экономической сложности и вложенности региональных экономик**
- 17.45 – 18.15 *Дмитриева О.В., Лившиц В.Н., Панов С.А.* (Московский государственный университет, ЦЭМИ РАН, Университет «Дубна») **Восстановление качества нашего образования на всех уровнях — одно из прорывных направлений реформирования экономики и общества России**

Заседание 2

29 января 9.30–11.00

- *Васильева Ирина Анатольевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Практическая эффективность политики занятости и кризис-2020
- *Комкина Татьяна Анатольевна* (Москва, ЦЭМИ РАН) **Ресурсные ограничения и возможности развития обрабатывающей промышленности России**
- *Никонова Мария Андреевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Проблемы применения рейтингов для оценки качества высшего образования
- *Кузнецова Мария Сергеевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Анализ ТЭП и удельного коэффициента поглощения электромагнитной энергии SAR смартфонов SAMSUNG
- *Дубинина Виктория Васильевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Анализ технико-экономических показателей промышленных роботов

- *Фаркова Наталья Анатольевна* (Москва, Дипломатическая академия МИД РФ, кафедра мировой экономики) **Сравнительный анализ экономик в период пандемии и возможности математического моделирования**
- *Бобкова Ирина Александровна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Влияние чрезвычайных ситуаций на развитие системы образования

Заседание 3

29 января 14.30–16.00

- *Шитова Юлия Юрьевна* (Москва, Российский государственный гуманитарный университет) **ГИС-мониторинг транспортной сети Подмосковья**
- *Макогонова Надежда Владимировна* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) **Топ-5 токсичных проблем и практик управления в организациях - Аналитика «ИHG2019/20, 3rd Research»**
- *Лысенкова Мария Александровна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Сравнительный анализ индексов инновационного развития в пространстве характеристик региональной дифференциации
- *Дубинина Марина Геннадьевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Моделирование диффузии технологий беспроводной связи
- *Дымова Инна Александровна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Угрозы и риски беспроводных сетей 5G. Измерительный аспект
- *Винокурова Наталья Анатольевна* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Аспиранты и студенты: различия их представлений о будущем
- *Никитин Станислав Андреевич* (Москва, ЦЭМИ РАН)
Предпочтения студентов при выборе работы после окончания вуза

Заседание 4 (подсекция «Математические методы в экономике и социологии (эконофизика и социофизика)»)

Руководители: *Ольга Евгеньевна Пыркина, Анатолий Викторович Шатров.*

29 января 9.30–11.00

- 9:30 – 9:50 *Бердыкулова Галия Мертаевна* (Алматы, Международный университет информационных технологий, кафедра экономики и бизнеса)
Моделирование в маркетинге
- 9:50 – 10:10 *Кирилюк Игорь Леонидович* (Москва, Институт экономики РАН, Центр эволюционной экономики) **О соответствии между экономико-математическими моделями разных типов**
- 10:10 – 10:30 *Кривошеев Олег Игоревич* (Москва, ИПУ РАН) **Квази-ценовая природа волатильности в модели общего «равновесия» с рациональным выбором размера «почти постоянного» кредитного рычага**
- 10:30 – 10:50 *Микрюков Андрей Александрович* (Москва, ФГБОУ ВО РЭУ им. Г.В. Плеханова, Кафедра Прикладной информатики и информационной безопасности) **Прогнозирование показателей деятельности университета на основе когнитивной модели**

Секция S5. Гуманитарное и естественно-научное образование

Руководители: *Надежда Васильевна Аммосова, Елена Владимировна Борисова, Владимир Ильич Заляпин, Владимир Ефимович Карпов, Полина Викторовна Фурсова.*

Программа заседаний

Заседание 1

26 января 15.00–18.00

- 15.00 *Иванова Наталия Николаевна* (Москва, ЧОУ ВО СГА, НИИ развития ресурсов человека и социального здоровья общества) **Современные задачи формирования дискурсивной речи детей в международном аспекте**
- 15.30 *Потемкин Сергей Борисович* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, филологический факультет) **Использование нейронных сетей для определения оценочной коннотации текста**
- 15.50 *Пояркова Елена Игоревна, Тронева Екатерина Владимировна* (Москва, Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова, Институт Цифровой Экономики и Информационных Технологий) **Описание математической модели для реализации платформы адаптивного тестирования**
- 16.10 *Потапова Татьяна Васильевна* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского, отдел математических методов в биологии) **Научное просвещение дошкольников и младших школьников: роль университетов, Интернет-ресурс «Человек и Природа»**
- 16.40 *Тило Татьяна Валерьевна* (МОУ СОШ №2 имени М.А. Пронина городского округа Звенигород) **Семейный опыт научного просвещения детей с помощью игры-бродилки**
- 17.00 *Кутузова Елена Игоревна* (Москва, Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение «Школа № 1056») **Настольные игры на уроке математики, как средство развития познавательного интереса к учебному предмету**
- 17.20 *Лисицкая Евгения Васильевна* (Московский губернский колледж искусств) **Интерактивная информационная технология дистанционного преподавания дисциплины «Камерный ансамбль»**

Заседание 2 «Вопросы и проблемы современного высшего образования»

27 января 9.30–11.15

- 9.30 *Абатурова Вера Сергеевна* (ФГБУН ФНЦ Владикавказский научный центр РАН, Южный математический институт - филиал ВНИЦ РАН)
Об обобщенном умении учащихся осуществлять математическое моделирование реальных ситуаций и процессов
- 9.50 *Зеликин Николай Валерьевич* (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, , Механико-математический факультет, кафедра Теоретической информатики)
О некоторых проблемах STEM-образования в высшей школе
- 10.10 *Карякин Юрий Васильевич* (Томский политехнический университет, Отдел информатизации образования) **Высшая школа III-го тысячелетия: преобразование образования; подготовка преподавателей**
- 10.30 *Макарова Ольга Викторовна* (Ижевск, MAOU «Гимназия №56»)
С чего начать? Дистанционное обучение в условиях пандемии

Заседание 3 «Вопросы и проблемы современного высшего образования»

27 января 15.00–18.30

- 15.00 *Серовайский Семен Яковлевич* (Казахский государственный университет им. Аль-Фараби, Кафедра дифференциальных уравнений и теории управления)
Три взгляда на преподавание математики в целом
- 15.30 *Пикуленко Марина Маилловна* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-учебный Музей землеведения)
Создание собственных онлайн-курсов: готовность преподавателей вузов в 2018-2019 годах
- 15.50 *Герцен Татьяна Анатольевна* (Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Кафедра прикладной физики) **О разработке рабочей программы и форматов курса «Теория горения и взрыва»**
- 16.10 *Липагина Лариса Владимировна* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Департамент математики) **О формировании нового учебно-методического комплекса по теме «Дифференциальное исчисление функций одной переменной» с применением информационных технологий**
- 16.30 *Коннова Лариса Петровна* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Департамент математики)
Развитие коммуникационных навыков в процессе преподавания математических дисциплин в Финансовом университете
- 16.50 *Степанян Ирина Кимовна* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Департамент математики)
Развитие базовых цифровых навыков в процессе преподавания компьютерного практикума в экономическом вузе

17.10 *Пыркина Ольга Евгеньевна* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Департамент математики) **Применение дистанционных технологий при обучении студентов основам анализа данных**

Круглый стол «Дистанционное образование. Плюсы, минусы и реалии»

27 января 19.10

Ведущие: *Елена Владимировна Борисова* (Научно-исследовательский центр Военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, Тверской технический университет), *Владимир Ильич Залятин* (Южно-Уральский Государственный университет)

19.10 *Кремер Наум Швелевич* (Москва, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Департамент математики)
Опыт дистанционного обучения математики в университете

Секция S6. Музей в современном мире

Руководители: *Татьяна Петровна Гончарова, Любовь Наумовна Краснополская, Александр Дмитриевич Силаев, Павел Николаевич Сорокин*

Программа заседаний

27 января 15.00–18.00

- **Приглашенный доклад** *Гончарова Татьяна Петровна* (Музей-заповедник «Усадьба "Мураново" им. Ф.И.Тютчева», Сектор Изобразительного фонда)
Воспоминания о Мураново
- *Голубкова Марина Дмитриевна* (Москва, Союз журналистов России)
**«Земля становится музеем высоких мыслей и страстей»
(К 90-летию со дня рождения Дмитрия Голубкова)**
- *Грачёв Владимир Владимирович* (Москва, Союз журналистов России)
Николай и Дмитрий Голубковы: отец и сын
- *Сахно Александр Анатольевич* (Заместитель директора по научной работе музея-заповедника Мураново, канд. ист. н.) **«Мир традиций, который уже не вернуть».
К 225-летию со дня рождения драматурга, поэта, журналиста Н.В. Сушкова**

- *Догонина Елена Александровна* (Заведующая сектором Изобразительного фонда музея-заповедника Мураново, канд. искусствоведения, член СХР)
«Итальянский след в Мурановском музее». К 210-летию со дня рождения Эрнестины Федоровны Тютчевой, жены Ф.И. Тютчева
- *Киракосов Артем Вильевич* (Хранитель коллекции и реставратор музейного объединения «Музеи наукограда Королев»)
«40 тысяч лет европейской живописи в 40 кликов»

28 января 15.00–18.30

- *Скрябин Александр Серафимович* (Президент Фонда А.Н. Скрябина) **Творческое сотрудничество Фонда А.Н. Скрябина и музея-заповедника «Мураново»**
- *Ермолаева Елена Олеговна* (Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова, физический факультет, кафедра акустики)
О женщинах мира (к 120-летию нобелевского движения)
- *Минкевич Игорь Георгиевич* (Пушино, Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН, ФИЦ ПНЦ РАН, лаборатория физиологии микроорганизмов)
Памяти выдающихся микробиологов В.К. Ерошина и Э.Г. Дедюхиной
- *Сербина Татьяна Александровна* (Реставратор музея-заповедника Мураново)
Частный музей А.В. Суворова в Швейцарии. Повтор доклада.
Доклад признан лучшим на заседании секции в 2018 г. в Дубне
- *Лысенина Раиса Алексеевна* (Рязань, Государственный Рязанский радиотехнический университет, кафедра информационных технологий в графике и дизайне)
Увидеть прекрасное в простом. Фильм
- *Рюмина Итта Андреевна* (Международная Федерация художников ЮНЕСКО, Ассоциация искусствоведов, Европейская ассоциация психотерапии, Творческий Союз художников России, Общероссийская психотерапевтическая Лига, Международный Институт Интегративной психотерапии «Генезис»)
Художник и наука

28 января 19.00-19.30 **Приглашенный доклад. Из истории русской культуры.**

Протоиерей Дионисий Крюков (настоятель Михайло-Архангельского храма в Пушино и храма Рождества Богородицы в Подмоклово)

Об идейном замысле церкви Рождества Богородицы с. Подмоклое

Секция R1. Культурное пространство России. Русский научный язык

Руководители: *Марина Юрьевна Сидорова, Александра Никитична Дьяконова, Юрий Дмитриевич Нечипуренко, Галина Юрьевна Ризниченко.*

Программа заседаний

Круглый стол «Культурное пространство России»

25 января 19.00

Ведущие: *Галина Юрьевна Ризниченко, Марина Юрьевна Сидорова*

- Книги, журналы, конференции.
- *Вера Владимировна Толченникова, Юрий Дмитриевич Нечипуренко*
Ключи от головы на родном языке
- **Мы на Земле не одни.** Презентация документальных фильмов «Нерка. Рыба красная» (72 награды на кинофестивалях в 45 странах) и «Камчатка. Рассказ в лисах» (выпуск — 2023 г.), реж. Д. Шпиленок
- *Степанян Иван Викторович* **Связь системы музыкальных пентаграмных строев с пропорциями в архитектуре**
- *Рюмина Итта Андреевна* (Международная Федерация художников ЮНЕСКО, Ассоциация искусствоведов, Европейская ассоциация психотерапии, Творческий Союз художников России, Общероссийская психотерапевтическая Лига, Международный Институт Интегративной психотерапии «Генезис»)
Художник и наука

Заседание секции

26 января 9.30–11.00

- *Марина Юрьевна Сидорова* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) **Говорить о науке на родном языке: социолингвистический и когнитивный аспекты проблемы**
- *Наталья Владимировна Николенкова* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)
Научный стиль речи в представлениях студентов младших курсов
- *Ирина Витальевна Тресорукова* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) **Так ли интернациональны «интернациональные термины»?**
- *Марклен Эрикович Конурбаев* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) **Русский когнитивный код: язык, наука, просвещение**
- *Галина Евгеньевна Кедрова, Сергей Борисович Потемкин* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)
Изменения в языке русского научного дискурса за 30 лет (1980–2010)

S1

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ

МATHEMATICAL THEORIES

Руководители:

*Владимир Ильич Залятин, Николай Алексеевич Митин,
Александр Владимирович Коганов, Павел Николаевич Сорокин.*

О ПОКАЗАТЕЛЯХ СХОДИМОСТИ ОСОБОГО ИНТЕГРАЛА И ОСОБОГО РЯДА НЕКОТОРЫХ МНОГОМЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Архипова Л.Г.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, arhiludka@mail.ru

Настоящая работа является продолжением исследований по теории кратных тригонометрических сумм. Ядром этой теории служит мощный метод тригонометрических сумм И.М.Виноградова.

Рассмотрим систему диофантовых уравнений

$$\sum_{j=1}^{2k} (-1)^j x_{1,j}^{t_1} \dots x_{r,j}^{t_r} = 0 \quad 0 \leq t_1, \dots, t_r \leq n,$$

где $n \geq 2$, $r \geq 1$, k – натуральные числа, причём каждая переменная $x_{i,j}$ может принимать все целые значения от 1 до $P \geq 1$.

Мы находим оценки снизу показателей сходимости особого ряда σ и особого интеграла θ асимптотической формулы при $P \rightarrow \infty$ для числа решений этой системы при $n=r=2$ [1].

Кроме того, найден показатель сходимости особого ряда σ следующей системы диофантовых уравнений

$$\begin{cases} x_1 + \dots + x_k = x_{k+1} + \dots + x_{2k} \\ y_1 + \dots + y_k = y_{k+1} + \dots + y_{2k} \\ x_1 y_1 + \dots + x_k y_k = x_{k+1} y_{k+1} + \dots + x_{2k} y_{2k} \end{cases}$$

в которой неизвестные $x_1, \dots, x_{2k}, y_1, \dots, y_{2k}$ принимают значения натуральных чисел от 1 до P , где $P \geq 1$, $k \geq 2$ [2].

Литература

1. Архипова Л.Г., Чубариков В.Н., О показателях сходимости особого интеграла и особого ряда одной многомерной проблемы. // Чебышевский сборник, т. 20, выпуск 4(72), стр. 18-29, Тула, 2019 г
2. Архипова Л.Г., Чубариков В.Н., Показатель сходимости особого ряда одной многомерной проблемы // Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика. н. 5, с. 68-71, 2018

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ УРАВНЕНИЙ С ФРАКТАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ

Бронс Р., Шаповалов А.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, 634050, Томск, пл. Новособорная, 1,
Телефон: (3822) 529843, E-mail: shpv@phys.tsu.ru

Развитие базовых понятий анализа на фрактальных множествах, включающих определения предела на фрактальном множестве, (фрактальной) производной, (фрактального) интеграла, позволяет существенно продвинуться в исследовании свойств фрактальных структур, явлений и процессов с помощью модификации известных моделей физических явлений и систем, введя фрактальные характеристики в модельные уравнения. В ряде работ (например, [1,2]) развит формализм, называемый F^{α} – исчислением, в котором можно определить и исследовать уравнения с фрактальными производными – аналоги дифференциальных уравнений моделей физических процессов.

Для исследования модельных уравнений в различных областях физики применяется теория группового анализа дифференциальных уравнений. Благодаря универсальности идей инвариантности и симметрии, а также алгоритмичности методов данная теория продолжает активно развиваться, находя новые области применения. В работе [3] методы группового анализа применяются к уравнениям с фрактальной производной. Основное внимание уделяется аналогам обыкновенных дифференциальных уравнений.

В данной работе обсуждается применение классических идей и подходов группового анализа к уравнениям с фрактальными производными, использующих свойства инвариантности уравнений относительно преобразований независимых и зависимых переменных и продолжения векторных полей, следуя [4]. Рассматриваются примеры фрактальных аналогов обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Томской области, проект № 19-41-700004.

Литература.

1. Parvate, A.; Gangal, A.D. Calculus on fractal subsets of real-line I: Formulation// *Fractals* **Vol.** 17, 2009. P. 53–148.
2. Parvate, A.; Gangal, A.D. Calculus on fractal subsets of real line II: Conjugacy with ordinary calculus// *Fractals* **Vol.** 19, 2011. P. 271–290.
3. Golmankhaneh A.K., Tunç C. Analogues to Lie Method and Noether’s Theorem in Fractal Calculus//*Fractal Fract.* **Vol.** 3, No 25, 2019. 15 pp.
4. Olver P. Application of Lie Groups to Differential Equations. – New-York: Springer, 1986.

**ВЕКТОРНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА С НЕПОЛНОЙ
 КОСВЕННОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ**

Заляпин В.И.¹, Шалгин В.С.²

¹ОУрГУ, Россия, 454080, Челябинск, пр. Ленина 76, 8(351)2679904, zaliapinvi@susu.ru
²СПбГУ, Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9,
 shalgin_vladimir@mail.ru

Введение. В докладе предлагается метод интегральных уравнений и его численная реализация, позволяющие эффективно восстанавливать входное воздействие на динамическую систему по косвенной экспериментальной информации о процессе.

Основные расчетные соотношения. Изучается динамическая система, описываемая системой обыкновенных линейных дифференциальных уравнений n -го порядка

$$\dot{x}(t) + A(t)x(t) = f(t) \tag{1}$$

Предполагается, что коэффициенты системы и её правые части определены и непрерывны на некотором промежутке $[t_0; t]$.

Пусть, далее, $T = \|t_{ij}\|$ – постоянная матрица формата $m \times n$, $m \geq 1$ и $y(t) = T \times x(t)$.

Матрицу T будем называть матрицей косвенных измерений.

Требуется, располагая косвенными измерениями (2), определить входное воздействие $f(t)$.

Фактически исследователь имеет дело не с системой (2), а с возмущенной системой

$$\tilde{y}(t) = y(t) + \Delta_y(t) = Tx(t), \tag{3}$$

где $\Delta_y(t)$ - случайный процесс с известными корреляционными характеристиками.

Корреляционные характеристики процесса $f(t)$ могут быть найдены из соотношения

$$K_{xx} - K_{xx_0} (\Phi^T(\tau))^* - \Phi^T(t) K_{x_0 x} + \Phi^T(t) K_{x_0 x_0} (\Phi^T(\tau))^* = \\ = \Phi(t) \iint_{D_{t\tau}} \Phi^{-1}(u) (\Phi^{-1}(v))^T K_{ff}(u, v) du dv (\Phi^{-1}(\tau))^T.$$

Здесь Φ - фундаментальная матрица системы (1), звездочка означает комплексное сопряжение, а область интегрирования $D_{t\tau}$ - прямоугольник $[t_0, t] \times [t_0, \tau]$.

Реализован вычислительный эксперимент для системы второго порядка с матрицей – строкой косвенных измерений.

ТОЧНОЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ СИНХРОНИЗАЦИИ РЕЛАКСАЦИОННЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ

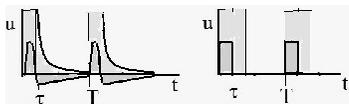
Мазуров М. Е.

Российский Экономический Университет им. Г. В. Плеханова
Россия, 117997, г. Москва, Стремянный пер., 36

Для исследования синхронизации релаксационных автоколебаний используются системы дифференциальных уравнений с малым параметром при производных

$$\varepsilon \frac{dx}{dt} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \beta_1(t)), \quad \frac{dy}{dt} = \mathbf{g}(\mathbf{y}, \beta_2(t)), \quad (1)$$

где $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_k)$, $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_l)$, $\mathbf{f} = (f_1, \dots, f_k)$, $\mathbf{g} = (g_1, \dots, g_l)$, $\beta_1(t), \beta_2(t)$ - синхронизирующее воздействие. В работе предложен метод получения точных аналитических решений задачи синхронизации, когда уравнения задаются в модифицированной аксиоматической форме, простейшая форма предложена Н. Винером и А. Розенблэтом в 1946 году.



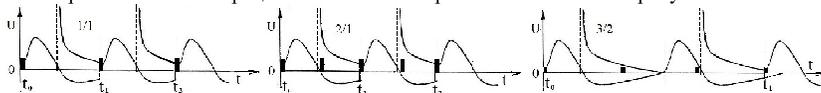
Геометрическая интерпретация формы релаксационных колебаний в предлагаемой модели и модели Винера-Розенблота показаны на рисунке слева и справа. Аксиоматическая модель релаксационной системы задается в виде

$$f(t) = \begin{cases} f_1(t) & | 0 \leq t \leq t_1 \\ f_2(t) & | t_1 < t \leq T \end{cases}; \quad f_0(t) = \begin{cases} \infty \\ f_3(t) \end{cases}$$

$$f(R) + U_{\omega} \geq f(R); \quad R = \text{mod}(t, T_c); \quad (2)$$

$$-\varepsilon < (mT_c - nT) < 0; \quad \varepsilon = f_0^{-1}(U_c), \quad (3)$$

где: $f(t)$ - функция, характеризующая форму релаксационного автоколебания; $f_1(t)$, $f_2(t)$ - функции в интервале «быстрого» и «медленного» изменения релаксационного автоколебания; $f_0(t)$ - динамический порог возбуждения; $f_3(t)$ - функция, характеризующая динамический порог возбуждения для «медленной» фазы; (3) - неравенство Кронекера, T_c, T - периоды синхронизирующего сигнала и релаксационного осциллятора, $\varepsilon = f_0^{-1}(U_c)$. Точные аналитические решения это отрезки функции $f(t)$ в интервалах $[(k-1)T_c, ((k+1)m-1)T_c)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$). Геометрическая иллюстрация аналитических решений показана на рисунке ниже



На рисунке показаны типы синхронизации 1/1, 2/1 (деление частоты), 3/2 – неправильная синхронизация.

ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ ФАА ДИ БРУНО НА ВЕКТОРНЫЙ СЛУЧАЙ

Сорокин П.Н.

ФГУ ФНЦ НИИ Системных Исследований РАН, Россия, 117218, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, корп. 1, e-mail: s_p_n_1974@bk.ru

Пусть функции $F(u)$ и $u(x)$ имеют все производные до n -го порядка. Тогда для n -ой производной сложной функции $G(x) = F(u(x))$ имеет место формула [1]:

$$G^{(n)}(x) = \sum_{k_1+2k_2+3k_3+\dots=n} F^{(k_1+k_2+k_3+\dots)}(u) \cdot P_{k_1+k_2+k_3+\dots},$$

$$P_{k_1+k_2+k_3+\dots} = \frac{n!}{k_1!k_2!k_3!\dots} \left(\frac{u^{(1)}(x)}{1!}\right)^{k_1} \left(\frac{u^{(2)}(x)}{2!}\right)^{k_2} \left(\frac{u^{(3)}(x)}{3!}\right)^{k_3} \dots,$$

где суммирование берется по всем целым числам $k_1, k_2, \dots \geq 0$, которые удовлетворяют уравнению $k_1 + 2k_2 + 3k_3 + \dots = n$, а $F^{(m)}$, $u^{(m)}$ — производные m -го порядка.

Рассмотрим обобщение формулы Фаа Ди Бруно на векторный случай [2]:

Пусть $G(x) = F(\bar{u}(x))$, $\bar{u}(x) = (u_1(x), \dots, u_s(x))$ — сложная функция и существуют все её частные производные до n -го порядка, а функции $u_1(x), \dots, u_s(x)$ имеют все производные до n -го порядка. Тогда для n -го дифференциала сложной функции $G(x)$ имеет место формула:

$$d^n G(x) = \sum_n \sum_{k_1} \dots \sum_{k_n} \frac{n!}{\prod_{i=1}^n (i!)^{k_i} \cdot \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^s a_{ij}!} \cdot \frac{\partial^k F(\bar{u})}{\partial u_1^{p_1} \dots \partial u_s^{p_s}} \cdot \prod_{i=1}^n \left(u_i^{(i)}\right)^{a_{i1}} \dots \left(u_s^{(i)}\right)^{a_{is}},$$

где суммирование ведется по всем решениям следующих диофантовых уравнений:

$$\sum_n : k_1 + 2k_2 + \dots + nk_n = n,$$

$$\sum_{k_1} : a_{11} + a_{12} + \dots + a_{1s} = k_1, \quad \dots \quad \sum_{k_n} : a_{n1} + a_{n2} + \dots + a_{ns} = k_n,$$

$d = \partial/\partial x$ — дифференциальный оператор, k — порядок промежуточной производной, p_j — порядок частной производной по u_j . Параметры k, k_j, p_j, a_{ij} связаны так:

$$p_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj}, \quad k = p_1 + p_2 + \dots + p_s = k_1 + k_2 + \dots + k_n, \quad j = \overline{1, s}.$$

Работа выполнена по теме государственного задания НИР 0065-2019-0007.

Литература.

1. *Архитов Г.И., Садовничий В.А., Чубариков В.Н.* Лекции по математическому анализу. — М.: Дрофа, 2003. 640 с.
2. *Mishkov R.* Generalization of the formula of Faa di Bruno for a composite function with vector argument // *Internat. J.Math.* 2000. 24(7). P. 481–491.

КАТЕГОРНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕЙ И БИМОЛЕКУЛ

Толоконников Г.К.

ФНАЦ ВИМ, Россия, 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, д.1, +7-985-130-78,
admcit@mail.ru

Работа относится к развиваемому автором направлению свёрточных поликатегорий [1], обобщающих введенные Сабо в 1975 г. поликатегории (см. Garner R.H.G. Adv.Math, 2008, 218, 781-827), и построенной на их основе категорной теории систем, обобщающей традиционные математические подходы (М.Месарович, В.Н.Матросов, С.Н.Васильев и др.), формализующей теорию функциональных систем П.К.Анохина. Композиции стрелок отвечает в свёрточных поликатегориях свёртка. Для свёрточных поликатегорий построена первопорядковая аксиоматика, аналогичная предложенной для теории категорий Хетчером [2], обосновывающая два вида дуальности, отвечающей аналогу обычной двойственности в теории категорий и новый вид дуальности, отвечающий перестановке объектов и имен полистрелок. Обе дуальности используются в категорной модели искусственных нейросетей [1] для обоснования известных интуитивных формул Осовского [3] метода обратного распространения ошибки [4]. В основе обоснования лежит следующая

Теорема. Искусственная нейросеть является ассоциативной композиционной свёрточной поликатегорией со свёртками типа "корона".

Свёрточные поликатегории строятся из категорных склеек. Теорема Гельмана-Фейнмана позволяет построить категорную модель для молекул (свёртка отвечает соединению атомов в молекулы, что согласуется с подходом Бейдера), моделировать структурные химические формулы, и различные виды связи (водородная, ароматическая, ковалентная), отвечающие известным приближениям молекулярных орбиталей. Строгие категорные модели для биомолекул, в частности, ДНК и РНК, предоставляют для алгебраической биологии [5], помимо имеющихся методов матричной генетики, богатый категорный алгебраический арсенал средств исследования, строго математического прогнозирования свойств организмов, исходя из анализа генома.

Литература

1. Толоконников Г.К. Неформальная категорная теория систем //Биомашсистемы, т.2, №4, С. 41-134.
2. Hatcher W.S. The logical foundations of mathematics, Pergamon Press, 1982, 320 p.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации, М., 2017, 448с.
4. Tolokonnikov G.K. Convolution Polycategories and Categorical Splices for Modeling Neural Networks. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol.938, pp. 259-267 (2020).
5. Tolokonnikov G.K., Petoukhov S.V. New mathematical approaches to the problems of algebraic biology, Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 1126, pp. 55-64 (2020).

RECURRENCE OF RANDOM PSEUDO-EUCLIDEAN WALKS

Koganov A.V.

Russia, Moscow, 117218, Nakhimovsky st., 36, corpus 1, Federal Science Center System
Research Institute of Russian Academy of Sciences (FGU FNC NIISI RAN) (SRISA)
akoganov@yandex.ru

We consider discrete random walks $x(t)$ ($t = 1, \dots$), radius vector $r(t) = |x(t)|$, in continuous linear spaces. We study the return property of a symmetric walk (when with probability 1 the walk returns to any neighborhood of the past point). Theorem 1. If at some point the walk has a centrally symmetric probability density of displacement, and the effective dimension n is at least two, then $E\{r(t+1) - r(t)\} > 0$ at displacement from this point, and $P\{r(t+1) > r(t)\} > P\{r(t+1) < r(t)\}$. If $n = 1$, then $E\{r\} = 0$. Theorem 2. Isotropic homogeneous walks are returnable for $n = 1$ and 2, and non-returnable for $n > 3$. Theorem 3. The direct product of the walks return, and then only when the return on both components. Theorem 4. In the case of a topological transformation of the walk space, the property of return or non-return is preserved. For a pseudo-Euclidean space, we select the T-projection of the displacement on the time axis and the S-projection on the space-like hyperplane. Theorem 5. Let the walk be T-symmetric and S-isotropic, with both T and S projections having finite mathematical expectations, finite dispersion, and non-zero densities in any neighborhood of zero. Then the walk is returnable for the S-hyperplane dimension 1 or 2, and non-returnable for other dimensions; in the case of returnable (and only in this case), the walk points everywhere densely fill the entire space. Contravariance of the jump to the automorphism of the space U is defined as: $P(x \in V|Uy) = P(x \in UV|y)$. Theorem 6. If an automorphism generates a bijection on a Sigma algebra, then it generates a contravariant transformation of the probability distribution. Then, if (and only if) the Jacobian at each point is 1, then the probability density is transformed contravariantly. These results are interpreted in mathematical physics. The 3+1 dimension is found to be minimal when random walks that are contravariant to the Lorentz group and satisfy theorem 5 become non-returnable. (Examples are constructed.) The return of the walk actually means a collapse in the model, where the walk points mean the birth of energy-carrying physical events. The contravariance of the model means the relativity principle for the event generation process.

References.

1. Koganov A.V. Model of physical space-time as a trajectory of a random process in external parametric time. // *Metaphysics* 2020, no. 2 (36), pp. 50-61 (ISSN 2224-7580)

S2

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

СOMPUTATIONAL METHODS
AND MATHEMATICAL MODELING

Руководители:

*Елена Николаевна Аристова, Владимир Ильич Залятин,
Владимир Ефимович Карпов, Александр Владимирович Коганов,
Алексей Иванович Лобанов, Павел Валентинович Москалёв,
Сергей Васильевич Сидоров, Павел Николаевич Сорокин,
Андрей Юрьевич Трифонов, Александр Васильевич Шаповалов.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ ВАННЫ С УЧЁТОМ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА

Анпилов С.В., Складчиков С.А., Лапонин В.С., Савенкова Н.П.

119991, Москва, ГСП-1, ул. Колмогорова, д. 1, стр. 52

Необходимость проведения предлагаемых исследований обусловлена тем, что натурные эксперименты на промышленном алюминиевом электролизёре являются дорогостоящими и крайне трудоёмкими – в силу высокой температуры характерной для работы электролизёра и наличия в самой ванне химически агрессивных сред.

В докладе представлены результаты моделирования теплового режима электролизной ванны с учётом лучистого теплообмена, оказывающего существенное влияние на распределение температуры (и как следствие эффективности работы) в силу высоким перепадом температур между расплавом (более 900°C) и окружающей средой.

ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С УПРАВЛЕНИЕМ НА ЯЗЫКЕ JULIA

Апреутсей А.М.Ю.

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей,
Российский университет дружбы народов,
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6, 1032193049@rudn.ru

Данная работа посвящена гибриднему моделированию нелинейных систем с управлением. В подобных гибридных системах присутствуют элементы как с непрерывным, так и дискретным характером функционирования.

В качестве рассматриваемой системы выступает модель взаимодействия процесса передачи данных по протоколу Transmission Control Protocol (TCP) и алгоритма активного управления очередью Random Early Detection (RED), контролирующего и предотвращающего перегрузки в очередях маршрутизатора [1]. Математическая модель подобного взаимодействия представляет собой систему дифференциальных уравнений, отражающих поведение непрерывных параметров системы, таких как изменение размера очереди TCP-окна [2]. За управление по алгоритму RED отвечает кусочно-вероятностная функция сброса пакета, зависящая от текущих значений непрерывных функций, пороговых значений размера очереди и параметра, задающего часть отбрасываемых пакетов в случае перегрузки. При моделировании данной системы важно учитывать особенности непрерывных параметров, дискретные переходы между TCP состояниями и функцию сброса пакетов в алгоритме RED.

В реализации описанной модели на языке Julia использовалась библиотека DifferentialEquations, которая обеспечила эффективное решение дифференциальных уравнений, описывающих поведение непрерывных элементов системы. Дискретная вероятностная функция сброса пакетов успешно реализована как контроллер на сетевом оборудовании с использованием опции обратных вызовов. В результате моделирования были получены графики, отражающие динамику управления перегрузкой TCP и динамику очереди в маршрутизаторе с модулем управления очередью по алгоритму RED с течением времени в зависимости от начальных параметров системы.

Таким образом, проведено численное моделирование процесса передачи данных по протоколу TCP и процесса регулирования алгоритмом RED состояния потока при возникновении перегрузок, получены графики, демонстрирующие изменения основных параметров системы при различных начальных настройках маршрутизатора.

Литература

1. *Misra V., Gong W.-B., Towsley D.* Fluid-Based Analysis of a Network of AQM Routers Supporting TCP Flows with an Application to RED // ACM SIGCOMM Computer Communication Review.—2000.—10.—Vol. 30, no. 4.—P. 151–160.
2. *Королькова А. В., Кулябов Д. С.* Математическая модель динамики поведения параметров систем типа RED // Вестник РУДН, серия Математика. Информатика. Физика.. — 2010. — № 2. — С. 54–64.

КОНСЕРВАТИВНАЯ МОНОТОНИЗАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СХЕМЫ СР ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА

Аристова Е.Н., Караваева Н.И.¹

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН 125047, Москва, Миусская пл., д.4

¹МФТИ (НИУ) 141701, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9

К необходимости решать уравнение переноса приводят многие задачи науки и техники. Для решения уравнения переноса Б.В.Роговым были построены и исследованы бикомпактные схемы с двухточечным пространственным шаблоном. Четвертый порядок аппроксимации этих схем по пространству и возможность интегрировать их по времени с любым разумным порядком аппроксимации поддерживают высокий интерес к ним. Однако методом коллокации было показано, что пространственная аппроксимация бикомпактных схем для уравнения Далквиста имеет функцию устойчивости, не обладающую L-устойчивостью, поэтому для больших оптических толщин бикомпактные схемы плохо передают свойства решения неоднородного уравнения переноса [1].

Интересной альтернативой является использование для решения уравнения переноса модифицированной схемы СР третьего порядка аппроксимации по пространству и времени, которая была предложена в работе [2]. Данная схема основана на эрмитовой интерполяции, в которой для построения интерполианта используются не только узловые значения функции, но и узловые значения производных. В отличие от оригинального метода, в котором для вычисления производных на новом временном слое используется продолженное уравнение переноса (уравнение, записанное для пространственных производных), в предлагаемой модификации замыкание производится с помощью вычисления интегральных средних по ребрам ячейки и использования формулы Эйлера–Маклорена. Такая модификация является консервативной и позволяет использовать схему для решения задач переноса с поглощением. Схема СР обладает небольшой диссипацией и экстра малой дисперсией. Однако, как и любая схема высокого порядка аппроксимации, схема немонотонна. В данной работе рассматривается консервативная монотонизация модифицированной схемы для решения неоднородного уравнения переноса.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 18-01-00857-а.

Литература.

1. Аристова Е. Н., Овчаров Г. И. “Эрмитова характеристическая схема для неоднородного линейного уравнения переноса”, Матем. моделирование, 32:3 (2020), 3–18
2. Е. Н. Аристова, Б. В. Рогов, А. В. Чикиткин, “Оптимальная монотонизация высокоточной бикомпактной схемы для нестационарного многомерного уравнения переноса”, Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 56:6 (2016), 973–988; Comput. Math. Math. Phys., 56:6 (2016), 962–976

ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА С УРАВНЕНИЕМ ДВОЙНОГО СИНУС-ГОРДОНА И УСЛОВИЯМИ НЕЙМАНА: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРИМЕНИМОСТЬ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ФАЗОВЫЕ ПОРТРЕТЫ

Атанасова П.Х., Панайотова С.А.¹

Объединенный институт ядерных исследований, Россия, 141980, Дубна,
ул. Жолио-Кюри, 6, poli@jinr.ru

¹Пловдивский университет «Паисий Хилендарски», Болгария, 4000, Пловдив,
ул. Цар Асен 24, stefani.panaiotova93@gmail.com

Целью нашей работы является получение всех типов аналитических решений граничной задачи с уравнением двойного синус-Гордона и условиями Неймана. Эта задача очень актуальна при исследовании длинных джозефсоновских контактов со второй гармоникой в ток-фазовом распределении. Работа в этой области началась сравнительно недавно, и полученные к настоящему времени результаты представлены в статьях [1,2]. Основным поднятым вопросом была применимость полученных аналитических выражений. В данной работе сделана классификация и всесторонний анализ физических параметров, при которых возможно реализовать каждое из решений. Анализируется влияние параметров задачи на изменение фазовых портретов.

Литература

1. *H.D.Dimov, P.Kh.Atanasova and S.A.Panayotova*. Some analytical solutions for magnetic flux distribution in long josephson junction with second harmonic in the current phase relation // AIP Conference Proceedings, **Vol. 2164**, No. 100001, Year 2019.
2. *Павлина Христова Атанасова, Христо Димов Димов*. Analytical solutions of a double sine-Gordon stationary equation describing long Josephson junctions // Proceedings of the Scientific Conference Innovative ICT in Research and Education: Mathematics, Informatics and Information Technologies, Section A: Development of Innovative Software Tools and Technologies with Application in Research and, Year 2019. Pp. 105-116.

ПОСТРОЕНИЕ ARIMA-МОДЕЛЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЯДОВ ДИНАМИКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Безрукова А.В., Шапкина Н.Е., Чуличков А.И., Газарян В.А., Курбатова Ю.А.¹

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, +7(999) 765-29-30, bezrukova.av16@physics.msu.ru

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, Российская академия наук, Россия, 109071, г. Москва, Ленинский просп., д. 33

С каждым годом влияние метеорологических показателей на окружающую среду становится все более существенным и заметным, в связи с чем исследования в этой области набирают значительные обороты, и их актуальность возрастает [1].

Важнейшими климатическими параметрами являются температура воздуха у поверхности земли и концентрация углекислого газа [2], в связи с этим в качестве объектов изучения выбраны ряд среднесуточных показателей температуры за период с 1971 по 2010 в Центральном-Лесном государственном природном заповеднике Тверской области и ряд ежесекундных измерений концентрации CO₂ на различных высотах во Вьетнаме за время с 2011 по 2017.

Для анализа временного ряда, определения его природы, прогнозирования, а также управления процессом, порождающим данный ряд, необходимо построение модели ряда динамики и интерпретация результатов моделирования.

Целью работы является определение методами математической статистики и математического моделирования тенденции колебаний и прогнозирование среднесуточной температуры приземного слоя атмосферы в 1971-2010 гг. в системе приземный слой атмосферы – подстилающая поверхность в юго-западной части Валдайской возвышенности, а также исследование и прогнозирование ряда концентрации CO₂ во Вьетнаме на различных высотах в 2011-2017 гг. Для решения этой задачи проводится статистический анализ временных рядов температуры и концентрации CO₂ в разных регионах Земли с применением статистических методов прогнозирования.

На основе рассмотренных в процессе работы методов были получены модели $ARIMA(0, 1, 1)(0, 0, 1)_{12}$ и $ARIMA(1, 1, 3)(0, 1, 1)_{12}$ для данных о максимальной и минимальной температуре и $ARIMA(2, 1, 3)(0, 1, 1)_{12}$ для концентрации CO₂. Построенные прогнозы хорошо отражают общую тенденцию и вид ряда, а также согласуются с данными в исследуемом промежутке времени, что подтверждается соответствующими критериями проверки значимости и адекватности.

Литература

1. Alsharif M.H., Kim, J. Green and sustainable cellular base stations: An overview and future research directions. *Energies*, 2017. 587 p
2. Крышнякова О.С., Малинин В.Н. Оценка трендов колебаний осадков на европейской территории России. // *Вестник Российского государственного университета им. И.Канта*. номер 1, год 2010. Стр. 64-69.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ ФЕНОМЕНЫ В СИСТЕМЕ СВЯЗАННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Беляев А.В., Ряшко Л.Б.

Уральский математический центр, Уральский федеральный университет, Россия,
620083, Екатеринбург, пр. Ленина 51, belyaev.alexander1337@yandex.ru

В данной работе рассматривается метапопуляция, состоящая из двух связанных популяций, моделируемых отображением Рикера. Целью данного исследования является анализ динамических режимов корпоративной динамики при вариации интенсивности перетоков [1] и случайных возмущений. Изолированные подсистемы, то есть такие, в которых коэффициент связи равен нулю, могут находиться в различных устойчивых режимах: равновесных, осцилляторных и хаотических. А именно в данном случае рассматриваются системы в равновесных режимах. При взаимодействии между популяциями (случай ненулевого значения коэффициента связи) поведение системы может существенно изменяться, например, равновесный режим трансформируется в периодический, квазипериодический и хаотический режим, а хаотический – снова в регулярный. В настоящей работе проведено параметрическое исследование возможных сценариев изменения корпоративной динамики и их связи с бифуркациями разных типов. Построены и изучены аттракторы системы, а также сделан анализ временных рядов координат. Рассматривается стохастическая система, учитывающая случайное воздействие на метапопуляцию. С помощью техники функции стохастической чувствительности и метода доверительных областей исследованы и продемонстрированы такие стохастические феномены, как стабилизация неустойчивого равновесия, вымирание популяции при изменении интенсивности шума, а также возникновение хаоса, индуцированного шумом.

Литература

1. *Bashkirtseva I., Pisarchik A. Variability and effect of noise on the corporate dynamics of coupled oscillators // AIP Conference Proceedings Vol. 2172, No. 070004, Year 2019.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ВНУТРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КУПЕЙНОГО ВАГОНА

Братусь А.С., Очеретяная А.С.

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»,
кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»,
Россия, 127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
Тел.: +7 495 684-23-96, E-mail: tu@mii.ru

Распространение коронавирусной инфекции COVID – 19 создало серьезные проблемы для экономики и систем здравоохранения многих стран. Транспорт – один из опасных каналов распространения инфекции. В работе объектом распространения является вагон РЖД. Цель – описать распространение инфекции в вагоне РЖД с помощью стохастической модели. Модель вагона представляется в виде сети. Процессы, происходящие на сети, считаются марковскими. Процессы на сети смоделированы алгоритмом Гиллеспи, который реализован на языке программирования Python. Были осуществлены расчеты в случае одного и двух источников заражения. Полученные результаты позволили заключить, что на скорость распространения инфекции влияет расположение изначально зараженных пассажиров. Наибольший риск при распространении инфекции представляют проводники и нерегламентированное пользование общественных мест. В случае нахождения одного инфицированного купе было предложено изолировать его от других пассажиров. Данная мера показала снижение динамики распространения инфекции на 20 процентов. Численные расчеты свидетельствуют о том, что нет необходимости изолировать более одного купе в рамках рассматриваемой модели.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-04-601577

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ОБРАБОТКИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОНКРЕТНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ПРЕДМЕТНОЙ ЗАДАЧИ

Г.Д. Волкова, Ньи Ньи Хтве

ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», Россия, 127055, Москва, Вадковский пер., 1,
Тел.: +79800105548, E-mail: snn90.mm@gmail.com
ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», Россия, 127055, Москва, Вадковский пер., 1
Тел.: +79161277268, E-mail: cog-par@yandex.ru

Сохранение интеллектуального потенциала промышленных предприятий является в настоящее время насущной задачей. Интеллектуальный ресурс любой организации включает: опыт и знания её специалистов; фонды регламентов и стандартов, хранящихся как в документной, так и в электронной форме. Для переноса накопленной информации и знаний из памяти специалистов и из документов в вычислительную среду необходимо выполнить их формальное моделирование. Методологией, которая обеспечивает такой перенос на основе моделирования знаний (или концептуального моделирования) является методология автоматизации интеллектуального труда, разработанная на кафедре Информационных технологий и вычислительных систем МГТУ «СТАНКИН».

Формальное описание модели технических знаний в виде концептуального представления предметных задач в рамках методологии автоматизации интеллектуального труда позволяет не только моделировать знания в различных методиках (исследовательских, проектных, технологических, управленческих и др.), но и позволяет дополнительно обрабатывать и классифицировать технические знания [1,2,3]. В данной работе выполнено формальное описание концептуальной модели конкретного уровня 1-го рода для предметной задачи, представляющей документированные технические знания в виде справочных таблиц, приведена также классификация предметных зависимостей 1-го рода по типам.

Формальное описание концептуальной модели конкретного уровня 1-го рода является основанием для разработки алгоритма и методики обработки статистических предметных зависимостей 1-го рода при моделировании технических знаний.

Литература

1. *Волкова Г. Д.* Концептуальное моделирование проектных задач в машиностроении/ М.:Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2000г. -98 с
2. *Волкова Г. Д.* Концептуальное моделирование проектных задач: учеб. Пособие / Г. Д Волкова. – М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2015. -117 с .:цл.
3. *Волкова Г. Д.* Методология автоматизации интеллектуального труда. - М.: Янус-К, 2013. - 104 с.

ОБ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КЕПЛЕРОВА ДВИЖЕНИЯ ПО УГЛОВЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ: РЕДУКЦИЯ ЗАДАЧИ

Горицкий Ю.А.

НИУ МЭИ, Россия, 111250, Москва, Красноказарменная, 14, 8(495) 362 7774,
Gjritskiy@ya.ru

Задача оценивания параметров орбит космических тел (КТ) по угловым измерениям не нова, однако, с изменением технических средств измерения, требований к точности и вычислительных возможностей, задача приобретает различные новые особенности. В частности, актуальна задача оценки с высокой точностью смещения орбиты (расстояния от измерителя до точки падения). Цель работы: предложить инженерам – разработчикам алгоритмов достаточно простые инструменты для оценки возможной точности.

Упрощение анализа опирается на основные три момента. Во-первых, выделяется семейство неблагоприятных для наблюдателя орбит; это орбиты, плоскость которых касается траектории движущегося (из-за вращения Земли) наблюдателя, и точка касания является точкой пересечения двух движений; в этом случае полезная информация содержится только в измеряемых углах места. Во-вторых, движение наблюдателя заменяется эквивалентным в плоскости орбиты так, чтобы угловые измерения совпадали с истинными; однако, это эквивалентное движение ясным образом зависит от орбиты КТ. В третьих, показывается, что эта зависимость от орбиты ничтожна, и движение наблюдателя можно считать равномерным по земной сфере в плоскости орбиты (дело в том, что информацию о величине смещения орбиты КТ несут лишь последние наблюдения, т.е. когда движение наблюдателя происходит в окрестности касания орбитальной плоскости). Ничтожно малые значения погрешностей (из-за замены движения наблюдателя) подтверждаются вычислениями..

Итак, имеем плоскостную модель движения-измерения, это упрощает анализ.

На этой модели проанализирована потенциальная точность оценки параметров с помощью информационной матрицы Фишера. Вычисление матрицы Фишера основано на численном решении дифференциального уравнения, выражающего второй закон Кеплера. Расчеты показывают, что по угловым измерениям возможно получение практически полезных результатов.

В рассматриваемых условиях низкой точности параметров смещения, возникает более простая (по требованиям к точности измерений) задача различения гипотез о том, велико ли смещение или мало. На этой же плоской модели анализируется качество обнаружения заданного «малого» смещения орбиты. Находится статистика отношения правдоподобия, и для нее определяется информационное расхождение, определяющее качество различения. Оно зависит не только от орбит, но и от дискретности и точности измерения. Задавая уровень достоверности различения, определяются точность измерения и дискретность. Примеры показывают, что возможно получение вполне достоверного обнаружения для практически интересного диапазона параметров орбит [1, 2]..

1. Горицкий Ю.А., Тигетов Д.Г., Ануфриев А.М. Двумерная модель для оценки эффективности угловых измерений по эллиптическим орбитам // "Известия РАН. Теория и системы управления", 2020, №6, 12с
2. Горицкий Ю.А., Тигетов Д.Г., Китова Е.В. Вероятностный анализ требований к угломерной системе обнаружения смещения эллиптической орбиты // "Вестник МЭИ", №6 2020г. С.101-109.

ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП ДЛЯ СПЛОШНЫХ СРЕД, ОБЛАДАЮЩИХ ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ, ПРИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВНЕШНИХ СИЛАХ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Грачев В.А., Найштут Ю.С.

Самарский государственный технический университет, Факультет промышленного и гражданского строительства, кафедра Металлических и деревянных конструкций, Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская 194,
Тел.: (846)339-14-94,
E-mail: neustadt99@mail.ru

Сплавы типа нитинола, механическое поведение которых интенсивно изучается в последние десятилетия [1], отличаются от большинства металлов тем, что после пластического деформирования силами и последующего нагревания способны восстанавливать первоначальную форму. Анализ напряженно-деформированного состояния сплавов с памятью формы, производится на основе физических моделей, в которых под действием внешних сил и температуры происходят мартенситно-аустенитные фазовые превращения. Следует отметить, что объяснение фазовых превращений требует привлечения дополнительных предположений при постановке задачи деформирования сплошной среды. В то же время деформирование тел из материалов с памятью формы отличается следующей особенностью: необратимое изменение формы образцов после приложения и снятия нагрузки полностью восстанавливается, если образцы нагревать при определенной температуре. Феноменологически "прямая и обратная" деформации протекают одинаково с точностью до знака. Поскольку деформирование силами порождает пластическую деформацию, возникает вопрос объяснить "обратную" деформацию на основе теории пластичности, не вникая в фазовые превращения. Этой цели посвящена предлагаемая работа.

Формулируется и доказывается вариационный принцип типа Э. Рейснера [2] о существовании седловой точки функции Лагранжа, определяемой для обобщенных скоростей деформаций и напряжений, заданных в четырехмерном пространстве-времени

$$L(\sigma_{ij}, u_i) = \frac{1}{2} \int_{D \times \{0, t\}} (E_{ijkl}^{-1} \sigma_{ij} \sigma_{kl} + c \sigma_{ij} \delta_{ij} \dot{T}) dV + \int_{D \times \{0, t\}} (\sigma_{ij}^0 \varepsilon_{ij} - \sigma_{ij} \varepsilon_{ij}) dV, \quad dV = dx_1 dx_2 dx_3 dt \quad (1)$$

Дополнительные ограничения связаны с первым и вторым началами термодинамики. Принцип (1) является развитием двух минимальных принципов теории пластичности: для поля скоростей деформации и поля скоростей напряжений. Подробное объяснение входящих в (1) функций содержится в препринте авторов [3].

Ключевые слова: вариационный принцип, память формы, сплошная среда.

Литература

1. Bonetti, E., Colli P., Fabrizio, M., Gilardi G. Existence of Solutions for a Mathematical Model Related to Solid-Solid Phase Transitions in Shape Memory Alloys // Archive for Rational Mechanics and Analysis, 2016 : 219, Issue 1, 203–254.
2. Reissner, E. On mixed variational formulations in finite elasticity // International Journal of Solids and Structures, 1965:1 , 93-95.
3. Grachev V., Neustadt Yu. Variational principle for shape memory alloys, 2018: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1807/1807.03153.pdf> -13pages

ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ИМПУЛЬСНОГО DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Захаров И.А., Сухотерин Е.В., Колесников Д.В., Бормонтов Е.Н.

Воронежский государственный университет, Россия, г. Воронеж АО «ПКК Миландр»,
Россия, г. Москва

При проектировании импульсных DC-DC преобразователей на основе ШИМ-контроллеров важно иметь линейную модель, которая связывает параметры внешних элементов ШИМ-контроллера и внутренние параметры ШИМ-контроллера с основными параметрами DC-DC преобразователя. Это особенно актуально для ряда приложений, требующих точной оценки некоторых специфических параметров DC-DC преобразователей, например, амплитуды и времени отклика на ступенчатое изменение тока нагрузки [1].

В настоящей работе разработана линейная модель DC-DC преобразователя, учитывающая такие внутренние параметры ШИМ-контроллера как коэффициент усиления модулятора и коэффициент усиления по току усилителя ошибки, а также такие параметры внешних элементов как индуктивность дросселя, емкость сглаживающего конденсатора, сопротивление и емкость цепи компенсации, емкость и сопротивление нагрузки. Для линейной модели построена передаточная функция, для которой получено упрощенное аналитическое представление. Для расчета амплитуды и времени отклика на ступенчатое изменение тока нагрузки предложено представление линейной модели DC-DC преобразователя в виде параллельной RLC-цепи. Получены выражения, связывающие сопротивление, емкость и индуктивность такой цепи с параметрами ШИМ-контроллера и внешних элементов.

Полученные аналитические выражения были проверены экспериментально с использованием отечественных ШИМ-контроллеров разработки АО «ПКК Миландр». Проведенное сравнение экспериментальных данных, результатов схемотехнического моделирования и аналитических расчетов показало, что полученные аналитические выражения обеспечивают удовлетворительную точность и обеспечивают быстрый и эффективный подбор параметров внешних элементов при проектировании DC-DC преобразователей.

Таким образом, аналитические выражения, полученные на основе разработанной линейной модели DC-DC преобразователя, могут быть использованы, например, в спецификациях ШИМ-контроллеров в качестве рекомендаций по проектированию на их основе DC-DC преобразователей.

Литература.

1. Redl R., Erismann B.P., Zansky Z. Optimizing the load transient response of the buck converter // Materials of APEC '98 Conference, 1998. P.170-176.

АНАЛИЗ СОГЛАСОВАННОСТИ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА

Н.А. Коробов, Е.С. Назаренко, К.М. Назаренко, П.Н. Марков, А.Б. Надыкто

Московский Государственный Технологический Университет «СТАНКИН»
Россия, 127055, г. Москва, ул. Вадковский пер. 1,
Тел.: (+7 499)972-95-00; e-mail: cmr.nazy@gmail.com

Исследование процессов формирования молекулярных кластеров требует информации об их термодинамических свойствах. Поскольку изучаемые системы могут иметь различные конфигурации с наперед неизвестной структурой и свойствами, поиск стабильных изомеров позволяет определить компонентный состав их смеси и энергии реакций образования.

Конформационный поиск молекулярных кластеров, представляющий собой процесс многомерной оптимизации их геометрических конфигураций на основе квантово-химических моделей строения, является вычислительно сложной задачей. От его детальности зависит точность получаемых результатов. Одним из важнейших требований к этой, проводимой в несколько этапов, процедуре [1] является одновременное завершение пакета вычислительных заданий, продиктованное необходимостью сравнения свойств получаемой группы изомеров. Число заданий, достигающее нескольких тысяч, определяется многообразием их исходных геометрий. Для выбора параметров алгоритмов, осуществляющих межуровневый переход, а также конвейерной организации конформационного поиска [2] с упреждающей обработкой заданий следующего уровня теории, требуется информация о согласованности применяемых моделей.

В результате исследования кластеров $2C_{20}H_{30}O_{12}$ и $CH_3CH_2CONH_2-3H_2SO_4$ получены более стабильные ($\Delta G_1 = -11,81$, $\Delta G_2 = -3,87$ ккал моль⁻¹ на уровне теории PW91PW91/6-311++G(3df,3pd)) изомеры. В работе приводятся статистические данные согласованности квантово-химических методов, использованных при конформационном поиске молекулярных кластеров атмосферного происхождения.

Полученные результаты позволяют повысить эффективность исследования молекулярных кластеров за счет более рационального выполнения межуровневых переходов конформационного поиска.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-11-00247 от 20.04.18.

Литература.

1. Назаренко К.М. и др. Эффективные средства автоматизации математического моделирования молекулярных и наносистем. - Тезисы докладов XXIV международной конференции «Математика. Компьютер. Образование», 2017, с. 43.
2. Коробов Н.А. и др. Организация конвейерной обработки вычислительных заданий конформационного поиска. – Тезисы докладов XXVII международной конференции «Математика. Компьютер. Образование», 2020, с. 197.

КВАЗИКЛАССИЧЕСКИЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ СЕРИИ НЕЛОКАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ГРОССА-ПИТАЕВСКОГО НА КРИВОЙ

Кулагин А.Е.^{1,3}, Трифонов И.О.^{1,4}, Шаповалов А.В.^{2,4}

¹Томский политехнический университет, Россия, 634034, Томск, пр. Ленина 30,
Телефон: (3822) 418913, E-mail: aek8@tpu.ru

²Томский государственный университет, Россия, 634050, Томск, пл. Новособорная, 1,
Телефон: (3822) 529843, E-mail: shpv@phys.tsu.ru

³Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Россия, 634055, Томск, пл.
Академика Зуева, 1,

⁴Томский государственный педагогический университет, Россия, 634041, Томск, ул.
Киевская, 60.

Рассматривается метод построения асимптотических решений спектральной задачи для нелокального уравнения Гросса-Питаевского, сосредоточенных на кривой в фазовом пространстве. Предлагаемый подход является обобщением метода построения квазиклассических решений задачи Коши для нелокального уравнения Гросса-Питаевского [1], основанного на идеях метода комплексного ростка Маслова [2].

Суть нашего подхода заключается в следующем. Мы ищем решения задачи Коши, не зависящие от времени. Как и в [1], квазиклассические решения задачи Коши ищутся в расширенном за счет параметра кривой пространстве в специальном классе функций. При этом в расширенном пространстве поиск не зависящих от времени асимптотических решений сводится к поиску периодических решений, обладающих специальным типом автомодельной симметрии. Предлагается конструктивный метод поиска таких решений, который сводит рассматриваемую задачу к поиску периодических решений интегро-дифференциальной системы Гамильтона-Эренфеста второго порядка и решений Флоке системы обыкновенных дифференциальных уравнений (так называемой системой в вариациях).

Представлен пример физически осмысленной задачи, для которой асимптотические решения, сосредоточенные на окружности, удастся построить полностью в аналитическом виде. Приводятся сами решения в явном виде и квантованные значения энергии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 19-41-700004.

Литература

1. *Shapovalov A.V., Kulagin A.E., Trifonov A.Yu.* The Gross-Pitaevskii equation with a nonlocal interaction in a semiclassical approximation on a curve // *Symmetry* **Vol. 12**, Issue 2, 2020, paper 201.
2. *Маслов В.П.* Комплексный метод ВКБ в нелинейных уравнениях. – М: Наука, 1977.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЛИТОНОВ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ КОНДЕНСАТА С ПРЕПЯТСТВИЕМ.

Лапонин В.С., Складчиков С.А., Анпилов С.В., Савенкова Н.П.

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет ВМК, РФ, 119991, Москва,
Ленинские горы д. 1, стр. 52, +7 (495) 939-52-55, lap@cs.msu.ru

В данной работе исследуется взаимодействие солитонов после столкновения Бозе-Эйнштейновского конденсата (БЭК) с препятствием (внешним потенциалом) [1-2]. Солитоном называется уединенное возбуждение в нелинейной бездиссипативной среде [4]. Слово «уединенное» означает, что величина возбуждения (его амплитуда) убывает при удалении от центра солитона. Слово «бездиссипативной» означает, что при распространении солитонов механическая энергия сохраняется, в частности трение отсутствует.

Конденсат Бозе-Эйнштейна [3] - агрегатное состояние вещества, основу которого составляют бозоны, охлажденные до температур, близких к абсолютному нулю (меньше миллионной доли градуса выше абсолютного нуля). В таком сильно охлажденном состоянии достаточно большое число атомов оказывается в своих минимально возможных квантовых состояниях, и квантовые эффекты начинают проявляться на макроскопическом уровне.

В основе математической постановки задачи распространения БЭК находится двухмерное уравнение Гросса-Питаевского (ГП). Это классическое нелинейное уравнение, учитывающее эффекты межчастичного взаимодействия посредством эффективного среднего поля. Ввиду, аналогичности уравнения ГП в теории БЭК и НУШ в нелинейной оптике, многие явления, предсказанные и описанные в нелинейной оптике, можно ожидать и в макроскопических квантовых состояниях БЭК, несмотря на кардинальные различия физических систем.

Литература.

1. *V.A. Trofimov, A.V. Rozantsev.* 2D soliton formation of BEC at its interaction with external potential // Proceedings of SPIE, V. 8497, 2012.
2. *Kamchatnov, A.M., and Korneev, S.V.* // Dynamics of ring dark solitons in Bose-Einstein condensates and nonlinear optics. Phys. Lett. A 374, 4625-4628, 2010.
3. *Kamchatnov, A.M., and Salerno, M.* // Dark soliton oscillations in Bose-Einstein condensates with multi-body interactions. J. Phys. B 42, 185303, 2009.
4. *Кившиарь Ю.С., Агравал Г.П.* Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005, 648 стр.
5. *Лапонин В.С., Савенкова Н.П., Ильютко В.П.* // Численный метод поиска солитонных решений. Прикладная математика и информатика №38, М.: Макс Пресс, 2011.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ВИДЕО С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНЫХ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Пхью Вэй Лин

Московский государственный технологический университет (СТАНКИН), Россия, 127055, Москва, Вадковский переулок, +7 999 904 79 08, phyowailinmipt@gmail.com

В настоящее время хаотические сигналы широко используются во многих областях. Хаотические сигналы могут быть выражены в виде нелинейного уравнения, такого как нечеткая модель, ANN, серия Вольтерра или модель Винера-Хаммера - Штейна[1-3]. Это исследование направлено на получение такого же поведения с помощью методов искусственного интеллекта для моделирования хаотического движения с использованием данных, полученных из видеозаписи движения объекта, который не может быть смоделирован математически. Будет установлено поведение предложенной модифицированной хаотической системы Лоренца в фазовом пространстве[4]. Отслеживание любого объекта на видео обеспечивается определением положения объекта на изображении. В данном исследовании используется метод сопоставления шаблонов. Сопоставление может быть выполнено в формате RGB, а также операции в серой форме, когда изображение берется в видео; изображение преобразуется в двоичный уровень и преобразуется из цветного в серый.

Однослойной ANN недостаточно для моделирования хаотической системы. Будет использоваться многослойная ANN. Каждое входное значение, которое достигает входного слоя, может быть умножено на вес в скрытом слое, чтобы достичь нейрона в скрытом слое. Значение каждого нейрона, достигающего скрытого слоя, является входом следующего выходного слоя через определенный процесс. Чтобы обучить хаотическому поведению объекта на видео, сначала информация о местоположении была взята из видео, как описано во второй части объекта. Затем эта информация о местоположении была передана ANN в структуру NAR. В результате хаотическое поведение, моделируемое ANN, может использоваться взаимозаменяемо, поскольку оно может отображать те же характеристики и ожидаемое поведение, что и реальная хаотическая система.

Литература.

1. *L. P. Maguire, Liam P.* Predicting a chaotic time series using a fuzzy neural network-Canada: Information Sciences, vol. 112(1-4), 1998. p. 125-136.
2. *J. C. P. A. R. J.-M. Kuo* .Prediction of Chaotic Time Series with Neural Networks-Singapore: International Journal of Bifurcation and Chaos, 1992. pp. 989-996.
3. *P. Gmez-Gil, J. M. Ramirez-Cortes, S. E. Pomares Hernandez, and V. Alarcn-Aquino*, "A Neural Network Scheme for Long-Term Forecasting of Chaotic Time Series," Netherland: Neural Processing Letters. vol. 33, no. 3 . 2011. pp. 215-233.
4. *K. Rajagopal, A. Akgul, I. M. Moroz, Z. Wei, S. Jafari, and I. Hussain*, "A simple chaotic system with topologically different attractors," IEEE Access, vol. 7. 2019. pp. 36-47.
5. *Murat E C, Zeynep B G, Muhammed A P, Ali F B, and Akif A* "Modelling of a chaotic system motion in video with artificial neural networks" Turkey: Chaos theory and applications Volume 01, Number 1. 2019, Pages 38-50.

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ИЗМЕНЕНИЯМИ СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВ В ЗОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Мариненко А.В.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Россия,
630090, Новосибирск, пр. Академика Коптюга 3, +79930227702, arkadiy@reqip.net

В работе предложена электродная система наблюдений, основанная на методе электротомографии на постоянном токе. Основным предназначением такой системы является своевременное обнаружение зон таяния мерзлоты в подповерхностном слое земли. Образование подобных зон происходит из-за нетипично высоких температур в северных широтах и приводит к неравномерной просадке грунта. 29 мая 2020 года это послужило одной из причин утечки дизельного топлива в городе Норильск. В ходе исследований было проведено моделирование ситуации образования зоны таяния мерзлоты под резервуаром с топливом.

Для решения прямой задачи на постоянном токе использовался узловый метод конечных элементов на тетраэдральных сетках [1]. Краевая задача в данном случае выглядит следующим образом:

$$-\operatorname{div} \sigma \operatorname{grad} \varphi = 0, \quad \sigma \frac{\partial \varphi}{\partial n} \Big|_{\Gamma_S} = j_S, \quad \varphi \Big|_{\Gamma_0} = 0, \quad [\varphi]_{\Gamma_{ij}} = 0, \quad \left[\sigma \frac{\partial \varphi}{\partial n} \right]_{\Gamma_{ij}} = 0, \quad (1)$$

где σ — удельная электропроводность (См/м), φ — скалярный электрический потенциал (В), j_S — ток на электродах (А), Γ_0 — внешняя граница области моделирования, Γ_S — поверхность электродов, Γ_{ij} — границы между подобластями с разными электрофизическими свойствами, n — нормаль.

Для решения обратной задачи использовалась схема Гаусса-Ньютона для минимизации функционала Φ [2]:

$$\Phi = \Phi_d + \lambda \Phi_m \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Φ_d — функционал данных, Φ_m — модельный функционал, λ — параметр регуляризации.

На финальном этапе рассчитывалось аномальное поле, которое получалось путем вычета результатов инверсии с зоной таяния вечной мерзлоты и без нее. Все расчеты выполнялись на персональном компьютере с использованием авторского программного комплекса DiInSo (Web-сайт программы: <https://diinso.sourceforge.io>), предназначенного для решения прямых и обратных задач электротомографии в различных постановках.

Литература

1. *Зенкевич О., Морган К.* Конечные элементы и аппроксимация. — М.: Мир, 1986. — 318 с.
2. *Rucker C.* Advanced electrical resistivity modelling and inversion using unstructured discretization // *Dissertation*, Leipzig, 2011. — 121 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЗОННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ИСКУССТВЕННЫЙ ЛЕДОВЫЙ ОСТРОВ

Муратов М.В., Конов Д.С., Петров И.Б.

Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет), Россия, 141701, Долгопрудный,
Первомайская улица 3, 89629220639, konov1999@gmail.com

Для современных задач освоения Арктики, связанных с разведкой и добычей полезных ископаемых, актуально создание искусственных ледовых островов в Арктическом шельфе, в связи с скоростью их возведения, экономической целесообразностью и другими факторами. Важнейшей задачей эксплуатации таких островов является их устойчивость. В данной работе обсуждается вопрос устойчивости ледовых островов к таянию. Для этого сформулирована задача Стефана об изменении фазового состояния веществ. На основании работ [1] и [2] построен энтальпийный метод решения, рассмотрена применимость этого метода. Разработана численная модель решения задачи. Реализована программа для моделирования тепловых процессов в толще произвольного двумерного массива веществ с учетом произвольных начальных условий, условий внешней среды, приливных течений воды. С помощью этой программы произведен расчет распределения температуры в толще ледового острова после намораживания. Рассмотрены разные конфигурации – с промерзанием глины и учетом приливных течений и без них. Для полученного распределения температуры льда были изучены изменения формы острова из-за оттаивания в экстремально теплых условиях и при обычных сезонных колебаниях температуры.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-01-00432

Литература.

1. *Албу А.Ф.* Применение методологии быстрого автоматического дифференцирования к решению задач управления тепловыми процессами с фазовыми переходами // Автореф. дис. д-ра физ.-мат. наук. М., 2016.
2. *Бирюков В.А., Миряха В.А., Петров И.Б.* Численное моделирование трехмерной задачи таяния искусственного ледяного острова энтальпийным методом // Четвертая всероссийская конференция с международным участием «Полярная Механика-2017» 2017. с. 81-86
3. *Stognii P., Petrov D., Khokhlov N., Favorovskaya A.* Numerical modeling of influence of ice formations under seismic impacts based on grid-characteristic method. // *Procedia Computer Science* 2017. pp. 381-392

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДУБЛИРОВАНИЯ СООБЩЕНИЙ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Никольский И.М.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, ф-т ВМК, каф. СКИ

Беспроводные сенсорные сети (БСС) представляют собой набор "умных сенсоров" - устройств, способных замерять некоторую физическую величину, производить простейшую обработку данных и обмениваться информацией с другими узлами с помощью радиомодуля. Область применения БСС широка - от мониторинга состояния газопроводов до предупреждения стихийных бедствий.

Одной из сложностей, с которой сталкиваются разработчики БСС, является ненадёжность радиоканала. Наличие интерференции и отражения радиосигнала, а также использование дешёвых маломощных радиомодулей, часто приводит к потере сообщений.

Одним из самых простых подходов к решению этой проблемы является механизм подтверждений. После сообщения с порцией измеренных данных, сенсорный узел ожидает подтверждающее сообщение (ack) от стока - узла, аккумулирующего информацию. Если подтверждение не приходит в течение определённого промежутка времени (таймаута), порция данных посылается снова.

Данный способ прост в реализации, однако рациональное определение таймаута и максимального числа повторных отправок представляет собой нетривиальную задачу. В работе [1] была предложена схема передачи информации с дублированием сообщений. В этой схеме предусмотрена предварительная фаза исследования уровня потерь в канале. На этом этапе происходит передача тестового потока сообщений и оценка доли потерь в канале. Взаимодействие сенсора и стока здесь аналогично схеме с подтверждениями. Однако далее, на этапе передачи информации с сенсора, подтверждения становятся не нужны. Используя собранную статистику по потерям в беспроводном канале, сенсор определяет количество копий сообщения, необходимое для того, чтобы при текущем уровне помех хотя бы одна копия дошла до стока с заданной вероятностью. При передаче очередной порции данных сенсор дублирует сообщение необходимое число раз, не ожидая подтверждения.

В данной работе приводятся результаты компьютерного моделирования предложенной схемы коммуникации с помощью симулятора, разработанного автором. Кроме того изложены результаты натурных испытаний схемы на тестовой БСС, изготовленной автором с использованием микроконтроллерных плат Arduino Nano и радиомодулей NRF24.

Литература.

1. Nikolsky I.M., Furmanov K.K. On effectiveness of message retransmission in wireless sensor networks // Материалы XXIII международной научной конференции Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN-2020), ИПУ РАН Москва, с. 396-403

ФОРМИРОВАНИЕ ПАТТЕРНОВ В РАСПРЕДЕЛЁННОЙ МОДЕЛИ ГЛИКОЛИЗА

Панкратов А.А., Башкирцева И.А.

Уральский федеральный университет, Институт естественных наук и математики,
кафедра теоретической и математической физики, Россия, 620002, Екатеринбург, ул.
Ленина 51, +79022602417, alexandrpankratov9@gmail.com

В докладе рассматривается распределённая нелинейная модель гликолитического осциллятора Хиггинса [1, 2] с одной пространственной координатой и диффузией:

$$\begin{cases} \dot{u}(t, x) = 1 - u(t, x)v(t, x) + D_u \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} & \frac{\partial u}{\partial x}(t, 0) = \frac{\partial u}{\partial x}(t, L) = \\ \dot{v}(t, x) = pv(t, x) \left(u(t, x) - \frac{1+q}{q+v(t, x)} \right) + D_v \frac{\partial^2 v(t, x)}{\partial x^2} & \frac{\partial v}{\partial x}(t, 0) = \frac{\partial v}{\partial x}(t, L) = 0. \end{cases}$$

С помощью численного моделирования изучаются эффекты формирования пространственных структур, связанные с наличием в модели диффузии [3]. В зоне неустойчивости Тьюринга исследуется явление мультистабильности, приводящее к индуцированным шумом переходам между паттернами-аттракторами. С помощью аппарата гармонических коэффициентов изучаются особенности переходных процессов и сценарии стохастических переходов между паттернами. Найдена параметрическая зона, в которой наблюдается подавление автоколебаний диффузией.

Литература.

1. *Higgins J.* A chemical mechanism for oscillation of glycolytic intermediates in yeast cells // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **51**, 6, 1964
2. *Pankratov A. A., Bashkirtseva I. A.* Transient processes and patterns in the stochastic model of glycolysis // *AIP Conference Proceeding*, **2174**, 020153, 2019
3. *Bashkirtseva I., Pankratov A.* Stochastic Higgins model with diffusion: pattern formation, multistability and noise-induced preference // *The European Physical Journal B* **92**, 238, 2019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛИЯНИЯ ТКАНЕВЫХ СФЕРОИДОВ ДЛЯ 3D-БИОПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Пахомова Е.А.

Сколковский институт науки и технологий, Москва, Большой бульвар, 30, 121205,
catherine.pakhomova@skoltech.ru

Современное состояние зарождающейся индустрии биопечати, в отличие от довольно развитой 3D-печати, характеризуется направленностью на исследование технологии с целью устранения имеющихся недостатков для создания жизнеспособных органных конструктов. Ключевым фактором, отвечающим за такую жизнеспособность, является точность в значении fidelity (англ.), подразумевающая отклонение желаемого результата от действительного и приводящая, в случае её недостаточности, к финансовым потерям и затягиванию эксперимента. Во избежание указанных проблем, уровень точности должен быть определен заранее с помощью математического моделирования и симуляции, т.е. посредством создания цифрового двойника печатного органа. Достижение заданного уровня точности на этапе моделирования позволит добиться большей эффективности в научных исследованиях и, следовательно, в индустрии биопечати.

Одна из проблем, усложняющая процесс биопечати, связана с тем, что природное явление слияния сфероидов (основа для 3D-процессов биопечати конструкций органов и тканей), для обеспечения которого в настоящее время существуют рабочие проекты по его улучшению, имеет обратную сторону: более крупные сфероиды часто имеют некротический процесс в центре из-за низкой концентрации кислорода и питательных веществ, а потому не могут быть использованы в биопечати [1]. Компромиссом является моделирование фактической ситуации с концентрацией питательных веществ в определенном диаметре сфероидов, а затем слияния этих сфероидов с фактическим уровнем точности, при условии отсутствия в них некроза. Для лучших результатов оба процесса моделируются в одном исследовании на стадии предварительной обработки в экспериментах по биопечати.

Для моделирования и симуляции был выбран подход FRep (Function Representation), используемый в твердотельном и объемном моделировании, компьютерной графике, а также был успешно использован для моделирования роста колонии клеток млекопитающих, т.е. "обратной задачи" слияния сфероидов тканей [2]. С применением этого подхода проведено моделирование зависимости наличия некротических процессов в центре от диаметра сфероидов, решена задача реакции-диффузии. Проведенное исследование показало, что в модели необходимо учесть фактор компактности клеток, диффузию питательных веществ из среды, а вопрос слияния сфероидов нужно рассматривать комплексно: как с геометрической точки зрения, учитывая возможные отклонения от желаемого результата, так и с точки зрения решения уравнения «реакция-диффузия» для выяснения наличия/отсутствия в центре тканевых сфероидов некроза, делающего конструкт нежизнеспособным.

Литература

1. *Pakhomova, Catherine, et al. "Software for Bioprinting." International Journal of Bioprinting 6.3 (2020).*
2. *Pasko, Alexander, et al. "Function representation in geometric modeling: concepts, implementation and applications." The visual computer 11.8 (1995): 429-446.*

НОВЫЕ ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КВАНТОВОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Перепёлкин Е.Е.^{1,2,3,4}, Садовников Б.И.², Иноземцева Н.Г.^{3,4},
Бурлаков Е.В.^{2,4}, Полякова Р.В.¹

¹Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ),
Дубна, Московская область, 141980 Россия

²Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

³Университет «Дубна», Московская область, 141980 Россия

⁴Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),
Москва, 111024 Россия

Функция Вигнера представляет собой плотность квази-вероятностей и используется для описания квантовых систем в фазовом пространстве. Несмотря на то, что данная функция может принимать отрицательные значения, тем самым вступая в противоречие с аксиоматикой классической теории вероятностей, она широко используется в квантовой томографии, квантовой криптографии, в задачах обработки сигнала.

Эволюция функции Вигнера подчиняется уравнению Моэля, которое является расширенным аналогом уравнения Лиувилля и отличается от него ненулевой правой частью, которая связана с диссипациями в квантовых системах. Для квантового гармонического осциллятора уравнение Моэля переходит в уравнение Лиувилля. В данной работе уравнение Моэля для гармонического осциллятора было расширено на уравнение колебаний 2D мембраны в фазовом пространстве. Решение уравнения колебаний получены в виде нестационарных расширенных функций Вигнера. Значения расширенной функции Вигнера соответствуют отклонениям точек мембраны от положения равновесия. Положительные и отрицательные значения квази-плотности вероятностей можно трактовать как отклонения относительно положения равновесия в одну или другую сторону. В качестве примера рассмотрена нестационарная расширенная функция Вигнера соответствующая стоячей волне плотности квази-вероятностей, возникающей в фазовой плоскости.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ No. 18-29-10014.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ С ИСТЕЧЕНИЕМ ЛЕТУЧИХ ГАЗОВ

Савенкова Н.П., Кашлинов А.В.

МГУ им. М.В.Ломоносова

Задачи, связанные с защитой экологии и уменьшением числа негативно влияющих на нее факторов, выходят на передний план в различных областях и сферах жизни. Большое количество стран и корпораций развивают механизмы предотвращения и ликвидации аварий, ведущих к загрязнению окружающей среды.

В работе предлагается оригинальная математическая модель распространения летучего газа на площадке с промышленной застройкой, предназначенная для быстрого прогноза динамики распространения выброшенного газа. Полученная модель может быть использована для моделирования последствий аварии на промышленном объекте, газораспределительной станции [4], природном газовом кратере [3] или любом другом источнике выброса, что поможет исключить, а в случае если это невозможно, минимизировать вред, наносимый экологии и людям в результате аварии.

В основе модели лежит транспортное уравнение для концентрации в 3-D пространстве, которое учитывает не только перенос вещества под влиянием ветра и химических реакций, но и смешение с атмосферой и трение о шероховатости поверхности [1].

В основе численного метода решения поставленной задачи находится метод разделения по физическим процессам [2], что делает математическую модель максимально гибкой и в дальнейшем позволит, при необходимости, еще более детально описать процесс распространения.

Предложенный метод исследования за короткий промежуток времени оценивает и визуализирует концентрацию лёгкого газа в окружающем источнике пространстве с течением времени, основываясь на начальных данных - характеристике источника утечки, направлении и силе ветра, состоянии атмосферы, рельефе окружающей местности и др.

При помощи предложенного метода получено численное решение для модельной задачи. Также приводятся результаты сравнения предложенного метода с другими численными методами.

Литература.

1. Доброчеев О.В., Мотулевич В.П. Общие закономерности турбулентного трения // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1988, №12.
2. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды // М.: Наука, 1982.
3. Википедия: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дарваза>
4. РБК.py: <https://www.rbc.ru/society/25/11/2019/5ddba7f69a7947a934f5dd73>

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АНОДНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ АЛЮМИНИЯ

Савенкова Н.П., Мокин А. С., Удовиченко Н.С.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1,
mkandrew@mail.ru

Разработанная математическая модель для промышленного электролиза алюминия позволяет определить развитие анодного эффекта при различных изменениях технологии и спрогнозировать развитие МГД-нестабильности процесса электролиза металла, что важно для минимизации потерь выхода металла по току и уменьшения выбросов газа. Выяснено, что анодный эффект развивается на три этапа.

Начальный этап является МГД-стабильным, где считаются известными конфигурация жидких фаз и начальное распределение скоростей в смеси. Начальное зеркало металла имеет небольшие возмущения в виде волны, влияющее на характер движения смеси, помимо сил Лоренца.

На следующем этапе может развиваться МГД-нестабильность. В основном на подошвах анодов происходит химическая реакция с образованием газа. Газ распространяется в электролите и в области между анодами неравномерно, при этом образуя непосредственно под анодами домены. Сила Лоренца с образованием областей с большей интенсивностью распределяется неравномерно. Появляется вертикальное вихревое движение жидкого электролита, которое способствует переносу вниз газовой фазы и повышению риска обратного окисления. При увеличении плотности пузырьков под анодами перераспределяется электрический ток, и наибольшее его значение располагается в области наибольшего подъема металла, которая соответствует пространству между анодами. Происходит подъем алюминия, который может продолжаться до тех пор, пока сила Лоренца не скомпенсируется силой тяжести, или пока выделение газов не уменьшит плотность тока и тем самым силу Лоренца.

На конечном этапе МГД-нестабильности происходит прекращение процесса электролиза при полном покрытии подошв анодов и межанодного пространства, газовыми доменами. На данном этапе скорости реакции электролиза снижаются до нуля. Магнитное поле также уменьшается на несколько порядков по модулю.

Таким образом, именно на втором этапе динамики анодного эффекта происходит резкое возрастание напряжения в результате образования газового изолирующего слоя вокруг анодов, которое возможно предотвратить своевременной подачей глинозема в расплав криолита.

Литература

1. Калмыков А.В., Кулешов А.А., Савенкова Н.П. Моделирование анодного эффекта в многоанодном алюминиевом электролизере. –Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша РАН. 2016. № 131. 22 с.
2. László I. Kiss and Sándor Poncsák. Effect of the Bubble Growth Mechanism on the Spectrum of Voltage Fluctuations in the Reduction Cell // Light Metals. 2013 p.402–408.

«ФЛОРА РОССИИ» НА INATURALIST: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЛЕВОЙ БОТАНИКЕ

Сергеев А.П.

МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра экологии и географии растений, Гербарий, Ленинские Горы, д. 1, 119991, Москва

Стремительный рост данных о биоразнообразии – новая реальность, с которой мы столкнулись в последние годы. Четверть данных об отдельных местонахождениях живых организмов была собрана за последние три года, а половина – за семь лет. На этой основе стала складываться новая научная дисциплина «информатика биоразнообразия». Основа этого лавинообразного роста – доступность и рост производительности электронных устройств (особенно смартфонов) и высокоскоростной интернет. Это явление получило массовое распространение и стало неожиданным драйвером существовавшего и прежде научного волонтерства (citizen science).

Научная проблема, которой занимается наша группа, – сбор и анализ больших данных о разнообразии сосудистых растений России. Ранее мы организовали на международной платформе iNaturalist проект «Флора России» (<https://www.inaturalist.org/projects/flora-of-russia>) для сбора данных о разнообразии сосудистых растений страны в форме привязанных к карте фотографий, определенных и верифицированных экспертами. Проект стартовал 9 января 2019 г., а спустя 22 месяца при участии 10,8 тыс. волонтеров-наблюдателей и 4 тыс. экспертов мы собрали 848 тыс. фотонаблюдений о 7 тыс. видах. Сейчас iNaturalist обеспечивает четверть электронных данных по флоре России.

Сейчас мы создали самый большой массив данных о биоразнообразии России, это единственный источник данных о современном состоянии разнообразия флоры страны. Полученный массив – совершенно новое явление, фундаментальные характеристики которого нам ясны лишь в общих чертах. Растущее сообщество участников проекта в сентябре 2020 г. преодолело отметку в 10 тыс. участников, и сейчас это самый масштабный проект в области научного волонтерства в России. При реализации проекта происходит внедрение в классическую науку новейших технологий (методы сбора, машинное обучение, анализ больших данных). Методы проекта хорошо применимы для сосудистых растений, как доступного объекта наблюдений. Важно и то, что при привлечении волонтеров происходит перераспределение затрат, в т.ч. за счёт трудового вклада сообщества. Рост данных проекта приводит к бутылочному горлышку экспертизы, также имеется проблема неравномерности данных. Диспропорции в данных проекта самые разные – пространственные, таксономические, сезонные, временные, социально-экономические. Диспропорциональность выборки требует разработки методов и технологий выравнивания данных, их калибровки и дальнейшего регулярного пересмотра моделей. Темпы накопления данных показывают, что анализ, который будет проводиться через год, будет основан на сведениях, которые пока не собраны. Мы впервые получаем возможность оценить современные изменения во флоре страны. Проект дает уникальную возможность прямого общения натуралистов со всей страны с экспертами из ведущих научных центров.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ РЕБЕР В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Сосенушкин Е.Н., Яновская Е.А., Гуреева Т.В.¹

«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
каф. прикладной математики,
Россия, 127964, г. Москва, Вадковский пер. д.3.а,
"Moscow State Technological University" STANKIN",
department applied mathematics,
Russia, 127964, Moscow, Vadkovsky per. 3.a,
Тел.: +7(499) 972-94-59, E-mail: sen@stankin.ru
elena_yanovskaya@bk.ru

¹ ГБОУ г. Москвы «Школа №1501», Россия, 127964, г. Москва,
Тихвинский пер. д.16, стр.1.
GBOU in Moscow "School No. 1501", Russia, 127964, Moscow,
Tikhvinsky per. 16, building 1.
Тел.: +7(499) 972-94-60, E-mail: govavl@mail.ru

При рассмотрении широкого класса задач пластического течения материала в сравнительно тонком слое между сближающимися поверхностями тел инструмента была сформулирована задача пластического формоизменения с разнообразием параметров, определяющих свойства материала (1). В работе построена новая математическая модель и проведен теоретический анализ технологического процесса прямого выдавливания продольных ребер на наружной поверхности цилиндрической поковки. Для реализации расчетной схемы был разработан актуальный аналитический аппарат. Согласно расчетной схеме, постановка краевой задачи описана системой дифференциальных уравнений в частных производных в цилиндрической системе координат с заданными граничными условиями (2). В работе предложен вариант решения краевой задачи о прямом выдавливании тонких ребер поковки стабилизатора с получением аналитических зависимостей для расчета силовых и деформационных параметров. Установлена взаимосвязь между силой выдавливания и геометрическими параметрами поковки.

Литература

1. Kadymov V., Yanovskaya E. A flow in a thin plastic layer: generalizations of the L. Prandtl's problem // EPJ Web Conf. Vol.224,2019,4p.//IV Intern. Conf. "Modeling of Nonlinear Processes and Systems (MNPS-2019)".Published online: 09/12/2019//
2. Сосенушкин Е.Н., Кадымов В.А., Яновская Е.А., Гуреева Т.В. Механика выдавливания алюминиевого сплава при штамповке поковки стабилизатора // Цветные металлы. №3. (915). 2019. С. 69-75.

АЛГЕБРА ПОДОБИЯ ФОРМ И ТРАНСВЕРСАЛЬНЫЕ РАЗБИЕНИЯ

Тихомирова Т.А., Назаренко Е.С.¹, Назаренко К.М.

ФГУП ГосНИИАС, 125319, Москва, Викторенко 7, 8(903)714-29-09, tichomi@gmail.com

¹МГТУ СТАНКИН, 127055, Москва, Вадковский пер. 1, 8(499)972-95-00,

cmr.nazy@gmail.com

В работе исследуется возможность измельчения расчетных сеток, используемых при решении краевых задач, на основе принципа локального самоподобия. Показано, что этот принцип реализуется в «кубическом» и «гексагональном» алгоритмах измельчения при наличии мат аппарата вычисления отношений подобия между клеткой разбиения, ее окрестностью и ядром.

Предложен метод упаковки ячеек с 2^n вершинами (ребер, граней и т.д.) в вектор формы и показано, что: 1) для любой пары векторов формы определено отношение подобия «по образцу», задаваемое с помощью присоединенного базиса; 2) к любому вектору формы может быть однозначно присоединен рациональный базис посредством перестановочных симметрий; 3) любой рациональный базис можно преобразовать в ортонормированный за счет изменения его структуры, в частности - нарушения симметрии.

Представлен алгоритм такого преобразования. Сформулированы правила вычислений сложных отношений подобия. Показано, что основным требованием является явное различение вектора-операнда и матрицы-оператора

Работа выполнена при поддержке РФФИ проект 18-08-00620а

ДИФфуЗИОННО-КИНЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС ГАЗА ЧЕРЕЗ КОМПОЗИЦИОННУЮ ПОЛИМЕРНУЮ МЕМБРАНУ

Угрозов В.В., Филиппов А. Н.¹

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, департамент математики, Россия, 123995 Москва, ул. Щербаковская, 38, E-mail: vugr@rambler.ru

¹Губкинский университет, Ленинский проспект, 65 корп.1, Россия, Москва, 119991, E-mail: anatoly.filippov@gmail.com

Современные экспериментальные исследования новых композиционных мембран (КМ) с тонкими селективными полимерными слоями, наносимые на пористую подложку указывают на необходимость уточнения традиционных теоретических представлений о мембранном газопереносе через КМ.

Так в ходе анализа экспериментальных данных по переносу различных газов через КМ с тонкими полимерными слоями (толщиной <1 мкм), была обнаружена зависимость коэффициентов проницаемости этих газов от толщины селективного слоя. Данная зависимость не может быть предсказана в рамках одномерной диффузии, которая хорошо описывает многие эксперименты по газопереносу через различные КМ с селективным слоем толщиной >1 мкм.

В ряде работ было предположено, что указанная зависимость может быть обусловлена влиянием пористой структуры подложки на перенос, так как диффундирующие молекулы газа через селективный слой КМ преодолевают различные диффузионные расстояния, прежде чем попасть в поры подложки. Заметим, что обычно влиянием пористой структуры подложки пренебрегалось, поскольку ее проницаемость заметно выше, чем у селективного полимерного слоя КМ. В ряде работ было показано, что для описания газопереноса в рамках такого подхода должна быть использована компьютерная 3-х мерная диффузионная модель. Попытки найти аналитический способ описания переноса газа, пока не увенчались успехом.

Для описания газопроницаемости через КМ с учетом обнаруженной зависимости, нами предложен иной подход, который исходит из предположения о необходимости учета конечной скорости адсорбции газа на поверхностях селективного слоя, поскольку с уменьшением его толщины скорость диффузии убывает и может стать сопоставимой со скоростью адсорбции.

В рамках данного подхода была построена система одномерных уравнений, описывающих диффузионно-кинетический перенос газа через КМ. Получено аналитическое выражение проницаемости газа через КМ. Показано, что оно адекватно предсказывает наблюдаемую экспериментально зависимость газопроницаемости от толщины селективного слоя.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 20-08-00661_а).

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИКО-ЧИСЛЕННОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА JULIA

Фёдоров А.В.

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей,
Российский университет дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, д.6, Москва, Россия, 117198
1032193055@rudn.ru

Дифференциальные уравнения нередко встречаются в вопросах математического моделирования. Затрагивая этот аспект, всегда приходится иметь дело не только с поиском подходящей модели под рассматриваемую систему, но и с подбором методов и инструментов для получения точного или максимально приближенного решения. Наиболее популярными методами решения дифференциальных уравнений выступают аналитический и численный.

Аналитический подход состоит в получении решения, которое записано в виде формульного выражения, содержащего в себе функции или переменные. В рамках данного подхода свойства общего решения могут быть исследованы аналитически, в результате чего возможно получение частных решений.

Численный подход заключается в определении приближенных решений в том случае, если невозможно найти точные решения уравнений или системы уравнений. Сутью данного метода является поиск решения уравнения с установленной погрешностью, посредством произведения арифметических операций с его коэффициентами и функциями. На данный момент этот подход наиболее популярен.

Для исследования было взято уравнение Лотки-Вольтерры, также известное как уравнение описывающее процесс взаимодействия двух видов популяций типа «хищник-жертва», рассматриваемое в обыкновенном и стохастическом видах.

В качестве инструмента для разработки программного кода используется высокопроизводительная среда для научных вычислений Julia. Для выполнения сравнительного анализа программных реализаций численного и символьного подходов взяты вспомогательные пакеты для решения широкого перечня типов дифференциальных уравнений: `DifferentialEquations.jl` - позволяет работать с дифференциальными уравнениями в классическом программном виде; `ModelingToolkit.jl` - даёт возможность использования символьных вычислений при работе с дифференциальными уравнениями, что существенно упрощает весь процесс.

В ходе исследования реализованы программные коды для нахождения решения ОДУ и СДУ для модели «хищник-жертва». Получены фазовые портреты и графики решения, представляющие основные характеристики системы.

На взгляд автора реализация символьного подхода получила более понятное представление возможностей работы с ДУ из-за чрезвычайно удобного и практичного интерфейса внутреннего функционала. Таким образом, были рассмотрены вспомогательные библиотеки, позволяющие работать с различными видами дифференциальных уравнений в среде высокопроизводительных научных вычислений Julia.

ДИСКИ МАХА, КАУСТИКА ОТРАЖЕНИЙ**Царьков И.Г.**Москва, механико-математический факультет МГУ,
Московский Центр фундаментальной и прикладной математики

В докладе будут рассмотрены вопросы, связанные с получением каустики отражения в, вообще говоря, несимметричных пространствах. Эти исследования применяются к обоснованию возникновения ромбов (дисков) Маха. Критикуется официальная версия происхождения этих дисков и строится конкурирующая новая модель на основе каустики отражения от границы сред. Рассуждения иллюстрируются как реальными картинками, так и картинками математической модели. В этом докладе мы рассмотрим каустику отражений в зеркалах формы полуэллипсоида и параболоида. Эти случаи будут моделировать известные примеры, встречающиеся в повседневной жизни. Излучение волн с соответствующих поверхностей будет осуществляться в достаточной малой или достаточно большой части этих поверхностей около вершины этих фигур. Тем самым мы сможем эмулировать, например, поведение потока плазмы при ее извержении из сопла двигателя. И далее изучим сильные уплотнения потока (т.е. каустику), возникающие в результате кратных отражений внутри таких зеркал, которые в некотором первом приближении моделируют границы разделения сред: воздуха-плазмы или воздух-жидкость. Главный вывод доклада заключается в том, что диски Маха – это, на самом деле, каустика отражений сформированной поверхности, являющейся границей двух сред. Если поверхность динамически меняет свою форму, то меняется и соответствующая каустика отражений. При построении каустики отражения будем использовать закон отражения в случае, когда на пространстве рассматривается, вообще говоря, неевклидова структура, определяемая несимметричной нормой. Несимметричная норма определяется функционалом Минковского несимметричного выпуклого тела (шара). Выбор несимметричного шара бывает полезен, как показано во введении, при изучении ситуации с прохождением света в анизотропной среде (например, в кристаллах). Отметим (во избежание недоразумения), что симметричные (нормированные) пространства – это частный случай несимметричных пространств. Здесь несимметричные нормы используются для моделирования отражений в условиях, когда среда имеет собственную скорость. Возникает естественный вопрос: есть ли реальные примеры волновых процессов, где возникают неевклидовы нормы, точнее используются ли шары, не являющиеся по форме обычными шариками. Ответ здесь положительный. В случае преломления света в одноосных или двuosных кристаллах известно явление двойного лучепреломления, открытое Эразмусом. Для этих кристаллов наравне с так называемым обычным лучом, подчиняющемуся классическому принципу --- закону Снеллиуса (падающий и преломленный лучи находятся в одной плоскости с нормалью к поверхности кристалла, а отношения известных синусов углов этих лучей, образованных с нормалью равно отношению коэффициентов преломления двух сред: воздуха и кристалла), возникает еще один луч – «необыкновенный» в кристалле. Этот луч нарушает обозначенные принципы преломления по сравнению с обычным лучом. Нарушение закона преломления света необыкновенным лучом связано с тем, что скорость распространения света (а значит и показатель преломления) волн с такой поляризацией, как у необыкновенного луча, зависит от направления. На самом деле, в некотором смысле этот луч ведет себя по тому же закону преломления, что и обычный. Для него вместо синусов удобнее рассматривать косинусы «углов», образованных падающим и преломленным лучами с касательной плоскости к поверхности-границы сред. Отношения этих «косинусов» также равно отношению коэффициентов преломления. Отличие состоит в том, что эти «углы» и «косинусы» измеряются относительно новой метрики, шар которой является эллипсоидом (кстати со смешанным центром, т.е. их центры не находятся в естественных центрах этих эллипсоидов). Эффект «необыкновенного луча» связан с тем, что луч света взаимодействует своей электрической составляющей с условным диполем на поверхности диэлектрика, а не только с решеткой атомов кристалла. При этом оба луча оказываются по-разному поляризованы (частично или полностью, как известно это зависит от угла падения). Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-01-00332-а).

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ В МОРСКОЙ АКВАТОРИИ

Шатров А.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
Россия, г. Киров, ул. Московская, 36,
e-mail: avshatrov1@yandex.ru

Математические модели отдельных процессов трансформации нефтяного разлива используются для создания программного комплекса расчета параметров нефтяного разлива. Программный комплекс состоит из расчетного модуля и экспертной системы на основе базы данных для принятия решения. База данных формируется на основе задания физико-химических, гидродинамических параметров и метеорологических условий окружающей среды, а также результатов расчета. В основе математической модели лежат осредненные по вертикальной координате уравнения Навье – Стокса для тонкого слоя легкой жидкости на поверхности более тяжелого субстрата. Особенность постановки и реализации модели заключается в том, что решение задачи ищется в области, которая сама является искомой величиной. При определенных условиях часть границы области, которая рассматривалась как контактная, может стать подвижной (свободной). Важной особенностью представляемой макроскопической модели от других моделей растекания является прямое решение уравнений гидродинамики для течения легкой жидкости по поверхности более тяжелого субстрата в областях с произвольной геометрией контактных границ. Объект моделирования (нефтяной разлив) представляется как ансамбль лагранжевых частиц, каждая из которых обладает набором параметров, в данном случае, таких как пространственные координаты $\{x_i, y_i\}$, скорость $\{u_i, v_i\}$, масса $\{m_i\}$, фракционный состав $\{c_{ik}\}$, где i – номер частицы в ансамбле, c_{ik} – концентрация k – той фракции. Начальное состояние задано, если известны все параметры частиц. Прямоугольная эйлерова сетка “натягивается” на лагранжев ансамбль частиц, так чтобы все частицы содержались внутри сеточной области. Важнейшим эффектом динамики нефтяных пятен является диспергирование – проникновение частиц нефти в толщу воды. Поверхностные волны являются дополнительным и существенным фактором диспергирования нефтяных разливов. При этом поверхностные колебания морские гидродинамические модели описывают с недостаточной подробностью. Для этого строится модель волн с учетом динамики частиц, образовавшихся при диспергировании нефти. Описание колебаний совокупности фаз в виде поверхностных волн осуществляется методом динамики частиц в терминах молекулярной динамики и представляет по существу систему взаимодействующих осцилляторов в двумерном вертикально – продольном пространстве. Характер взаимодействия элементов считается вязкоупругим. Свойства среды (объемная плотность, модуль упругости, внутреннее трение, поверхностное натяжение и др.) закладываются в первичные свойства отдельных элементов (масса, диаметр, коэффициенты жесткости и вязкости, коэффициент ограничения взаимодействия). Движение каждого элемента в пространстве описывается вторым законом Ньютона. Данная модель позволяет оценить долю диспергированных частиц нефти в зависимости от внешних метеорологических условий и физико-химических параметров нефтяного пятна.

BOUNDARY PROBLEM WITH DOUBLE SINE-GORDON EQUATION AND NEUMAN CONDITIONS: ANALYSIS OF THE PHYSICAL PARAMETERS INFLUENCE ON THE ANALYTICAL SOLUTIONS APPLICABILITY AND PHASE PORTRAITS

Atanasova P.Kh, Panayotova S.A¹

Joint institute for nuclear research, 6 Joliot-Curie St, Dubna, 141980, Dubna, poli@jinr.ru

¹University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", 24 Tzar Asen, Plovdiv, 4000, Bulgaria, stefani.panaiotova93@gmail.com

The aim of our work is to obtain all types of analytical solutions of the boundary problem with double sine-Gordon equation and Neuman conditions. This task is very relevant in the study of long Josephson contacts with a second harmonic in the current-phase distribution. Work in this area has started relatively recently and the results obtained so far are presented in the articles [1,2]. The main issue raised was the applicability of the analytical expressions obtained. In this work classification and comprehensive analysis of the physical parameters under which it is possible to implement each of the solutions is made. Influence of the problem parameters on the change of the phase portraits is analyzed.

References

1. *H.D.Dimov, P.Kh.Atanasova and S.A.Panayotova*. Some analytical solutions for magnetic flux distribution in long Josephson junction with second harmonic in the current phase relation // AIP Conference Proceedings, **Vol. 2164**, No. 100001, Year 2019.
2. *Pavlina Khristova Atanasova, Hristo Dimov Dimov*. Analytical solutions of a double sine-Gordon stationary equation describing long Josephson junctions // Proceedings of the Scientific Conference Innovative ICT in Research and Education: Mathematics, Informatics and Information Technologies, Section A: Development of Innovative Software Tools and Technologies with Application in Research and, Year 2019. Pp. 105-116.

CONSTRUCTION OF ARIMA MODELS AND THEIR APPLICATION FOR FORECASTING TIME SERIES OF DYNAMICS OF METEOROLOGICAL INDICATORS

Bezrukova A.V., Shapkina N.E., Chulichkov A.I., Ghazaryan V.A., Kurbatova Yu.A.¹

Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, +7(999)
765-29-30, bezrukova.av16@physics.msu.ru

¹A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Russia,
109071, Moscow, Leninsky Prospekt, 33

From year to year, the impact of meteorological indicators on the environment becomes more significant and visible, and therefore the research in this area is gaining momentum, and their relevance is increasing [1].

The most important climatic parameters are the air temperature at the ground surface and the concentration of carbon dioxide [2]. In this regard, a number of average daily temperature indicators for the period from 1971 to 2010 in the Central Forest State Nature Reserve of the Tver region and a number of daily measurements of CO₂ concentration at different altitudes in Vietnam for the period from 2011 to 2017 were chosen as the objects of study.

In order to analyze the time series, determine its nature, predict and manage the process generating this series, it is necessary to build a model of the series dynamics and interpret the modeling results.

The purpose of the work is to determine by methods of mathematical statistics and mathematical modeling of vibration trends and predict the average daily temperature of the surface layer of the atmosphere in 1971-2010 in the system of the surface layer of the atmosphere - the underlying surface in the southwestern part of the Valdai Hills, as well as research and prediction of a number of concentrations of CO₂ in Vietnam at different altitudes in 2011-2017. To solve this problem, a statistical analysis of time series of temperature and CO₂ concentration in different regions of the Earth is carried out using statistical forecasting methods.

On the basis of the methods considered in the course of work, the models $ARIMA(0, 1, 1)(0, 0, 1)_{12}$ and $ARIMA(1, 1, 3)(0, 1, 1)_{12}$ for data on maximum and minimum temperature and $ARIMA(2, 1, 3)(0, 1, 1)_{12}$ for CO₂ concentration were obtained. The constructed forecasts reflect well the general trend and type of the series, and also agree with the data in the investigated period of time that is confirmed by corresponding criteria of checking of significance and adequacy.

References

1. Alsharif M.H., Kim, J. Green and sustainable cellular base stations: An overview and future research directions. *Energies*, 2017. pp. 587
2. Kryshnyakova O.S., Malinin V.N. Estimation of the trends of precipitation fluctuations on the European territory of Russia. // *Vestnik of the I.Kant Russian State University*. number 1, year 2010. pp. 64-69.

APPLICATION OF STOCHASTIC SENSITIVITY FUNCTION TECHNIQUE TO THE STUDY OF PATTERNS IN SPATIALLY EXTENDED REACTION-DIFFUSION SYSTEMS

Kolinichenko A¹., Ryashko L.

Ural Mathematical Center, Ural Federal University, Russia, 620000, Ekaterinburg, Lenina 51,
Tel.: +7(953)6014858, E-mail: kolinichenko.ale@gmail.com

In this report we consider a spatially extended stochastic reaction-diffusion model. It is known that in the zone of diffusion instability such models form stationary spatially non-homogeneous structures (patterns). Due to multistability of the system the number of these patterns can be large. Under the effect of random perturbations some patterns appear to remain relatively stable, while others dissipate. The noise-induced transition phenomenon implies that different patterns have different levels of stochastic sensitivity.

The main focus of this report is the description of this sensitivity of spatial patterns. A scenario of noise-induced transition between coexisting patterns is investigated. For these patterns dispersion of random states is studied. It is shown that the less sensitive pattern has lower deviations. Finally, the stochastic sensitivity function technique shows that deviation of the random states can be estimated analytically [1]. The possibility of constructive application of this approach is discussed on examples.

References

1. Kolinichenko, A, Ryashko, L. Stochastic sensitivity analysis of stationary patterns in spatially extended systems // *Math Meth Appl Sci*. Year 2020. Pp. 1-9. doi: 10.1002/mma.6892
2. Kolinichenko A.P., Ryashko L.B. Analysis of stochastic sensitivity of Turing patterns in distributed reaction–diffusion systems // *Izv. IMI UdGU* **Vol. 55**, Year 2020. Pp. 155-163. doi: [10.35634/2226-3594-2020-55-10](https://doi.org/10.35634/2226-3594-2020-55-10)

CHAOTIC MOTION VIDEO MODELING BASED ON NONLINEAR AUTOREGRESSIVE NEURAL NETWORK

Phyo Wai Linn

Moscow State Technological University(STANKIN), Vadkovsky lane, Moscow, 127055,
Russia, +7 999 904 79 08, phyowailinnmpt@gmail.com

Nowadays chaotic signals widely used in many fields. Chaotic signals can be expressed in form of a nonlinear equation, such as Fuzzy model, ANN, Volterra Series or Wiener-Hammer-stein model[1-3]. This study aims to obtain same behaviour by using AI methods to model chaotic motion by using the data obtained from the motion video of an object that cannot be modelled mathematically. The behaviour of proposed modified chaotic Lorenz system in phase space will be established [4]. Tracking of any object on the video is provided by determining the position of the object in the image. In this study, template matching method is used. Matching can be done in RGB format as well as operations in grey form when the image is taken in the video; the image is converted to binary level and converted from color to grey.

Single-layer ANN is not enough to model a chaotic system. Multi-layer ANN will be used. Each input value that reaches the input layer can be multiplied by a weight in the hidden layer to reach the neuron in the hidden layer. The value of each neuron reaching hidden layer is the input of the next output layer through a specific process. NAR structure is preferred because inputs are the unit delayed inputs of the outputs directly. To train chaotic behaviour of the object on the video, first the position information was taken from the video as described in the second part of the object. This location information was then given to ANN in the NAR structure. Levenberg-Marquardt was chosen as the back propagation algorithm for training this network. As a result, chaotic behaviour modelled by ANN can be used interchangeably as it can display the same characteristics and expected behavior as the actual chaotic system.

References.

1. *L. P. Maguire, Liam P.* Predicting a chaotic time series using a fuzzy neural network-Canada: Information Sciences, vol. 112(1-4), 1998. p. 125-136.
2. *J. C. P. A. R. J.-M. Kuo* Prediction of Chaotic Time Series with Neural Networks-Singapore: International Journal of Bifurcation and Chaos, 1992. pp. 989-996.
3. *P. Gmez-Gil, J. M. Ramirez-Cortes, S. E. Pomares Herrnandez, and V. Alarcn-Aguino,* "A Neural Network Scheme for Long-Term Forecasting of Chaotic Time Series," Netherland: Neural Processing Letters. vol. 33, no. 3 . 2011. pp. 215-233.
4. *K. Rajagopal, A. Akgul, I. M. Moroz, Z. Wei, S. Jafari, and I. Hussain,* "A simple chaotic system with topologically different attractors," IEEE Access, vol. 7. 2019. pp. 36-47.
5. *Murat E C, Zeynep B G, Muhammed A P, Ali F B, and Akif A* "Modelling of a chaotic system motion in video with artificial neural networks" Turkey: Chaos theory and applications Volume 01, Number 1. 2019, Pages 38-50.

DIAGNOSTICS OF NEURO-PHYSIOLOGICAL STATES PERSONALITY ON THE BASIS VOLTERRA MODEL AND OF THE EYE-TRACKING DATA

Pavlenko V., Shamanina T., Chori V.

Odessa National Polytechnic University, Ukraine, 65044, Odessa,
Shevchenko av. 1. Tel.: +3 (0063) 461-74-72, pavlenko_vitalij@mail.ru

The methods of neuro-physiological identification of an individual proposed in the project based on obtaining experimental data using the innovative eye-tracking technology and computing means of processing them allow monitoring and diagnostics of the state of cognitive processes during the educational activities of students and schoolchildren.

The information technology of indirect monitoring and diagnostics of neuro-physiological states of the personality on the basis Volterra models of the oculo-motor system (OMS) is offered. In this case, the OMS is considered as a nonlinear dynamic system, the identification of which is carried out using multidimensional transition functions (MTF) – integral transformations of Volterra kernels [1].

The *aims* are to develop instrumental software tools for constructing a nonparametric dynamical model of the human OMS, taking into account its inertial and nonlinear properties, based on data from experimental input-output studies using test visual stimulus and innovative eye-tracking technology; implementation of the received information models in practice diagnostics of states cognitive processes.

The experiments were organized in order to classify subjects by the state of fatigue. The data for constructing the model – the OMS responses to the same test signals, were obtained using the Tobii Pro TX300 eye tracker at different times of the day: "In the Morning" (before work) and "In the Evening" (after work).

According to averaged data of OMS responses on visual stimuli with a different distance from the start position on the basis of LSM the MTF $h_1(t)$, $h_2(t,t)$ and $h_3(t,t,t)$ of the OMS. In this case, an approximation of the OMS response in the form of a polynomial model of degree $N = 3$ is used [2].

A Bayesian classifier of a person's fatigue state in the space of features x_1 and x_2 :

$$x_1 = \underset{t}{\operatorname{arg\,max}} h_1'(t), \quad x_2 = \underset{t}{\operatorname{arg\,min}} h_1'(t).$$

The estimation of the indicator of recognition reliability – the probability of correct recognition is $P = 0,9375$.

References

1. *Pavlenko V., Salata D., Chaikovskiy H.* Identification of a Oculo-Motor System Human based on Volterra Kernels // International Journal of Biology and Biomedical Engineering. **Vol. 11**, Year 2017. Pp. 121-126.
2. *Pavlenko V., Milosz M., Dzienkowski M.* Identification of the Oculo-Motor System based on the Volterra Model using Eye-tracking Technology // Journal of Physics: Conference Series. **Vol. 1603**, Year 2020. Pp. 1-8.

THE NUMERICAL STUDY DYNAMICS OF THE ANODE EFFECT IN THE INDUSTRIAL ALUMINIUM ELECTROLYSIS

Savenkova N.P., Mokin A.Y., Udovichenko N.S.

Lomonosov Moscow State University, Leninskie gory, 1, Moscow, 119991, Russia
mkandrew@mail.ru

The developed mathematical model for the industrial electrolysis of aluminum makes it possible to determine the development of the anode effect with various changes in technology and to predict the development of MHD instability of the metal electrolysis process, which is important for minimizing losses in the current yield of metal and reducing gas emissions. It is found that the anode effect is divided into three stages.

The initial stage is MHD-stable, where the configuration of the liquid phases and the initial distribution of velocities in the mixture are considered known. The initial mirror of the metal has a slight perturbation in the form of a wave, which affects the nature of the mixture motion, in addition to the Lorentz forces.

At the next stage, MHD instability may develop. Basically, a chemical reaction occurs at the soles of the anodes with the formation of gas. The gas spreads unevenly in the electrolyte and in the area between the anodes, while forming domains directly under the anodes. The Lorentz force is unevenly distributed with the formation of regions with greater intensity. A vertical vortex motion of the liquid electrolyte appears, which promotes downward transport of the gas phase and increases the risk of reverse oxidation. With an increase in the density of bubbles under the anodes, the electric current is redistributed, and its greatest value is located in the region of the greatest rise in the metal, which corresponds to the space between the anodes. There is a rise in aluminum, which can continue until the Lorentz force is compensated by the force of gravity, or until the release of gases reduces the current density and thus the Lorentz force.

At the final stage of MHD instability, the electrolysis process is terminated when the soles of the anodes and the internanode space are completely covered with gas domains. At this stage, the electrolysis reaction rates are reduced to zero. The magnetic field also decreases by several orders of magnitude.

Thus, it is at the second stage of the dynamics of the anode effect that a sharp increase in voltage occurs as a result of the formation of a gas insulating layer around the anodes, which can be prevented by the timely supply of alumina to the cryolite melt.

References

1. *Kalmykov A.V., Kuleshov A.A., Savenkova N.P.* Simulation of the anode effect in a multi-anode aluminum electrolyzer. - Keldysh Institute preprints M.V. Keldysh RAS. 2016. № 131. 22 p.
2. *László I. Kiss and Sándor Poncsák.* Effect of the Bubble Growth Mechanism on the Spectrum of Voltage Fluctuations in the Reduction Cell // *Light Metals*. 2013 p.402–408.

MACH DISKS AND CAUSTIC REFLECTIONS

Tsarkov I.G.

Moscow, Moscow State University, Moscow Center for Fundamental and Applied
Mathematics

Email: tsar@mech.math.msu.su

The report will address issues related to the receipt of caustic reflection in, generally speaking, asymmetrical spaces. These investigations are applied to the substantiation of the occurrence of Mach disks (or rhombuses, or diamonds). The official version of the these disks origin is criticized and there is built a competing new model based on caustic reflection from environments boundary. The reasoning is illustrated by both real and the mathematical model pictures. In this report, we consider caustic reflections in the mirrors of a semi-ellipsoid and a paraboloid shape. These cases will model well-known examples from everyday life. The radiation of the waves from the respective surfaces will be carried out in a fairly small or large enough part of these surfaces near these shapes top. In this way, we will be able to emulate, for example, the behavior of plasma flow when it erupts from an engine nozzle. And then we will study strong flow compaction (i.e. caustic), arising as a result of multiple reflections inside such mirrors, which in some first approximation simulate the boundaries of separation of environments: air-plasma or air-liquid. The main conclusion of the report is that Mach disks are, in fact, the caustic reflections of the formed surface, which is the two environments boundary. If the surface dynamically changes its shape, then the corresponding caustic reflections change. In constructing the caustic reflection, we will use the law of reflection in the case when in the space there is considered, generally speaking, a non-euclidean structure, defined by an asymmetrical norm. The asymmetrical norm is determined by the functionality of the Minkovsky asymmetric convex body (ball). Choosing an asymmetrical ball can be useful, as shown in the introduction, when studying the situation with the light passage in an anisotropic environment (for example, in crystals). Note (to avoid misunderstanding) that symmetrical (normalized) spaces are the special case of asymmetrical spaces. Here asymmetrical norms are used to simulate reflections in conditions where the environment has its own speed.

This paper has been written with the support of the Russian Foundation for Basic Research (grant no. 19-01-00332-a).

**FORMAL DESCRIPTION OF THE CLASSIFICATION AND PROCESSING OF A
SPECIFIC-LEVEL CONCEPTUAL MODEL FOR A SUBJECT PROBLEM**

Volkova G.D., Nyi Nyi Htwe

Moscow state technical University (STANKIN), Vadkovsky lane 1, Moscow, 127055, Russia,
Тел.: +79800105548, E-mail: snn90.mm@gmail.com
Moscow state technical University (STANKIN), Vadkovsky lane 1, Moscow, 127055, Russia.
Тел.: +79161277268, E-mail: cog-par@yandex.ru

Preserving the intellectual potential of industrial enterprises is currently an urgent problem. The intellectual resource of any organization includes: experience and knowledge of its specialists; collections of regulations and standards stored both in document and electronic form. To transfer the accumulated information and knowledge from the memory of specialists and from documents to the computing environment, it is necessary to perform their formal modeling. The methodology that provides such transfer on the basis of knowledge modeling (or conceptual modeling) is the methodology of automation of intellectual work, developed at the Department of Information Technologies and computing systems MSTU «STANKIN».

The formal description of the model of technical knowledge in the form of a conceptual representation of subject problem within the framework of the methodology of automation of intellectual work allows not only to model knowledge in various methods (research, design, technological, managerial, etc.), but also allows you to further process and classify technical knowledge [1,2,3]. In this work, a formal description of the conceptual model of a specific level of the 1st kind for a subject problem that represents documented technical knowledge in the form of reference tables, and also provides a classification of subject dependencies of the 1st kind by type.

The formal description of the conceptual model of a specific level of the 1st kind is the basis for the development of an algorithm and methodology for processing statistical subject dependencies of the 1st kind in modeling technical knowledge.

References

1. *Volkova G. D.* Conceptual modeling of design tasks in mechanical engineering / Moscow: Publishing center of the Moscow state technical University "STANKIN", 2000 -98 p
2. *Volkova G. D.* Conceptual modeling of project tasks: textbook. Manual / G. D. Volkova. - M.: fgbou VO "MSTU " STANKIN", 2015. -117 p.: CL.
3. *Volkova G. D.* Methodology of automation of intellectual labor. - M.: Janus-K, 2013. - 104 p.

W1

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И
СИСТЕМНАЯ БИОЛОГИЯ

СALCULATIONAL AND
SYSTEMS BIOLOGY

Руководители:

*Николай Вадимович Белотелов, Татьяна Юрьевна Плюснина,
Андрей Александрович Полежаев, Галина Юрьевна Ризниченко,
Андрей Борисович Рубин.*

МЕХАНИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕРВИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОТОСИНТЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Беляева Н.Е., Бульчев А.А., Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. Биофизики. 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, natalmurav@yandex.ru

Для отдельных стадий преобразования энергии, входящих в последовательность первичных процессов фотосинтеза, установлена возможность представления кинетики этих процессов экспоненциальными функциями времени (ссылки в [1]). Это дает возможность включать эффект влияния отдельных процессов в механистическую мультимасштабную модель в виде экспоненциальных функций, параметры которых могут зависеть от переменных модели. В кинетических моделях [2-5] описаны последовательности событий в мембранах тилакоидов *in vivo* при переходе от темноты к свету. Исследовано согласование во времени процессов перераспределения зарядов на кофакторах фотосистем 2 и 1 (ФС2 и ФС1) и в компартментах люмена, стромы. В модели ФС2 [1] механистическое описание разделения зарядов и стабилизации электрона на Q_A на временах от пико до миллисекунд дополнено экспоненциальным описанием формирования электро-химического потенциала мембраны (ссылки в [1,2]). Этим обеспечено фитирование по ОЛП нарастанию ($t < 1$ с) индукции флуоресценции (ИФ) листа гороха. Процессы ФС2 включены в Модель тилакоида [3-5], где экспоненциальная аппроксимация использована для описания регуляции следующих динамических параметров в ходе адаптации системы к условиям освещения: усиление диссипации энергии света в антенне ФС2 при световой энергизации мембраны, связанное с нарастанием NPQ тушения [3,4]; световая активация FNR-NADP редуктазы, снимающая блокировку оттока электронов на акцепторной стороне ФС1 [3-5]; влияние механизма регуляции State transition на динамические параметры антенн ФС1 и ФС2 [5]. В расчетах воспроизведены полные ОЛПСМТ кинетические ответы, наблюдаемые для листьев [3,4] или цианобактерий [5] при световой индукции на шкале времени от десятков микросекунд до десятков секунд (или минут). Включение в модели [3-5] экспоненциальных зависимостей позволило выполнить фитирование результатов длительных измерений индукции флуоресценции, воспроизведение которых необходимо для изучения механизмов реакции фотосинтетического аппарата на изменение световых условий и стресса на временах активации цикла фиксации CO_2 [6]. Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.

Литература

1. Stirbet A, Govindjee (2012) Chlorophyll a fluorescence induction: the J–I–P rise. *Photosynth Res* 113:15–61
2. Belyaeva NE, Bulychov AA, Riznichenko GYu, Rubin AB (2011) *Biophysics* 56(3):464–477
3. Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A (2016) *Photosynth Res* 130:491–515
4. Belyaeva N, Bulychev A, Riznichenko G, Rubin A (2019) Analyzing chlorophyll a fluorescence and P700 absorbance changes using a Thylakoid Membrane model. *Photosynth Res* 140:1-19.
5. Belyaeva, Bulychev, Klementiev, Paschenko, Riznichenko, Rubin (2020) Model quantification of the light-induced thylakoid membrane processes in *Synechocystis* sp. PCC 6803... . *Photosynth Res* 146(1):259-278
6. Stirbet A, Lazár D, Kromdijk J, Govindjee (2018) Chlorophyll a fluorescence induction: Can just a one-second measurement be used to quantify abiotic stress responses? – *Photosynthetica* 56: 86-104

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО ГОЛОДАНИЯ НА ДИНАМИКУ ПРОЦЕССОВ В ФОТОСИСТЕМЕ 2 КЛЕТОК ВОДОРОСЛИ *CHLORELLA*

Дегтерева Н.С., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. Биофизики, Россия, 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, телефон (495)9390289
E-mail: degterevas@mail.ru

В естественной среде клетки микроводорослей часто подвергаются влиянию различных стрессовых факторов, в ответ на которые включаются внутренние адаптационные механизмы. Детальное исследование этих механизмов позволяет оптимизировать получение накапливаемых в процессе голодания метаболитов, которые используют в медицине и косметологии. Для оценки функционирования ФС2 широко используется анализ кривых индукции флуоресценции хлорофилла *a*. Индукционные кривые регистрируются флуориметрическим методом.

Для исследования переходных процессов был проведен следующий эксперимент. Культура водоросли *Chlorella* выращивалась в биореакторе в течение 2.5 суток. За это время происходило естественное истощение азота в ростовой среде. Измерялись кривые индукции флуоресценции. Полученные индукционные кривые проанализированы с использованием следующих методов: JIP-теста, метода спектрального мультиэкспоненциального анализа (СМЭА) и математической модели.

В нормальных условиях, доминирующая форма ФС2 - α . Одним из проявлений действия стресса является возникающая гетерогенность ФС2, появление реакционных центров с измененной антенной (т.н. β -центров). В задачи проведенной работы входила количественная оценка изменения соотношения α - и β -центров в процессе развития азотного голодания. Для описания сигнала от клеток с разными типами антенн использовали уравнение, где флуоресценция от смешанного образца была равна сумме сигналов от фракций с α - и β -центрами. По суммарному сигналу были выделены сигналы отдельно от α - и β -центров с помощью разработанной нами ранее математической модели ФС2.

Применение комплексного анализа (JIP-тест, СМЭА, модель), показало, что в течение роста культуры клеток водоросли *Chlorella* в среде с постепенным истощением азота, наблюдается: увеличение эффективной площади сечения антенны за счет повреждения части реакционных центров; появление β -центров и увеличение их количества до 10% к концу голодания; инактивация кислород-выделяющего комплекса, на что указывает появление дополнительной фазы в JIP-тесте; полное снижение функциональной активности ФС2 к концу эксперимента. Скачкообразные изменения параметров JIP-теста, совпадающие по времени с моментом истощения азота в среде, можно интерпретировать как активацию адаптационных механизмов в реакционном центре ФС 2.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВЛИЯНИЮ ИОНОВ МЕДИ НА ПЕРВИЧНЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА

Киселева Д.Г., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. биофизики, Россия, 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ

При анализе данных биологических исследований традиционно применяются статистические методы. Методы кластеризации, в свою очередь, получили распространение относительно недавно, с ростом вычислительной мощности компьютера. Особенности кластерного анализа заключаются в отсутствии первичных допущений и требований к распределению данных и использовании не сопоставимо больших объемов выборок. В последнее годы объем накопленных экспериментальных биологических данных значительно вырос, и во многих случаях статистический анализ представляет собой довольно трудоемкий процесс, тогда как кластерный анализ при обработке большого количества данных имеет значительные преимущества. Для оценки возможностей кластерного анализа при работе с биологическими данными были использованы данные эксперимента по действию ионов меди на проростки гороха *Pisum sativum* L. Пробы выдерживались в присутствии токсиканта и без него в климатической камере в течение 10 дней. На протяжении всех дней была проведена регистрация индукционных кривых индукции флуоресценции хлорофилла а. Для анализа кинетики индукции флуоресценции мы использовали JР-тест. Полученные показатели JР-теста в дальнейшем использовались для кластеризации. На первом этапе была выполнена оценка наличия корреляции между параметрами JР-теста и факторами, действующими на проростки (Cu^{2+} , день инкубации). Корреляционный анализ выявил, что в рассматриваемом эксперименте *Pisum sativum* L. подвергались стрессу как в результате действия токсиканта Cu^{2+} , так и в результате условий самого эксперимента (удаление корней и усиков). Было показано, что различия между разными днями инкубации являются более существенными, чем различия между контрольными образцами и обработанными токсикантом Cu^{2+} . Далее была проведена предварительная подготовка данных, которая заключалась в уменьшении их неоднородности, возникшей из-за разного количества измерений по каждому растению, нормализации данных и снижении их размерности с помощью метода главных компонент, выбора количества главных компонент. Для дальнейшей кластеризации были выделены две главные компоненты. Кластеризация проводилась тремя методами: иерархическим, k-средних и OPTICS. Для характеристики полученных кластеров был проведен анализ параметров JР-теста в каждом из них. Было показано, что кластеры были сгруппированы по степени подверженности растения стрессу. Комплексный анализ показал, что в данном эксперименте фактор дня инкубации вызывал больший стресс у растений, чем фактор действия токсиканта Cu^{2+} . Для выявления действия Cu^{2+} необходимо использовать его в больших концентрациях.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке гранта РФФ № 20-64-46018 и гранта РФФИ № 20-04-00465

УДК 57.033

Почему ДНК конденсируется в присутствии ионов натрия легче, чем в присутствии ионов калия

Е.С. Колесников¹, И.Ю. Гуцин¹, П.А. Жилев², А.В. Онуфриев³

¹Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)

²Center for Design, Manufacturing and Materials, Skolkovo Institute of Science and Technology

³Политехнический университет Виргинии (США)

Внутри ядра клетки содержание ионов калия сильно превышает количество ионов натрия, в то время как в межклеточном пространстве натрия наоборот преобладает. ДНК хранит генетическую информацию и позволяет клеткам размножаться и синтезировать необходимые биополимеры. Сама ДНК хранится внутри ядра клеток в компактном виде, а значит взаимодействует в основном с ионами калия. Сегодня экспериментальные буферы чаще всего содержат натриевые соединения, что не отражает нативных внутриклеточных условий. Возникает вопрос: насколько корректно использование солей натрия вместо калия для имитации внутриклеточной среды? В 2005 году были опубликованы результаты экспериментального исследования конденсации ДНК в растворах с различными одновалентными ионами с добавлением полиэтиленгликоля [1], который моделирует содержащиеся в ядре полимеры. Оказалось, что в растворе хлорида натрия ДНК конденсируется при меньшей концентрации соли, чем в растворе хлорида калия. Это говорит о зависимости некоторых процессов от типа одновалентного катиона, взаимодействующего с ДНК.

В работе проведены исследования зависимости процесса конденсации ДНК от типа одновалентного иона в условиях, имитирующих внутриклеточные. Сравнения проведены между системами с хлоридами натрия и калия. При помощи метода молекулярной динамики получены распределения ионов вокруг двух нитей ДНК. Чтобы установить связь между распределением ионов и склонностью иона конденсировать ДНК, мы используем модель оболочек. В рамках этой теории пространство вокруг оси спиральной молекулы делится на несколько областей. Слой внутреннего радиуса 7Å , и внешнего 12Å , ось которого совпадает с осью полимера, называется внутренней оболочкой, слой от 12 до 16Å – внешней. Теория утверждает, что чем больше ионов находится во внешней оболочке ДНК, тем легче она конденсируется.

Проведенные исследования показали, что во внешних оболочках нитей ДНК в системах с натриевой солью скапливается больше ионов, чем с калиевой в большом диапазоне концентраций солей. Конечная разница энергий между системами с разными ионами согласно теории ионных оболочек составила около 1 кТ вне зависимости от концентрации соли. Это значит, что вероятность конденсации в натриевом растворе выше в 2,5-3 раза. Также среднее по времени расстояние между нитями ДНК в растворах с ионами натрия было меньше, чем с ионами калия при одинаковой концентрации. Это позволяет объяснить результаты эксперимента с позиций теории ионных оболочек – увеличение количества ионов в пересечении внешних оболочек двух участков ДНК сопровождалось снижением энергии системы и сближением дуплексов.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания РФ (соглашение №075-00337-20-03, проект FSMG -2020-0003)

Литература

1. Zinchenko A., Yoshikawa K. (2005). Na^+ Shows a Markedly Higher Potential than K^+ in DNA Compaction in a Crowded Environment. *Biophysical Journal*, 88, 4118–4123. <https://doi.org/10.1529/biophysj.104.057323>
2. Tolokh I.S., Drozdetski A.V., Pollack L., Baker N.A., Onufriev A.V. (2016). Multi-shell model of ion-induced nucleic acid condensation. *The Journal of Chemical Physics*, 144(15), 155101. <https://doi.org/10.1063/1.4945382>

О ПРИРОДЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ КОДОНОВ БЕЛОК-КОДИРУЮЩИХ ГЕНОВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Комаров В.М., Самченко А.А., Кондратьев М.С.

Институт биофизики клетки РАН, ФИЦ ПНЦБИ РАН
142290, ул. Институтская д. 3, Пущино
Тел.: +7(4967)73-06-81; e-mail: komarov@icb.psn.ru

К настоящему времени устоялось мнение, что в условиях вырожденности генетического кода предпочтительность использования кодонов (*codon usage bias*) в генетических процессах про- и эукариот есть сложившийся баланс действия двух сил – влияния естественного отбора и мутационного «давления». Вместе с тем поиск возможной физической первопричины, лежащей в основе данного явления, не уделяется на наш взгляд, должное внимание.

Ранее в своих работах мы уже указывали на важную роль «скрытой» неоднозначности формы комплементарного Н-спаривания азотистых оснований в иницировании наблюдаемых особенностей структурно-функциональной организации молекул нуклеиновых кислот. В данном исследовании свойственный GC Уотсон-Криковским парам исходно высокий, 4-кратный полиморфизм водородного связывания оснований, по сравнению с 2-кратным полиморфизмом АТ-пар рассматривается как наиболее вероятный структурный фактор, значительно регламентирующий нуклеотидный состав предпочтительных кодонов в белок-кодирующих генах живых организмов. Для решения этого вопроса нами с использованием методов сравнительной геномики был выполнен частотный анализ встречаемости всех 64 кодонов в генах широкого представительства про- и эукариот, охватывающего масштабный диапазон размеров их геномов (от 1,6 Mb до 140 000 Mb). В качестве примера реликтовых эукариот были взяты геномы амебы (*Amoeba proteus*), тихоходки (*Tarigdrada*), мечехвоста (*Limulus Polyphemus*), моллюска (*Nautilus pompilius*). Примерами других эукариот, и вместе с ними прокариот были геномы человека (*Homo sapiens*), шимпанзе (*Pan troglodites*), мыши (*Mus musculus*), мраморной двоякодышщей рыбы (*Protopterus aethiopicus*), лягушки (*Xenopus tropicalis*), мухи (*Drosophila melanogaster*), цветка (*Arabidopsis thaliana*), клеточного слизевика (*Dictyostelium discoideum*), паразита (*Leishmania major*), дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), малярийного паразита (*Plasmodium falciparum*), бактерии (*Escherichia coli*) и очень маленькой бактерии (*Candidatus Pelagibacter*). Использовались база данных GenBank и ресурс www.kazusa.or.jp/codon.

Полученные результаты в целом подтвердили сделанное предположение. Было показано, что в составе белок-кодирующих генов всех организмов предпочтительными оказываются кодоны, где во втором положении находится либо А либо Т(У) основание. Т.е. по сути здесь обозначились именно те основания, которым свойственен исходно низкий структурный полиморфизм комплементарного Н-спаривания и которые, таким образом, обеспечивают более четкую фиксацию структуры центрального звена системы «замок-ключ» (кодон-антикодон) функциональных комплексов ДНК-мРНК, мРНК-тРНК, тРНК-рРН. При этом, детализация типов кодонов выявила превалирование спирале-иницирующих и спирале-терминирующих аминокислот глобулярных белков у всех эукариот, коррелирующее с высокой концентрацией гистонов в составе их хроматина. Для митохондриальных генов получено резкое обеднение количества таких аминокислот в предпочтительных кодонах.

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЛИСТВЕННИЦЫ *LARIX SIBIRICA* LEDEV. НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Немчинова А.В.

Центр независимых социологических исследований, Россия, 191040, Санкт-Петербург,
а/я 193, Лиговский пр., д. 87, офис 301, E-mail: nemanvic@rambler.ru

На мысе Лямецкой береговые валы на аккумулятивной террасе постледникового времени формируются морскими волновыми процессами, аккумулятивными наносами и проч. (Морфодинамика..., 2018). Лиственница использует в качестве питания детрит из мертвой древесины в валах, образуя особую биоморфу – кустистый вегетативный клон. Под действием сильных ветров здесь формируется плотная "живая изгородь". С тыльной стороны дерева лиственницы восполняют энергию роста, продолжают расти до сенильной стадии. Рядовое размещение позволяет им перекрестно опыляться. С внешней стороны светолюбивый подрост активно осваивает новые выбросы мертвой древесины. Демографические (онтогенетические) циклы популяции лиственницы инициируются на "мембране" системы – в краевой части террасы, где образуются береговые валы. Из зрелых сообществ светолюбивая лиственница вытесняется.

В терминах теории автоколебательных процессов диссипативных динамических систем, закрепление лиственницы на береговых валах, благодаря проявлениям ее биологии и экологии, можно рассматривать как нелинейный регулятор, преобразующий постоянное воздействие возмущений со стороны моря в переменное, и запускающий осциллятор - демографическую систему популяции в состоянии незатухающих колебаний, с фазой и частотой в такт формированию береговых валов. Колебания осциллятора через обратную связь задают фазу и частоту регулятора. Диссипация энергии самоподдержания популяции, в результате затенения, воздействия ветробоя, засыпания песком, невозможности переопыления, гибели семян и пр., возмещается за счёт поступления энергии из постоянного источника с моря, благодаря чему автоколебания и популяционный цикл не затухают.

Сопоставление времен образования валов и возрастов деревьев, а также ширины валов и расстояний распространения деревьев в разных возрастных состояниях позволили рассчитать длину демографической волны; период ее колебания, скорость распространения волнового фронта на побережье. Первый вал на краю террасы ограничивает фронт самораспространяющейся волны онтогенетических циклов в направлении их новообразования. Ход сукцессии лиственничника на побережье имеет направление, а также характеризуется собственным временем и скоростью.

Литература.

1. *Морфодинамика* берегов северо-запада Онежского полуострова Белого моря в голоцене. Губа Конохова / Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Потехин М.С., Кунгаа М.Ч., Новикова А.В., Леонтьев П.А. // Труды Карельского научного центра РАН, 2017. № 8. С. 1—19.

ИЗМЕНЕНИЕ КОНФОРМАЦИЙ S-БЕЛКА КОРОНАВИРУСОВ КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА АНТИТЕЛОЗАВИСИМОГО УСИЛЕНИЯ ИНФЕКЦИИ

Нечипуренко Ю.Д., Анашкина А.А., Егоров Е.Е., Семенов Д.А.¹, Матвеева О.В.^{2,3}

ИМБ РАН, 119991, Москва, ул. Вавилова, 32; nech99@mail.ru

¹Институт биофизики СО РАН, Академгородок, 50, Красноярск, 660036, Россия

²Sendai Viralytics LLC, Acton, MA 01720 USA

³BioPolymer Design LLC, Acton, MA 01721 USA

Связывание вируса с субоптимальными антителами, которые не являются нейтрализующими, в некоторых случаях может индуцировать проникновение вируса в клетки иммунной системы, где вирус, вместо того, чтобы быть инактивированным, начинает реплицироваться и убивает иммунную клетку. Такое явление называется антителозависимое усилением инфекции (АЗВИ, или ADE -сокращение от английского “antibody dependent disease enhancement”). Оно показано для ряда вирусов, включая коронавирусы. Для коронавирусов, в частности для SARS-CoV-1 (SARS-CoV) продемонстрировано, что антитела к шиповидному S-белку могут провоцировать ADE (см. например, [1]). Мы предполагаем, что изменение антигенных детерминант у этого белка может приводить к уменьшению прочности связывания нейтрализующих антител с вирусом, превращая их в субоптимальные – не нейтрализующие, способные к ADE. Возможно, на ADE влияют не только структурные перестройки S-белка, но и динамика смены его конформаций. Согласно нашей гипотезе, ADE может происходить в процессе вирусной инфекции SARS-CoV-2 и провоцировать тяжелое течение болезни у некоторых зараженных [1,2]. Связывание антител с вирусом происходит во внеклеточной среде, попадая в иммунную клетку, в процессе фагоцитоза комплексы антител с вирусами могут оказываться в среде с другими свойствами (pH, ионная сила), где аффинность и авидность антител может меняться. Не исключено, что уменьшение pH внеклеточной среды (ацидоз), характерное для больных COVID-19, может способствовать ADE. Однако ацидоз может способствовать уменьшению связывающей способности антител по отношению к вирусу и без ADE. Такое нарушенное связывание, вероятно, уменьшает протективное действие антител и дает вирусу свободу инфицировать новые клетки. Системный взгляд на заболевание COVID-19 требует привлечения представлений из разных областей медицинской биофизики.

Литература

1. *Зайчук Т.А. и др.* Проблемы создания вакцин против коронавирусов: антителозависимое усиление инфекции и вирус Сендай как возможный вакцинный вектор // Молекулярная биология, 54, 2020, 922-938.
2. *Нечипуренко Ю.Д. и др.* Изменение антигенных детерминант S-белка вируса SARS-CoV-2 как возможная причина антителозависимого усиления инфекции и цитокинового шторма. // Биофизика, 65, 2020, 824-832.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ СВЯЗАННЫМИ КЛЕТКАМИ

Потапова Т.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, факс: (495) 9393181, e-mail: potapova@belozersky.msu.ru

С позиций современной мембранной биоэнергетики возможно разделение в пространстве мембранных белков, обеспечивающих запасание и использование энергии, аккумулированной в форме мембранного потенциала (МП) [1]. Наличие в многоклеточных системах электрической связи через проницаемые контакты (ПК) создает возможность транспорта энергии через ПК и на этой основе разделения труда между соседними клетками. Происходящие при этом процессы и явления проявляются в изменениях электрических характеристик отдельных клеток и ПК и могут быть количественно проанализированы с помощью описания клеток и клеточных систем как эквивалентных электрических кабелей [2]. Экспериментальный анализ с помощью электрофизиологических подходов и технологий и теоретический модельный анализ подтверждают возможность передачи энергии через ПК в эволюционно различных многоклеточных системах: трихомах нитчатых цианобактерий, гифах мицелиальных грибов и монослойных культурах клеток животных. Удобной экспериментальной моделью для детального рассмотрения таких взаимодействий является многоклеточный ансамбль на верхушке растущей гифы мицелиального гриба *Neurospora crassa*. На этой модели продемонстрирована возможность участия в самоорганизации внутриклеточных структур локальных электрических полей, которые создаются при разделении между клетками функций генерации МП и использования его энергии [3]. Представления об особенностях электрических процессов и явлений, сопровождающих транспорт энергии через ПК, могут быть полезны при анализе многих важных вопросов, связанных с рассмотрением механизмов реализации генетических «инструкций» в конкретных жизненных процессах [4].

Литература

1. Скулачев В.П. и др. Мембранная биоэнергетика: учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета, 2010. 368 с.
2. Беркинблит М.Б. и др. Высокопроницаемые контактные мембраны. - М.: Наука, 1981. 466 с.
3. Потапова Т.В. Мембранная биоэнергетика и разделение труда в системах электрически связанных клеток. Цитология. **Т.62**, №12, 2020 (в печати).
4. Потапова Т.В., Кокишарова О.А. Нитчатые цианобактерии как прототип многоклеточных организмов. Физиология растений. **Т. 67**. № 1, 2020. С. 20.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ С ДЛИНОЙ ПЕРИОДА 2 В АМИНОКИСЛОТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ БЕЛКОВ

Руденко В.М., Коротков Е.В.¹

Институт Биоинженерии в составе ФИЦ Биотехнологии, Россия, 117312, Москва, пр-т 60-летия Октября, 7, корп.1, +7 926-701-81-08, v.m.rudenko@gmail.com
¹НИИУ МИФИ, Россия, 115409, Москва, Каширское ш., 31, +7 926-724-82-71, katrin2@biengi.ac.ru

Широко известен тот факт, что аминокислотные последовательности могут содержать в своем составе тандемные повторы, которые связаны с пространственной структурой белка и его биологической функцией [1]. Белки с тандемными повторами вовлечены в такие жизненно-важные процессы как дупликация генов, рекомбинация, кроссинговер. Это подчеркивает их значимость и эволюционную роль.

С точки зрения математики тандемные повторы можно интерпретировать как периодичность, хотя и размытую, содержащую замены, вставки и делеции. В данной работе мы предлагаем производить поиск периодичности с учетом корреляций соседних символов последовательности. Для этих целей сначала мы группировали аминокислоты на 5 групп в соответствии с полярностью их радикалов и перекодировали исходную последовательность, определенную на алфавите в 20 символов к новому 5-символьному алфавиту. Затем рассматривали все парные комбинации соседних символов последовательности, строили для них позиционно-весовую матрицу и циклическое выравнивание [2]. В качестве меры периодичности выступала величина Z , которая определялась методом Монте-Карло. Пороговое значение величины было взято $Z_0=6$.

Метод был применен к анализу последовательностей банка данных uniprot. Было обнаружено достаточно много белков, с периодичностью 2. Так используемый нами подход выявил 2115 белков, в то время как популярная программа T-REKS обнаружила на том же множестве всего 1090 периодических фрагментов.

Анализ белков с периодичностью 2 показал, что среди них встречается много уже аннотированных ранее как белки, содержащие повторы: collagen-like protein, serine-aspartate repeat-containing protein и т.д. Их последовательности имеют экстремальное большое значение Z .

Но наибольший интерес представляют последовательности, где определяется периодичность с небольшими значениями Z . Например, последовательность Q3SZ45 из генома *Bos taurus* (Stromal cell-derived factor 2), длина 211. Периодичность с $Z=8.2$ наблюдается на участке 25-193 aa, что составляет около 80% ее длины.

Литература

1. *Kajava A.V. Tandem repeats in protein: From sequence to structure // Journal of Structural Biology vol 179, N 3, 2012. p. 279-288*
2. *Turutina V., Laskin A. et.al Identification of amino acid latent periodicity within 94 protein families // Journal of Computational Biology vol 13, N 4, 2006. p. 946-964*

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ПШЕНИЦУ (*Triticum L.*) И КУКУРУЗУ (*Zea Mays L.*): ЭПР ИССЛЕДОВАНИЯ

Халилов Р.И., Насибова А.Н.¹, Касумов У.М.¹, Байрамов М.А.¹

Бакинский Государственный Университет, г.Баку, Азербайджан. hrovshan@hotmail.com

¹Институт Радиационных Проблем, НАНА, г.Баку, Азербайджан.

Методом Электронного Парамагнитного Резонанса (ЭПР) было изучено влияние на пшеницу (*Triticum L.*) и кукурузу (*Zea Mays*) таких стресс факторов как ионизирующая гамма радиация, радиоактивное загрязнение и УФ- облучение.

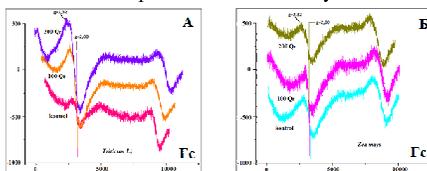


Рис. 1. Спектры ЭПР проростков семян пшеницы (А) и кукурузы (Б) облученных разными дозами ионизирующей гамма радиации.

В растениях пшеницы при воздействии и повышении дозы радиации был обнаружен стимулирующий, а в растениях кукурузы противоположный эффект. На рис. 1 в широком интервале магнитного поля показаны спектры ЭПР характеризующие различных парамагнитных центров в образцах растений. Под действием радиации концентрация парамагнитных центров меняется и это приводит к различию интенсивности сигналов. Сигналы ЭПР магнитных наночастиц оксидов железа ($g=2,32$; $\Delta H=400$ Гс) более чувствительны к радиации. В образцах растений пшеницы (растения типа С3) подвергшихся более высоким дозам радиации амплитуда сигналов ЭПР значительно выше, чем у контрольных растений. А в растениях кукурузы (растения типа С4) при воздействии радиации амплитуда сигналов ЭПР меняется незначительно. Предполагается, что этот процесс связан с фотодыханием

Результаты исследований еще раз доказали, что стрессовые факторы, включая радиацию, играют стимулирующую роль в создании парамагнитных центров в растительных системах. Этот эффект может быть использован в качестве параметра биоиндикации при экологической оценке окружающей среды.

Литература.

1. R.I.Khalilov, A.N.Nasibova, N.Youssef. The use of EPR signals of plants as bioindicative parameters in the study of environmental pollution. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. V. 7, I. 9, S.1. 2015. P.172-175.
2. A.N. Nasibova. Formation of magnetic properties in biological systems under stress factors. Journal of Radiation Researches. V.7, I.1. 2020. P.5-10.
3. R.I. Khalilov, A.N. Nasibova. Endogenous EPR-detected ferriferous nanoparticles in vegetative objects. News of Baku University. V.3. 2010. P. 35-40.

АНАЛИЗ ФОРМЫ КРИВЫХ ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА а С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ¹

Хрушев С.С., Плюснина Т.Ю., Антал Т.К.¹, Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Биологический факультет, каф. биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, styx@biophys.msu.ru

¹ Псковский государственный университет

Предложена нейросетевая модель для анализа формы индукционных кривых. На вход искусственной нейронной сети подавали индукционные кривые (128 нормализованных отсчетов интенсивности флуоресценции на лог-равномерной по времени шкале от 30 мкс до 2 с), зарегистрированные для отобранных из природных водоемов проб фитопланктона без токсического воздействия и по ходу продолжающегося воздействия токсикантов (CdSO_4 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Чтобы избежать «переобучения» модели, в процессе обучения к нормализованным данным добавлялся равномерно распределенный случайный шум со средним значением 0 и стандартным отклонением 0.1. Использована архитектура автокодировщика, входной и выходной блок которого представляют собой трехслойные полносвязные нейронные сети. Нейроны первого и второго слоя имеют экспоненциальную линейную функцию активации (ELU), нейроны третьего слоя – линейную функцию активации. Во входном блоке первый слой состоит из 64 нейронов, второй – из 32, третий (слой, формирующий закодированное представление входного сигнала) – из 3; в выходном – первый слой из 32 нейронов, второй – из 64, и выходной слой – из 128 нейронов. В процессе обучения модели перед подачей закодированного сигнала на выходной блок к коду добавляется равномерно распределенный случайный шум со средним значением 0 и стандартным отклонением 0.1. При обучении модели использовалась многоцелевая оптимизация. В дополнение к среднеквадратичному отклонению входного сигнала от выходного, были добавлены штрафные функции за отличие усредненного по выборке значения каждой компоненты кода от нуля и за отличие матрицы ковариации компонент кода от единичной. Также были добавлены штрафы за корреляцию отдельных компонент кода с величиной токсического воздействия на фитопланктон. В качестве штрафных функций использовался квадрат коэффициента корреляции Пирсона между дозой CdSO_4 и второй и третьей компонентами кода и между дозой $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и первой и третьей компонентами кода. Таким образом, влияние токсикантов на форму индукционных кривых должно наиболее явно отражаться на величине первой (CdSO_4) и второй ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) компонент кода, однако само существование взаимосвязи между формой кривых и действием токсиканта не навязывается в процессе обучения модели. Поэтому в целом процесс обучения можно охарактеризовать как спонтанный («обучение без учителя»). Модель реализована с помощью пакета Keras/TensorFlow. Для оптимизации параметров модели использовался стохастический метод адаптивной оценки моментов (Adam). Обучение проводилось в течение 20000 итераций (эпох). Каждый обучающий пакет включал в себя все данные выборки, так как для расчета используемых штрафных функций нужна информация обо всех анализируемых образцах. Показано, что связанные с действием токсикантов изменения формы индукционных кривых появляются уже через 2 часа инкубации, однако наблюдаемые изменения не являются специфическими для действия тяжелых металлов.

¹ Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке гранта РФФИ № 20-64-46018 (Псковский государственный университет).

ВЫДЕЛЕНИЕ СИГНАЛА ИНДУКЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА а ИЗ СИЛЬНО ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРАЛЬНОЙ МУЛЬТИЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ¹

Хрущев С.С., Плюснина Т.Ю., Антал Т.К.¹, Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Биологический факультет, каф. биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, styx@biophys.msu.ru

¹ Псковский государственный университет

Регистрация кривые индукции флуоресценции от природных объектов, находящихся в неблагоприятных условиях, зачастую происходит на нижнем пределе чувствительности флуорометрического оборудования. На основе предложенного авторами метода спектральной мультиэкспоненциальной аппроксимации (СМЭА) [1] разработан метод выделения сигнала индукции флуоресценции хлорофилла а из сильно зашумленных данных. В основу предложенного метода было положено представление о том, что изменения, происходящие в адаптировавшемся к темновым условиям фотосинтетическом аппарате при освещении, могут быть с большой точностью описаны в терминах переходов между состояниями марковской цепи. При этом идентификация конкретных состояний и графа переходов между ними для решения задачи фильтрации шумов оказывается излишней. В методе СМЭА производится разложение полученного с флуорометра сигнала по базису, составленному из функций e^{-t/τ_i} с характерными временами τ_i , выбранными на фиксированной логарифмической сетке с шагом $k_{\text{step}}: \tau_{i+1} = k_{\text{step}} \tau_i$. При использовании этого метода для шумоподавления для нахождения предэкспоненциальных множителей a_i используется L_1 -регуляризация (LASSO) по методу наименьших углов (LARS) [2]. В качестве параметра фильтра задается коэффициент регуляризации α . Проведен анализ полученных с помощью флуорометра AquaPen (Photon Systems Instruments, Чешская Республика) результатов измерения индукционных кривых для проб природного фитопланктона из водоемов Псковской области при значениях $k_{\text{step}} = 1.1$ и разных величинах коэффициента регуляризации α . Показано, что при значении коэффициента регуляризации $\alpha = 10^{-5}$ и меньше фильтрация шумов является неполной, а при значении коэффициента регуляризации $\alpha = 10^{-3}$ и больше – происходит потеря существенной информации о форме сигнала. Выбор коэффициента регуляризации $\alpha = 10^{-4}$ позволил восстановить форму кривых индукции флуоресценции для исследованных образцов и оценить значения параметров JIP-теста [3].

Литература

1. Antal T. et al. Chlorophyll fluorescence induction and relaxation system for the continuous monitoring of photosynthetic capacity in photobioreactors // *Physiol. Plant.* 2019. Vol. 165, № 3, pp. 476–486. DOI: 10.1111/ppl.12693
2. Efron B. et al. Least Angle Regression // *Ann. Stat.* 2004. Vol. 32, № 2, pp. 407–499. DOI: 10.1214/009053604000000067
3. Strasser R.J., Tsimilli-Michael M., Srivastava A. Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient / In: *Advances in Photosynthesis and Respiration. Chlorophyll a Fluorescence: a Signature of Photosynthesis*. Eds.: G. Papageorgiou, Govindjee. – The Netherlands: Springer, 2004. – P.321–362.

¹ Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке гранта РФ № 20-64-46018 (Псковский государственный университет).

МОДЕЛЬ СТРОМАЛЬНЫХ И ГРАНАЛЬНЫХ ЛАМЕЛЛ ХЛОРОПЛАСТА С РЕАЛИСТИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ КОМПАРТМЕНТОВ¹

Хрущев С.С., Федоров В.А., Устинин Д.М.,
Коваленко И.Б., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Биологический факультет, каф. биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, styx@biophys.msu.ru

Разработана структура модели стромальных и гранальных ламелл хлоропласта с реалистичной геометрией этих субклеточных компартментов и явным учетом диффузии подвижных переносчиков электрона. В модели рассматриваются процессы электронного и протонного транспорта в тилакоидной мембране хлоропласта с участием трансмембранных комплексов: фотосистем 1 и 2, цитохромного b6f комплекса и АТФ-синтазы. Для описания окислительно-восстановительных реакций, происходящих в трансмембранных белковых комплексах с участием мобильных переносчиков, будет использоваться основанный на шаблонах (rule-based) метод. Метод микроэлектронной томографии позволяет получить детальную реконструкцию формы стромальных и гранальных ламелл хлоропласта [1]. При компьютерном моделировании возможно использование геометрии модельной сцены, точно воспроизводящей полученную в эксперименте форму фрагмента хлоропласта. Однако интерпретация результатов моделирования была бы крайне затруднительна, так как в такой модели невозможно проследить, каким образом изменение геометрических размеров отдельных компартментов влияет на биологические процессы. На основе томографических данных создана упрощенная аналитическая модель геометрии фрагмента хлоропласта, содержащего грану и соединяющиеся с ней стромальные ламеллы, позволяющая варьировать форму компартментов изменением числовых параметров. По литературным данным получены оценки размеров гранальных и стромальных ламелл и соединительных мостиков между ними, параметры поверхностной плотности трансмембранных белковых комплексов и концентрации мобильных переносчиков электронов – пластохинона, пластоцианина и ферредоксина. Разработано программное обеспечение для моделирования первичных процессов фотосинтеза с учетом связанных с геометрией компартментов и расположением трансмембранных белковых комплексов ограничений на диффузию мобильных переносчиков электронов и протонов. Программное обеспечение реализует предложенный ранее метод прямого компьютерного моделирования процессов [2]. Диффузия мобильных переносчиков электронов моделируется с помощью метода броуновской динамики, при этом используется упрощенный подход, в котором не рассматриваются электростатические взаимодействия между молекулами. Форма компартментов и трансмембранных белковых комплексов задается аналитически, на каждом шаге моделирования производится проверка столкновений мобильных переносчиков электрона с границами компартмента и трансмембранными комплексами.

Литература

1. Bussi et al. Fundamental helical geometry consolidates the plant photosynthetic membrane // PNAS, 2019, v. 116(44), pp. 22366–22375. DOI: 10.1073/pnas.1905994116
2. Ризниченко и др. Модели фотосинтетического электронного транспорта // Биофизика, 2020, Т. 65, № 5. С. 886–902. DOI: 10.31857/S0006302920050063

¹ Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке гранта РФФИ № 20-04-00465.

МОДЕЛЬ РОСТА ДЕРЕВА В АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Чистякова Ю.А., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, кафедра биофизики Россия, 119991, Москва, Ленинские Горы 1, стр. 12
E-mail: julie@earlcleen.com

Деревья являются неотъемлемой частью городской экосистемы, поэтому изучение закономерностей их роста имеет большое значение. Известно, что при высадке молодых деревьев из питомника в условия города одни саженцы растут и развиваются, а другие погибают. Целью данной работы было предположить причины такого явления и построить математическую модель с учетом возможных внешних факторов, влияющих на рост дерева.

В данной работе была модифицирована и дополнена модель роста дерева И.А. Полетаева, основанная на допущении об энергетических потоках, идущих через дерево [1]. В частности, в уравнение был введен дополнительный член, характеризующий количество энергии, которое тратит дерево на всасывание корнями почвенного раствора. Кроме того, для описания геометрии корневой системы и кроны были использованы фрактальные размерности.

Было обнаружено, что дополненная модель имеет три особые точки: тривиальное решение при $r=0$, неустойчивое стационарное состояние (нижняя граница) и устойчивое стационарное состояние (верхняя граница – максимальный радиус ствола). Если в момент пересадки в городские условия саженец имеет радиус ствола меньше нижней границы, то он погибает. Если его радиус больше нижней границы – он выживает, развивается и достигает до верхней границы. Модель была верифицирована с использованием экспериментальных данных, взятых из литературы. Модельная кривая хорошо соответствовала экспериментальным точкам.

В качестве основного антропогенного фактора, воздействующего на дерево, было выбрано влияние выхлопных газов. Было принято, что антропогенное воздействие снижает активность фотосинтеза. В итоге было обнаружено, что воздействие антропогенного фактора снижает значение верхней границы, повышает значение нижней границы и снижает скорость роста дерева.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.

Литература.

1. Полетаев И.А.// Проблемы кибернетики, т. 16, 1966, с. 171–190.

СУЩЕСТВОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОДЕЛИ ГИПЕРЦИКЛИЧЕСКОЙ РЕПЛИКАЦИИ

Чмерева Ольга Сергеевна

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет вычислительной математики и кибернетики, кафедра системного анализа.
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 52, 2-й учебный корпус.
E-mail: o.s.ch@yandex.ru

В теории предбиологической эволюции широко используется классическая модель гиперциклической репликации, описанная в 1971 г. М. Эйгеном и П. Шустером в [1].

В текущей работе рассматривается задача о распространении дискретной модели гиперцикла на систему, состоящую из бесконечного числа элементов, между которыми могут возникать мутации, способствующие выравниванию структуры макромолекул.

Для решения поставленной задачи было построено интегро-дифференциальное уравнение с запаздыванием по пространственной переменной. Решение $u(x, t)$ уравнения ищется на интегральном симплексе с учетом условия периодичности решения на границе области определения при заданной начальной функции.

Для построенной модели были получены следующие теоретические результаты:

1. доказана теорема о локальной разрешимости распределенной континуальной модели гиперциклической репликации для функций $u(x, t)$ из классов $C^2[0, 2\pi]$ по x и $C^1[0, +\infty)$ по t ;
2. доказана неотрицательность решения задачи;
3. исследована устойчивость пространственно-однородных и пространственно-неоднородных положений равновесия [2];
4. доказано существование предельного цикла в стационарном пространственно-неоднородном положении равновесия;
5. построен численный алгоритм, позволяющий провести исследование поведения модели при различных значениях параметров и начальных условий.

Таким образом, для построенной распределенной континуальной модели выполнены основные свойства дискретного гиперцикла: перманентность и существование устойчивого предельного цикла, а также три принципа теории эволюции Дарвина.

Модель является корректной, и может быть использована в таких областях современной теории эволюции биологических видов как теоретическая популяционная генетика и теория предбиологической молекулярной эволюции.

Литература.

1. *Эйген М., Шустер П.* Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. – М.: Мир, 1982. 270 стр.
2. *Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П.* Динамические системы и модели биологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 400 стр.

W2

МОЛЕКУЛЯРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ

MOLECULAR
MODELING

Руководители:

*Илья Борисович Коваленко, Владислав Михайлович Комаров,
Галина Юрьевна Ризниченко, Андрей Борисович Рубин,
Мария Григорьевна Хренова, Алексей Константинович Шайтан.*

РОЛЬ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ МЕМБРАНАМИ КРИСТЫ МИТОХОНДРИИ В ДВИЖЕНИИ ЦИТОХРОМА С К САЙТУ СВЯЗЫВАНИЯ У III ДЫХАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Абатурова А.М., Браже Н.А., Ризниченко Г.Ю., Коваленко И.Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т,
кафедра биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1, стр. 12,
+7(495)9390289, abaturova@list.ru

Цитохром С (цитС) при окислительном фосфорилировании в митохондриях переносит электроны в межмембранном пространстве и кристах от III к IV дыхательному комплексу. Толщина люмена крист (ТЛК) может увеличиваться, что приводит к затруднению окислительного фосфорилирования [1].

С помощью программы броуновской динамики ProKSim [2] мы построили модель диффузии молекулы цитС в участке кристы, содержащем неподвижный димер III дыхательного комплекса (III₂). Мембраны учитывались как геометрические ограничения. Были использованы PDB структуры комплекса III₂ 1BGY (с достроенной субъединицей E) и цитС 3O1Y. В модели значение pH равнялось 7, значение ионной силы было 130 мМ, цитС был в окисленном состоянии, цитохром С₁ (цитС₁) субъединицы P III₂ был в восстановленном.

Мы меняли ТЛК от 120 до 160 Å [1], величина реакционного объема оставалась постоянной, длина мембраны была 260-300 Å. Шаг по времени в модели - 100 пс. ЦитС диффундировал в течение 9 мкс, затем в течение 4.5 мкс записывались положения атома Fe цитС для 20000 случайных начальных положений молекулы и проводился анализ диффузии цитС. Положения Fe наносились на матрицу с шагом 3 Å. Были выбраны ячейки, суммарно в которых Fe цитС находится 0.31% общего времени и время пребывания цитС в этих ячейках больше 63±4% от максимального времени, проводимого в одной ячейке. Эти ячейки расположены вдоль поверхности III дыхательного комплекса на расстоянии 20-30 Å.

Численный эксперимент повторили 3 раза. Получено, что при увеличении расстояния между мембранами кристы с 120 до 160 Å вероятность нахождения цитС около субъединицы P в отобранных ячейках уменьшается с 39.6±3.8% до 25.8±3% и увеличивается у субъединицы D. Мы предполагаем, что цитС получает электрон от цитС₁ субъединицы P III₂ [3]. Результат моделирования показывает затруднение диффузии цитС к нужному месту связывания для получения электрона. Добавление дыхательного комплекса IV в данную модель позволит изучить влияние изменения ТЛК на процесс транспорта электрона цитС между дыхательными комплексами.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-04-00999.

Литература

1. Siegmund S.E. et al., 2018, DOI: 10.1016/j.isci.2018.07.014
2. Хрущев С.С. и др., 2013, DOI: 10.20537/2076-7633-2013-5-1-47-64
3. Sousa J.S. et al., 2016, DOI: 10.7554/eLife.21290

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕЦЕПТОРОВ NMDA В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ГИППОКАМПА

С.В. Аксенова, А.С. Батова, А.Н. Бугай, Э.Б. Душанов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия, kgyr@mail.ru

Интродопные рецепторы N-метил-D-аспартат (NMDAR) играют важную роль в формировании синаптической пластичности, являющейся основой процессов обучения и формирования различных видов памяти, а также функционально связаны с различными неврологическими расстройствами, такими как эпилепсия, болезнь Паркинсона, Альцгеймера, Хантингтона [1, 2].

Ранее проведенные исследования [3] показали влияние мутаций на активацию ионного канала NMDAR, которые совпадают с экспериментальными показателями.

В данной работе было проведено молекулярно-динамическое моделирование активации ионного канала различных типов NMDAR (GluN1/GluN2A, GluN1/GluN2B, GluN1/GluN2A/GluN2B). Проводимость ионного канала вычислялась по данным, полученным с помощью пакета HOLE, а также исходя из анализа связывания ионов магния. Анализ полученных структур позволил определить изменение проводимостей ионного канала. Полученные данные использовались в модели нейронной сети гиппокампа с рецепторами AMPA, GABA и различными типами NMDAR. Для изучения поведений нейронной сети применялся пакет NEURON [4]. Изучение сетевой активности нейронов с различными типами NMDAR выявило незначительные изменения проводимости ионного канала и локального потенциала в зависимости от субъединиц, входящих в состав рецептора. В случае модели GluN1/GluN2A NMDA-рецептора наблюдалось падение амплитуды тета- и гамма-частотных диапазонов по сравнению с нативными формами NMDA-рецептора. Для тригетеромера GluN1/GluN2A/GluN2B не обнаружено значимых изменений по сравнению с GluN1/GluN2B.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-01007).

Литература

1. *Dingledine R., Borges K., Bowie D., and Traynelis S. F.* // *Pharmacological Reviews*, **vol. 51**, No 1, 1999, p. 7-62.
2. *Collingridge G. L., Volianskis A., Bannister N., France G., Hanna L., Mercier M., Tidball P., Fang G., Irvine M. W., Costa B. M., Monaghan D. T., Bortolotto Z. A., Molnár E., Lodge D., and Janca D. E.* *The NMDA receptor as a target for cognitive enhancement.* // *Neuropharmacology*, **vol. 64**, 2013, p. 13-26.
3. *Batova A.S., Bugay A.N., Dushanov E.B.* *Effect of mutant NMDA receptors on oscillations in a model of Hippocampus* // *Journal of Bioinformatics and Computational Biology*. **vol. 17**, No 01, 2019.
4. *Hines M.L., Carnevale N.T.* *The NEURON simulation environment* // *Neural Comput.* **vol. 9**, 1997, p. 1179-1209.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРЫ ФЛУОРЕСЦЕНТНО-МЕЧЕННЫХ CRISPR/CAS ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ЦЕЛЕВОГО УЧАСТКА ДНК, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Армеев Г.А., Новиков Р.В., Шайтан А.К.

НТУ "Сириус", Олимпийский пр-т 1, 354340, Сочи, Россия Биологический факультет, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, 1-12 Ленинские горы, Москва, 119991, Россия

Разработка новых методов детекции молекул, характерных для патогенных микроорганизмов, и других методов молекулярной диагностики весьма востребована. Весьма перспективным выглядит применение систем детекции основанных на Cas белках, в частности dCas9. Применение систем такого рода удобно тем, что позволяет создать универсальную платформу, в которой белковая часть остается неизменной, а выбор патогена осуществляется при помощи CRISPR РНК. В данной работе мы исследовали применимость систем детекции ДНК патогена при помощи флуоресцентно меченных Cas белков методами молекулярного моделирования.

Суть работы предлагаемой нами системы заключается в том, что два или более флуоресцентно-меченых CRISPR/CAS комплекса, будут связываться с ДНК достаточно близко друг от друга, что приведет к возможности резонансного переноса энергии между флуоресцентными зондами, который можно будет детектировать при помощи универсального либо специализированного спектрофлуориметра. В качестве флуоресцентных зондов целесообразно применять хромобелки, в данной работе мы выбрали пару белков Citrine и mScarlet.

Для того, чтобы оценить возможность переноса энергии между хромобелками, мы произвели поиск наиболее выгодных ориентаций пар Cas9 белков на ДНК. Мы определили, что одной из наилучших (по критерию отсутствия стерических перекрываний и расстоянию между белками) является пара комплексов CAS расположенных один за другим с расстоянием между ними в 38 н.п. Мы подготовили эту модель для изучения методом молекулярной динамики в огрубленном силовом поле SIRAH и рассчитали траекторию свободной динамики продолжительностью 600 нс при помощи программы Gromacs 2020. Система сохраняла структуру на всем времени моделирования.

Мы предложили следующие точки введения меток: концевая метка на С-конце CAS (положение 1361) и внутренняя метка в положении GLY 533. Согласно проведенному анализу расстояние между этими аминокислотами варьирует в ходе траектории от 1 до 4 нм, однако, после учета размеров флуоресцентных белков с использованием библиотеки Labellib, мы показали, что ожидаемый разброс расстояний между флуоресцентными метками выше и приводит к значительно более низким величинам эффективности переноса энергии (от 0,25 до 0,75).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-34-51053.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФОРМАЦИОННЫХ ПЕРЕСТРОЕК ГЕМА ЦИТОХРОМА С И С1 В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Васюченко Е.П., Федоров В.А., Абатурова А.М., Коваленко И.Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, кафедра биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1, стр. 12, +7(495)9390289, vasyuchenko.katya@gmail.com

Цитохром *c* является подвижным переносчиком электронов в дыхательной цепи митохондрий, который транспортирует электрон от цитохромного *bc₁* комплекса к цитохром *c* оксидазе. От конформации гема в цитохроме *c* зависит скорость передачи электрона в комплексе и, соответственно, эффективность электрон-транспортной цепи.

В нашей работе мы использовали отдельные структуры цитохромов *c* и *c₁* *Bos taurus*. Мы получили набор диффузионно-столкновительных комплексов методом броуновской динамики с энергией электростатического притяжения не менее 8 кТ с помощью программы ProKSim [1], который анализировали с помощью метода кластерного анализа. Затем мы описали процесс образования финальных комплексов из центральных структур полученных кластеров с помощью метода молекулярной динамики в программе GROMACS[2]. Также было проведено молекулярное моделирование отдельных белков цитохрома *c* и *c₁*.

Для определения и количественного описания конформации гема был использован подход, основанный на работе Jetzen W. et al. (1997) [3]. С помощью этого подхода в каждый момент времени рассчитывались вклады отклонений от эталонной структуры гема по 12 координатам, соответствующим медленным нормальным модам. Далее мы наблюдали за изменением этих вкладов и влиянии их друг на друга.

В результате данных исследований, оказалось, что гемы цитохромов *c* и *c₁* ведут себя по-разному в зависимости от того, сформирован комплекс этими белками, или нет. Кроме этого, было отмечено взаимное изменение конформации гемов, в ситуации, когда цитохромы образуют комплекс.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова.

1. Хрущев С. С. и др. Моделирование белок-белковых взаимодействий с применением программного комплекса многочастичной броуновской динамики ProKSim //Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5. – №. 1. – С. 47-64.

2. Abraham M. J. et al. GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers //SoftwareX. – 2015. – Т. 1. – С. 19-25.

3. Jentzen W., Song X. Z., Shelhnt J. A. Structural characterization of synthetic and protein-bound porphyrins in terms of the lowest-frequency normal coordinates of the macrocycle //The Journal of Physical Chemistry B. – 1997. – Т. 101. – №. 9. – С. 1684-1699.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ В СЕТИ

Веригин В.А., Лихачев И.В., Балабаев Н.К.

Тулский государственный университет. 300012, г.Тула, пр. Ленина, 92 ИМПБ РАН - филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. 142290, Московская область, г.Пушино, ул. проф. Виткевича, 1, ИМПБ РАН. ilya_lihachev@mail.ru

При проведении крупных серий молекулярно-динамических численных экспериментов в научных лабораториях накапливается большое количество траекторий молекулярной динамики. Возникает потребность в средстве коллективной работы с ними. Цель данной работы – создание интернет-портала, позволяющего визуализировать траектории в сети. Существует множество программ, которые могут предоставить схожий функционал, но большинство из них являются программными продуктами, предназначенными исключительно для использования на персональном компьютере, к ним относятся VMD, PyMOL и TAMM.

Помимо уже упомянутых программных продуктов, также существуют сервисы, позволяющие просматривать статические структуры (PDB-файлов) в сети, но они не обладают функционалом, позволяющим визуализировать трехмерное интерактивное молекулярное кино в сети, если не считать сервисы, которые предоставляют доступ к заранее снятому видео со структурой.

Нами был разработан клиент-серверный программный пакет – Портал анализа траекторий молекулярной динамики – со следующими возможностями:

- Визуализация траекторий молекулярной динамики в виде трехмерного интерактивного молекулярного кино.
- Хранение базы данных вычислительных экспериментов.
- Построение характеристик от времени.
- Хранение базы рассчитанных характеристик.
- Возможность коллективной работы с результатами вычислительных экспериментов.
- Наличие клиент-серверной архитектуры. Как следствие, перенос вычислительной нагрузки на сервер.
- Использование Портала в качестве проигрывателя для демонстрационного материала.
- Интерактивное выделение подструктур (изменение цвета, размера, видимости отдельных групп атомов)

Сервис должен послужить сетевой альтернативой существующим программам анализа траекторий.

Текущая структура Портала позволяет добиться масштабируемости, переноса вычислительной нагрузки на серверное аппаратное обеспечение, коллективной работы над вычислительными экспериментами, а также минимизации сетевого трафика.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА И МЕЛАТОНИНА НА МОДЕЛЬНЫЕ ЛИПИДНЫЕ МЕМБРАНЫ

Душанов Э.Б.¹, Кондела Т.², Грубовчак П., Кучерка Н.³, Холмуродов Х.Т.¹

Объединённый институт ядерных исследований, Дубна, Россия, dushanov@jinr.ru

¹Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

²Университет П.Й. Шафарика, Кошица, Словакия

³Университет имени Я.А. Коменского, Братислава, Словакия

Клеточная мембрана – очень сложная и хрупкая структура, которая представляет собой первичный барьер между внутренней средой клетки и окружающей средой. Её биологическое значение очень важно, поскольку оно проистекает из большого количества функций и процессов, которым она способствует. Транспорт клеток, активность белков или деление клеток – это лишь некоторые из важнейших явлений, действующих в плазматической мембране любой обычной клетки [1]. Следовательно, нарушение точной структуры мембраны или ее равновесия может привести к пагубным последствиям, приводящим к ряду заболеваний. Среди них болезнь Альцгеймера в настоящее время становится одной из самых актуальных [2, 3].

Влияние мелатонина и/или холестерина на структурные свойства модельного липидного бислоя на примере 1,2-диолеил-sn-глицеро-3-фосфохолина (ДОФХ), было исследовано как с помощью моделирования молекулярной динамики (МД), так и экспериментально. Моделирование выявило изменение толщины липидного бислоя при введении дополнительных компонентов. Если присутствие холестерина приводит к увеличению толщины мембраны, то в случае мелатонина наблюдается противоположный эффект. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами эксперимента по нейтронной рефлектометрии, проведенные на однослойных мембранах. Анализ данных МД предоставил дополнительную информацию о механизме того, как холестерин и мелатонин вызывают изменения толщины мембран, которые наблюдались экспериментально. Стало очевидно, что две молекулы предпочитают накапливаться в разных частях мембраны. Предположительно, они по-разному влияют на конформацию гидрофобных частей липидов, что, в свою очередь, по-разному влияет на структуру всей мембраны.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-72-20186.

Литература.

1. W. Stillwell, Membrane-Associated Processes // W. Stillwell (Ed.), An Introd. to Biol. Membr. Second Ed., Elsevier, 2016, pp. 381–421.
2. W. Stillwell, Membrane-Associated Processes // W. Stillwell (Ed.), An Introd. to Biol. Membr. Second Ed., Elsevier, 2016, pp. 499–519.
3. J. McLaurin, A. Chakrabarty, Characterization of the Interactions of Alzheimer b-Amyloid Peptides with Phospholipid Membranes // Eur. J. Biochem. 245, 1997, pp 355–363.

ДИЗАЙН МНОЖЕСТВЕННОЙ ЭКСПРЕССИОННОЙ КАССЕТЫ ДЛЯ НАРАБОТКИ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ РНК СИСТЕМЫ CRISPR-CAS

Зайцев П.А., Новиков Р.В., Грибкова А.К., Глухов Г.С., Шайтан А.К.

НТУ «Сириус», Сочи, Адлерский р-н, 354340, Олимпийский пр-т, 1 Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т, каф. Биоинженерии, Москва, 119991, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 73 Тел. +7(903)5954091 Email: zaitsev@mail.bio.msu.ru

Системы адаптивного иммунитета бактерий CRISPR-Cas совершили революцию в области молекулярной биологии за прошедшее десятилетие. Особенности устройства и механизмы формирования эффекторного комплекса системы, состоящего из белка эндонуклеазы Cas и молекулы направляющей РНК, сделала данную систему простой в использовании. А высокое разнообразие систем CRISPR-Cas, обнаруженных в разных группах бактерий, позволяет решать широкий спектр как фундаментальных, так и прикладных задач. С другой стороны, это простота устройства эффекторного комплекса системы, состоящего из белка эндонуклеазы Cas и молекулы направляющей РНК. Один из способов применения систем CRISPR-Cas является молекулярная диагностика патогенных микроорганизмов, основанная на специфическом узнавании фрагментов нуклеиновых кислот – ДНК и РНК – эффекторными комплексами CRISPR-Cas. Создание мультиплексных вариантов системы CRISPR-Cas – способной детектировать наличие сразу нескольких фрагментов нуклеиновых кислот патогена – является перспективным направлением в данной области.

В рамках данной работы был разработан дизайн молекулярной системы для синтеза двух типов направляющих РНК для формирования двух типов эффекторного комплекса CRISPR-Cas *in vitro*. В качестве вектора была выбрана плаزمида pSB1C3 с последовательностью BioBrick BBa_K1689000 – кассетой для экспрессии направляющей РНК. Последовательность кассеты была подтверждена методом секвенирования по Сэнгеру. Рестрикционный анализ с использованием фермента BsaI показал возможность клонирования спейсерной части направляющей РНК в данную кассету по соответствующим сайтам рестрикции. Согласно разработанному дизайну, планируется объединить две кассеты с направляющими РНК методом BioBrick Assembly Standard 10 – с использованием стандартов клонирования BioBrick. В стандарте 10 последовательность BioBrick фланкирована с 5'-конца участком с сайтами EcoRI и XbaI, а с 3'-конца – участком с сайтами SpeI и PstI. Особенностью данной системы является то, что при лигировании по сайтам рестрикции SpeI и XbaI происходит объединение фрагментов с исчезновением данных сайтов рестрикции. Таким образом, две последовательности с экспрессионной кассетой объединяются в одну на выбранном векторе. Данная система позволит проводить синтез сразу двух направляющих РНК для формирования двух эффекторных комплексов CRISPR-Cas для детекции целевых фрагментов нуклеиновых кислот.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-51053

БОРСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК ИНГИБИТОРЫ МЕТАЛЛО- β -ЛАКТАМАЗЫ NDM-1

Кривицкая А.В., Хренова М.Г.¹

ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва, Ленинский проспект, 33, стр. 2

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Ленинские Горы, 1

Ускоренный рост бактериальной резистентности к β -лактамам антибиотикам в последние годы вызывает серьезные опасения в сфере здравоохранения. Превалирующим среди всех механизмов инактивации данных антибактериальных средств является их гидролиз под действием β -лактамаз. Несмотря на активную работу в направлении разработки ингибиторов данного процесса до сих пор нет клинически одобренного ингибитора для металло- β -лактамаз класса В3. В последнее время особый интерес в этой области представляют низкомолекулярные бороновые кислоты. Ввиду своей природы как кислот Льюиса, они способны образовывать устойчивые тетраэдрические комплексы ингибитор-металл-белок в активном центре металло- β -лактамазы, блокируя ее таким образом. Недавние исследования демонстрируют высокую ингибирующую активность бициклических бороновых кислот и бороновых кислот на основе бензо[b]тиофена. В данной работе рассмотрены молекулярные модельные комплексы этих ингибиторов с ферментом NDM-1.

Молекулярные модели построены на основе кристаллической структуры PDB ID: 6Q30 NDM-1 металло- β -лактамазы из *Klebsiella pneumoniae* в комплексе с борсодержащим ингибитором. Равновесные геометрические конфигурации найдены комбинированным методом квантовой механики/молекулярной механики методом DFT, где квантово-механическая часть описывается в варианте PBE0/6-31G**, а молекулярно-механическая силовым полем AMBER. Квантово-механическая подсистема, включающая в себя молекулу ингибитора, катионы цинка с координационными сферами, каталитический гидроксид анион, каталитическую аспарагиновую кислоту и аминокислотные остатки активного центра, образующие водородные связи с ингибитором, рассматривалась в рамках квантово-топологической теории атомов в молекулах. Были определены квантово-химические характеристики системы и оценена их взаимосвязь с такими макроскопическими параметрами как концентрация полумаксимального ингибирования (IC50) и минимальная ингибирующая концентрация (MIC). На основе полученных результатов произведен дизайн новых ингибиторов на основе бороновой кислоты, предположительно обладающих большей ингибирующей способностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФН (проект № 18-74-10056).

**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО УСКОРЕНИЯ
КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ В БАКТЕРИАЛЬНОЙ
ФОТОАКТИВИРУЕМОЙ АДЕНИЛАТЦИКЛАЗЕ bPAC МЕТОДАМИ
МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Кулакова А.М.¹, Хренова М.Г.^{1,2}, Немухин А.В.^{1,3}

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Химический факультет, кафедра физической химии,
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3,
Тел.: (495)939-48-40, E-mail: kulakova@lcc.chem.msu.ru

² ФИЦ Биотехнологии РАН, Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 2

³ ИБХФ РАН им. Н.М. Эмануэля, Россия, 119334, Москва, ул. Косыгина, д. 4

Одним из способов регуляции процессов в живых системах является облучение светом. Фоторецепторные белковые домены могут регулировать скорость процессов, происходящих в присоединенных к ним каталитических доменах. Для фоторегулируемой аденилатциклазы bPAC наблюдается увеличение скорости каталитической реакции приблизительно на два порядка.

В данной работе с помощью метода классической молекулярной динамики изучен механизм передачи сигнала от фоторецепторного BLUF (blue light using flavin) домена к каталитическому домену AC (adenyl cyclase) белка bPAC и показано, что активация BLUF домена, сопровождающаяся таутомеризацией остатка Gln49, приводит к изменению конформации остатка Arg278, находящегося в активном центре аденилатциклазы. С помощью метода динамического сетевого анализа определены оптимальные пути передачи сигнала из фоторецепторного домена в каталитический. Данные пути включали в себя аминокислотные остатки Gln49 и Arg278, а также другие известные из экспериментальных исследований аминокислотные остатки, влияющие на каталитическую активность bPAC.

В системе bPAC с заменой Tyr7Phe в BLUF домене конформаций аргинина Arg278 соответствующие темному и светлому состояниям bPAC присутствуют в равных долях, что объясняет экспериментально наблюдаемую промежуточную каталитическую активность системы bPAC-Y7F по сравнению с активированным и неактивированным состояниями bPAC дикого типа.

С помощью молекулярной динамики с КМ/ММ потенциалами (КМ(DFT(ω B97X-D3/6-31G**))/ММ(CHARMM)) построены профили свободной энергии реакции гидролиза аденозинтрифосфата (АТФ) до циклического аденозинмонофосфата (сАМР) и пирофосфата (PPi), происходящей в активном центре аденилатциклазы. В светлом состоянии bPAC соответствующая конформация Arg278 стабилизирует пентакоординированный фосфор α -фосфатной группы в переходном состоянии, тем самым снижая энергию активации.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке РФНФ (проект № 19-73-20032).

РОЛЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ДЕЛОКАЛИЗАЦИИ В МЕХАНИЗМЕ ГИДРОЛИЗА ИМИПЕНЕМА МЕТАЛЛО- β -ЛАКТАМАЗАМИ L1 И NDM-1

Левина Е.О.¹, Хренова М.Г.^{1,2}, Цирельсон В.Г.^{1,3}

МФТИ (ГУ), Россия, 141701, Долгопрудный, Институтский пер., 9,
levina.eo@phystech.edu

¹Институт биохимии им. А.Н. Баха, ФИЦ Биотехнологии РАН, Россия, 119071,
Москва, Ленинский проспект, 33 стр. 2, khrenova.maria@gmail.com

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1 стр. 3.

³РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская площадь, 9,
vsirelson@yandex.ru

Одним из наиболее распространенных механизмов антибиотикорезистентности является деградация β -лактамовых антибиотиков β -лактамазами. Металло- β -лактамазы (M β L), содержащие в активном центре катионы Zn²⁺, являются представителями данного класса ферментов. Для изучения механизмов ферментативных реакций широко применяется комбинированный метод квантовой механики / молекулярной механики (КМ/ММ), позволяющий описывать трехмерную структуру макромолекулярных комплексов и устанавливать энергетический профиль реакции. Нами предлагается расширение метода КМ/ММ за счет анализа новых дескрипторов химического связывания в активных центрах ферментов в ходе реакции.

Наш подход позволил выявить электронные эффекты, ответственные за различные механизмы гидролиза имипенема (антибиотик карбапенемового ряда) M β L L1 и NDM-1. Инактивация имипенема проходит за счет нуклеофильной атаки OH⁻ с последующим расщеплением β -лактамового кольца. Однако финальная стадия гидролиза оказывается различной для этих ферментов: в случае L1 M β L образуется продукт с протонированным атомом азота 2,3-дигидро-пирольного кольца, в случае NDM-1 формируется кратная связь C=N в результате протонирования атома углерода в сопряженной системе N-C-C. Плотность тензора делокализации электронов (DTD) описывает 3D-вклад области пространства в окрестности точки r в общую делокализацию электронов [1]. Распределение первого собственного значения DTD демонстрирует большую степень электронной делокализации в фрагменте N-C-C интермедиа, образующегося в ходе гидролиза NDM-1 M β L, и меньшую степень кратности C-C связи по сравнению с аналогичным комплексом с L1 M β L (уровень теории КМ(PBE0-D3/6-31G**)/ММ(AMBER)). Мы демонстрируем, что степень делокализации электронов в интермедиате на финальной стадии гидролиза является ключевым фактором, обуславливающим механизм реакции карбапенемов с различными M β L. Работа выполнена при поддержке РФФ (проект № 18-74-10056).

Литература

1. Levina E. O., Khrenova M. G., Astakhov A. A., Tsirelson V. G. Revealing electronic features governing hydrolysis of cephalosporins in the active site of the L1 metallo- β -lactamase // *RSC Advances* **10**, 15, 2020. P. 8664-8676.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА КОНФОРМАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ЛИПИДНЫХ МОЛЕКУЛ

Мустафин Х.С., Буслаев П.И.¹, Гущин И.Ю.

Московский физико-технический институт,
Россия, 141700, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9.,

E-mail: ivan.gushchin@phystech.edu

¹Университет Йювяскюля, Финляндия, г. Йювяскюля

E-mail: pbuslaev@gmail.com

Для изучения биологических мембран используют такой компьютерный подход, как моделирование методом молекулярной динамики. Этот метод дает возможность исследования больших липидных систем и влияния на них различных внешних факторов, таких как температура или присутствие низкомолекулярных соединений. Несмотря на широкое использование молекулярной, поведение липидов в основном изучалось качественно, а подробное количественное описание конформаций и динамики липидных молекул отсутствовало. В наших предыдущих работах был предложен способ количественного анализа и описания конформационной динамики отдельной липидной молекулы, основанный на методе главных компонент [1]. Такой подход позволяет определить основные коллективные движения атомов липидной молекулы вдоль главных компонент, характерные временные масштабы, а также дает возможность оценить влияние использования различных силовых полей и температуры на конформации липидных молекул при моделировании [2].

Целью данной работы было развитие метода анализа динамики липидов при помощи метода главных компонент. Мы представляем программное обеспечение с открытым исходным кодом PCALipids для автоматического анализа и сравнения траекторий молекулярной динамики различных липидных систем [3]. Продемонстрировано использование PCALipids для оценки влияния таких факторов, как температура, кривизна и концентрации холестерина, на конформационную динамику липидных молекул.

Литература

1. Buslaev P. et al. Principal Component Analysis of Lipid Molecule Conformational Changes in Molecular Dynamics Simulations // J. Chem. Theory Comput. 2016. Vol. 12, № 3. P. 1019–1028.
2. Buslaev P., Gushchin I. Effects of Coarse Graining and Saturation of Hydrocarbon Chains on Structure and Dynamics of Simulated Lipid Molecules // Sci. Rep. 2017. Vol. 7, № 1. P. 11476.
3. Buslaev P., Mustafin K., Gushchin I. Principal component analysis highlights the influence of temperature, curvature and cholesterol on conformational dynamics of lipids // Biochim. Biophys. Acta - Biomembr. 2020. Vol. 1862, № 7. P. 183253.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗУЧЕНИЮ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ КОМПЛЕКСОМ CAS9-SGRNA С ДНК С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ**

Новиков Р.В.¹, Армеев Г.А., Шайтан А.К.

НТУ «Сириус», Сочи, Адлерский р-н, 354340, Олимпийский пр-т, 1

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, 119991,
ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 73

Рибонуклеопротеиновый комплекс белка Cas9 с sgRNA, который способен связывать и расщеплять ДНК в определенных локусах, комплементарных участку последовательности sgRNA, занимает центральное место в революционной технологии редактирования генома CRISPR/Cas. Следовательно, эффективный *in vitro* анализ для характеристики средства связывания рибонуклеопротеинового Cas комплекса с целевой последовательностью ДНК-мишени имеет большое методологическое значение. Эффективный способ измерения средства биомолекулярного комплекса может быть основан на использовании FRET-микроскопии путем детекции увеличения сигнала FRET. В этой работе с помощью молекулярного моделирования мы показываем, что такие измерения возможны для изучения связывания комплекса Cas9-sgRNA с целевой последовательностью ДНК путем присоединения флуоресцентных меток Cy3 и Cy5 к определенным сайтам на молекулах ДНК и РНК.

Чтобы учесть гибкость линкеров между флуоресцентными метками и ДНК, мы провели моделирование с помощью молекулярной динамики меток Cy3 и Cy5, прикрепленных к короткой дцДНК, моделирование проводилось в Gromacs. Моделирование проводилось в течение 10 нс. Положения центров масс хромофорных групп по отношению к меченому тимидиновому нуклеотиду были получены из каждого кадра. Таким образом был получен ансамбль потенциальных положений Cy3 и Cy5 по отношению к их сайтам прикрепления на ДНК.

Чтобы найти оптимальные положения для позиционирования меток, мы наложили полученные ансамбли потенциальных положений Cy3 и Cy5 на петлю sgRNA (tetraloop sgRNA) (нуклеотиды 24-48), целевую (цепь, на которой расположен участок, комплементарный участку sgRNA) цепь ДНК (нуклеотиды 1-18) и нецелевую цепь ДНК (нуклеотиды 41-56) Cas9 комплекса (PDB ID 5Y36). Мы обнаружили, что наиболее оптимальными положениями для флуоресцентных меток являются 37 на sgRNA, 11 на целевой цепи ДНК и 49 на нецелевой цепи ДНК. Данные положения соответствуют коротким расстояниям между метками равному около 20 Å, что приведет к очень высокой эффективности FRET. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-51053.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА ДЛЯ ПОИСКА ЛИГАНДОВ, ИНГИБИРУЮЩИХ СИНТЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Петрушин И.С.

Иркутский государственный университет

Большинство (95-98%) бактерий способны образовывать биопленки, которые защищают колонии бактерий от внешнего воздействия. Основным компонентом биопленок – внеклеточный матрикс. Известные подходы к разрушению матрикса для борьбы с бактериями [1].

Матрикс состоит в основном из целлюлозы, которая устойчива к внешним воздействиям. Более целесообразно нарушить механизм её образования, например ингибировать синтез специфического белка, синтазы целлюлозы. Активность синтазы целлюлозы регулируется сигнальной молекулой-лигандом (дигуанозинмонофосфат, *c*-di-GMP). Цель работы состоит в том, чтобы подобрать подходящую молекулу из доступных классов веществ, способную заблокировать функциональный центр белка. Было решено искать такие вещества среди флаваноидов. Многие из них обладают бактерицидными свойствами и относительно биологически доступны, поскольку являются вторичными метаболитами растений.

Энергию взаимодействия сигнальных молекул с белками можно оценить с помощью моделирования методом молекулярного докинга. В данной работе были использованы AutoDock для визуализации веществ и AutoDock Vina для определения энергии связи лиганда с функциональным центром. Если энергия связи исследуемого вещества (лиганда) сопоставима энергии связи *c*-di-GMP, лиганд можно в рассматривать как потенциальный ингибитор синтеза целлюлозы.

Мы провели расчёты энергии связи нескольких сотен флаваноидов с активным центром синтазы целлюлозы (структура 4P00 в Protein Data Bank [2]) и схожими белками. Нами выявлено несколько флаваноидов-кандидатов, имеющих энергию связи близкую к значениям, полученным для *c*-di-GMP. Необходимо провести более точный расчёт энергии методом молекулярной динамики, а также эксперименты *in vitro*, чтобы определить степень их воздействия на образование бактериальных пленок.

Литература.

1. Марданова А.М. и др. Биопленки: основные принципы организации и методы исследования // Учебное пособие, Изд-во КФУ, Казань, 2016
2. Morgan JL, McNamara JT, Zimmer J. Mechanism of activation of bacterial cellulose synthase by cyclic di-GMP. *Nat Struct Mol Biol.* 2014 May;21(5):489-96. doi: 10.1038/nsmb.2803. Epub 2014 Apr 6. <https://doi.org/10.1038/nsmb.2803>

**МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ
БЕЛКОВ ЦИТОХРОМА *c6* С ЦИТОХРОМОМ *f* ИЗ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *NOSTOC*,
PHORMIDIUM LAMINOSUM И ЗЕЛЕННОЙ ВОДОРОСЛИ *CHLAMYDOMONAS***

Федоров В.А., Хрушев С.С., Коваленко И.Б., Ризниченко Г.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т,
кафедра биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1, стр. 12, +7(495)9390289,
xbgth@yandex.ru

Образование короткоживущих белок-белковых комплексов – это сложный многостадийный процесс: в результате диффузии белки образуют столкновительные комплексы, которые затем могут трансформироваться в финальный комплекс, пройдя при этом через ряд метастабильных состояний, или распастся. Детальное экспериментальное изучение таких процессов затруднено тем, что они происходят на существенно различных пространственных и временных масштабах и характеризуются высокой сложностью. В настоящем исследовании предлагается использовать методы молекулярного моделирования для полного детального изучения процессов образования белок-белковых комплексов цитохрома *c6* и цитохрома *f* в цианобактериях *Nostoc*, *Phormidium laminosum* и зеленой водоросли *Chlamydomonas*. В данной работе использовались комбинированный подход броуновской и молекулярной динамики и иерархический кластерный анализ.

Несмотря на достижение белками цитохрома *c6* и цитохромом *f* из *Phormidium* энергетически выгодных взаимных расположений, окислительно-восстановительные центры белков (гемы цитохрома *f* и цитохрома *c6*) при этом всегда находятся на большом расстоянии, на котором перенос электронов маловероятен. Это означает, что электростатически выгодные столкновительные комплексы не являются функционально-активными. Для цианобактериальных белков из *Nostoc* образование комплекса цитохрома *c6* и цитохрома *f* с энергией электростатического взаимодействия $4 kT$ или более является довольно частым событием, и, в отличие от *Phormidium*, в более 26% случаев цитохром *c6* связывается с цитохромом *f* непосредственно вблизи области расположения гема последнего в одной из трех преобладающих ориентациях. Образование диффузионно-столкновительных комплексов в зеленой водоросли *Chlamydomonas* происходит также часто как и в цианобактерии *Nostoc*, однако белки могут достигать еще больших значений энергии (более $8 kT$) и в трети случаев образуют продуктивные комплексы.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова. Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке грантами РФФИ № 20-04-00465 и 19-04-00999.

АРХИТЕКТУРА ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА БАЗЫ ДАННЫХ ИНТЕРМЕДИАТОВ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Фирсов Д.А., Хренова М.Г.¹

МГУ имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Ленинские Горы, 1

¹ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва, Ленинский проспект, 33, стр. 2

Для реализации доступа к базе данных (БД) интермедиатов химических реакций в активных центрах белков нами был создан веб-интерфейс (доступен по адресу <https://lcc.chem.msu.ru/eim/>). Архитектура предложенного решения и схема его интеграции с внешними сервисами приведены на следующей схеме.

Модули презентационного слоя отвечают за внешний вид веб-страниц, демонстрируемых пользователю, и интегрируют в них информацию, полученную из других модулей. Для реализации мультиязычности все языкозависимые функции, в частности, сообщения пользователю, вынесены в отдельные языковые библиотеки (в настоящее время интерфейс реализован на английском и русском языках). Аутентификация пользователя проводится при помощи сервиса аутентификации Google по протоколу OAuth 2.0. Это позволяет не хранить на стороне нашего веб-сервера учётные данные пользователей, а пользователь имеет возможность воспользоваться уже существующей учётной записью. Для отображения структур интермедиатов в интерактивном режиме используется библиотека JSmol, при этом, сами структуры хранятся в распределённом файловом хранилище и при необходимости загружаются из него по протоколу HTTP. Вся необходимая информация для доступа к конкретной БД (в нашем случае, использована БД PostgreSQL) также вынесена в отдельный модуль, что позволяет при необходимости работать с разными и/или распределёнными БД. Кроме того, информация о публикациях, которая хранится в БД в форме DOI (дискретных идентификаторов объектов, ГОСТ Р ИСО 26324-2015), для удобного отображения преобразуется резолвером DOI, получающем информацию от сервера DOI в формате JSON.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-29-13006).

МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАТИОННЫХ АНТИСЕПТИКОВ С КАРДИОЛИПИН-СОДЕРЖАЩЕЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНОЙ

Холина Е.Г., Орехов Ф.С.¹, Коваленко И.Б.², Боздаганян М.Е.², Страховская М.Г.²

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 119992, г. Москва,
Ленинские горы, 1 стр. 24

¹Московский физико-технический институт, Россия, 141701, Московская область, г.
Долгопрудный, Институтский пер., 9

²Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской
помощи и медицинских технологий ФМБА России, 115682, г. Москва, Ореховый
бульвар, 28

Антисептики — класс антимикробных веществ, широко применяемых при борьбе с бактериальной инфекцией. Основной мишенью действия антисептиков принято считать плазматическую бактериальную мембрану, важным компонентом которой является анионный фосфолипид кардиолипин. Молекулы кардиолипина формируют липидные микродомены, расположенные на полюсах палочковидных бактериальных клеток. Экспериментально установлено, что под действием катионных антисептиков (КА) происходят разрывы бактериальных клеточных стенок на полюсах клетки. Однако на молекулярном уровне данный эффект ранее не был исследован. В рамках настоящей работы на основе разработанных нами ранее крупно-зернистых молекулярных моделей КА разных химических классов (мирамистин, хлоргексидин, пиклоксидин, октенидин) было изучено их взаимодействие с модельным бислоем, модифицированным кардиолипином. КА добавлялись к модельному бислою состава POPE:POPG:CDL2 81:7:12 в двух концентрациях: в соотношении антисептик:липид 1:8 и 1:4. На основе молекулярно-динамических расчетов было показано изменение таких характеристик модельного бислоя, как коэффициенты латеральной диффузии липидов, толщина мембраны, площадь на липид, упаковка жирнокислотных цепей липидов. Несмотря на влияние на упомянутые выше характеристики бислоя, все исследованные антисептики, за исключением октенидина, не вызывали разрушение модельной мембраны. Однако октенидин в высокой концентрации способствовал формированию в бислое ярко выраженного кардиолипинового микродомена при том, что изначально липиды разных химических классов были распределены в мембране случайным образом. После образования кардиолипинового микродомена наблюдалось вырывание из бислоя находящихся рядом нейтрально заряженных молекул фосфатидилэтаноламина. Таким образом, было показано, что антибактериальное действие антисептиков на разные участки бактериальной клетки может иметь различную природу, связанную с разным распределением липидов в основной части и на полюсах клетки.

Исследование выполнено с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке грантом РФФИ № 19-34-90045.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ АКТИВАЦИИ СУБСТРАТОВ В АКТИВНОМ ЦЕНТРЕ ОСНОВНОЙ ПРОТЕАЗЫ ВИРУСА SARS-COV-2

Хренова М.Г.¹

МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1 стр. 3.
mkhrenova@lcc.chem.msu.ru

¹Институт биохимии им. А.Н. Баха, ФИЦ Биотехнологии РАН, Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, 33 стр. 2

В связи с появившимися новыми вызовами, связанными с всемирным распространением вируса SARS-CoV-2 в качестве объекта исследования для изучения механизма активации субстратов была выбрана основная протеаза Mrp0 этого вируса. Особенностью этой протеазы является ее высокая субстратная специфичность. Она расщепляет только те полипептиды, в которых в положении P1 находится аминокислотный остаток глутамина, при этом положение P2 оказывает значительное влияние на каталитическую активность. Оптимальным остатком в этом положении является лейцин, а его замена на любые другие приводит к снижению каталитической активности в 2-50 раз. Мы предположили, что различия в каталитической активности могут быть вызваны различной эффективностью активации субстрата в активном центре фермента. Как и для всех протеаз, для Mrp0 характерно наличие оксианионного центра, образованного основными цепями остатков Gly143 и Cys145. Нуклеофилом в данной реакции является атом серы боковой цепи остатка Cys145, который в ходе реакции сбрасывает протон на остаток His41. Для количественного описания активации субстрата были проведены расчеты методом молекулярной динамики с потенциалами комбинированного метода квантовой механики/молекулярной механики в варианте QM(DFT(PBE0-D3/6-31G**))/MM(CHARMM). Важно отметить, что такие расчёты являются крайне дорогостоящими и стали возможными только в последние несколько лет благодаря развитию программного обеспечения, проводящего расчёты методом функционала электронной плотности на графических ускорителях.

Согласно нашей модели, фермент-субстратные комплексы можно поделить на два типа – реакционные (rES) и нереакционные (nES). Из первых возможна нуклеофильная атака атома серы и последующая химическая реакции. Если система оказалась в нереакционном состоянии, то для протекания химической реакции требуется ее переход в реакционное состояние. Мы предположили, что соотношение rES и nES и определяет наблюдаемую субстратную специфичность. Эта гипотеза проверена на наборе субстратов с различными аминокислотными остатками в положении 32 и показано, что активация субстрата действительно определяет реакционную способность субстрата в активном центре Mrp0.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-29-13006).

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ ФОТОСИСТЕМЫ 1 ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ¹

Хрущев С.С., Федоров В.А., Коваленко И.Б.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Биологический факультет, каф. биофизики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, styx@biophys.msu.ru

На основе размещенной в базе данных RCSB PDB структуры суперкомплекса фотосистемы 1 гороха (PDB ID: 5L8R [1]) создана молекулярная модель фотосистемы 1 высших растений. Проведено сопоставление структуры белковых цепей 5L8R с соответствующими аминокислотными последовательностями и выявлены не разрешенные по данным рентгеноструктурного анализа плохо структурированные участки цепей. При создании модели недостающие промежуточные участки белковых цепей добавлены в структуры с помощью программного обеспечения MODELLER [2]. Недостающие атомы в молекулах кофакторов были добавлены с помощью программного обеспечения PyMOL (Schrödinger, LLC). В качестве силового поля для построения модели было выбрано поле CHARMM36m [3], объединенное с полем CGenFF 4.4 [4]. Параметры для хлорофилла а взяты из работы [5]. Топология для хлорофилла b построена на основе топологии хлорофилла а и параметров альдегидной группы бензальдегида из CHARMM36. Параметры для бета-каротина и виолаксантина получены с помощью автоматизированной процедуры определения параметров поля CGenFF [6, 7]. Параметры для лютеина и зеаксантина взяты из [8]. Набор параметров для филлохинона был получен на основе параметров нафтохинонового кольца менахинона из [9] и параметров алифатической цепи фитила из поля CHARMM36. Параметры для моно- и дигалактозилдиацилглицерола были получены с помощью автоматизированной системы определения параметров гликолипидов, входящей в программный комплекс CHARMM-GUI [10, 11]. Для дипальмитоилфосфатидилглицерола использовали параметры из силового поля CHARMM36. Параметры для железо-серных кластеров взяты из [12]. Параметры для всех типов молекул были преобразованы в предназначенный для использования программным комплексом GROMACS [13] формат. Также были созданы наборы правил для определения координат отсутствующих в рентгеноструктурных данных атомов водорода.

Литература

1. Mazor et al., 2017, DOI: 10.1038/nplants.2017.14
2. Webb and Sali, 2016, DOI: 10.1002/cpb.3
3. Huang et al., 2016, DOI: 10.1038/nmeth.4067
4. Vanommeslaeghe et al., 2010, DOI: 10.1002/jcc.21367
5. Adam et al., 2018, DOI: 10.1002/jcc.24918
6. Vanommeslaeghe and MacKerell, 2012, DOI: 10.1021/ci300363c
7. Vanommeslaeghe et al., 2012, DOI: 10.1021/ci3003649
8. Grudziński et al., 2017, DOI: 10.1038/s41598-017-10183-7
9. Teixeira and Arantes, 2019, DOI: 10.1039/C9RA01681C
10. Jo et al., 2008, DOI: 10.1002/jcc.20945
11. Lee et al., 2019 DOI: 10.1021/acs.jctc.8b01066
12. Chang and Kim, 2009, DOI: 10.1021/ct800342w
13. Abraham et al., 2015, DOI: 10.1016/j.softx.2015.06.001

¹ Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0 при частичной поддержке гранта РФФИ № 19-04-00999.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДИЗАЙН КОМПЛЕКСОВ БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Шайтан А.К.

НТУ "Сириус", Олимпийский пр-т 1, 354340, Сочи, Россия Биологический факультет, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, 1-12 Ленинские горы, Москва, 119991, Россия

Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК являются основными носителями информации в живой природе. Ключом к пониманию того, каким образом происходит интерпретация, модификация, копирование генетической информации, является понимание взаимодействия нуклеиновых кислот с белками. Подобное понимание требуется и во многих задачах биоинженерии, связанных с узнаванием последовательностей нуклеиновых кислот, их модификацией, редактированием, регуляцией экспрессии генов. Для рационального понимания процессов взаимодействия белков с нуклеиновыми кислотами и дизайна функциональных систем важную роль играют методы компьютерного моделирования. Подходы к моделированию комплексов нуклеиновых кислот можно разделить на несколько групп: методы атомистической молекулярной динамики, методы огрубленного моделирования и методы интегративного моделирования. Методы молекулярной динамики позволяют исследовать конформационную подвижность систем с атомистическим разрешением, однако обладают серьезными ограничениями, связанными с возможным временем расчета и точностью силовых полей. Из-за заряженной природы нуклеиновых кислот их параметризация в классических силовых полях вызывает большие сложности, чем параметризация белков. Методы огрубленного моделирования нуклеиновых кислот возможны как на основе крупно-зернистого представления, так и на основе представления ДНК в динуклеотидном приближении с заданием потенциала на параметры отклонения нуклеотидных пар вдоль по цепи ДНК. Методы интегративного моделирования позволяют учитывать при построении моделей экспериментальные данные различной природы, в том числе данные различных биофизических и биохимических экспериментов.

В докладе обсуждается применение различных подходов молекулярного моделирования для изучения комплексов белков и нуклеиновых кислот на примере нуклеосом, супрануклеосомной структуры хроматина и систем узнавания последовательностей нуклеиновых кислот на основе dCas9 белков. Последняя задача является примером применения методов моделирования для молекулярного дизайна функциональных комплексов нуклеиновых кислот и белков. Задача сводится к определению оптимальной посадки двух dCas9 белков на ДНК так, чтобы присоединенные к ним функциональные домены репортерных белков находились на расстоянии оптимального взаимодействия. Репортерные белки могут представлять из себя пару флуоресцентных белков, взаимодействующих по механизму Ферстеровского резонансного переноса энергии, или пару сплит-доменов фермента (например, бета-лактамазы или люциферазы), которые при взаимодействии формируют функциональный фермент. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-34-51053.

КОНФОРМАЦИОННАЯ ДИНАМИКА ДНК И МЕТОД МАКЛАФЛИНА-СКОТТА

Якушевич Л.В., Краснобаева Л.А.^{1,2}

Институт биофизики клетки ФИЦ НЦБИ РАН, Россия, 142290, г. Пущино,
Институтская ул. 3, (496)7739252, kind@mail.ru
¹ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет, Россия, 634050, г.
Томск, Московский тракт 2, (3822)901101,
²ГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный
университет», Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина 36, (3822)529021, kla1983@mail.ru

Настоящий доклад посвящен новому и быстро развивающемуся направлению теоретической биофизики, связанному с использованием метода МакЛафлина-Скотта (МЛ-С) в исследованиях конформационной динамики молекулы ДНК. В отличие от методов молекулярной динамики (МД), метод МЛ-С широко использует аналитические инструменты. Представлены основные свойства и особенности этого метода, приведены примеры успешного решения с его помощью ряда задач биофизики ДНК.

Особое внимание уделяется применению метода МЛ-С для изучения конформационной динамики неоднородных (природных) ДНК. Детально описаны (1) способ разбиения последовательности ДНК на блоки, который позволяет учесть размер, состав и расположение функционально значимых областей, а также (2) квазиоднородное приближение, позволяющее применить к ДНК алгоритмы, разработанные в теоретической физике и нелинейной математике. В работе приводятся результаты авторских исследований методом МЛ-С динамики открытых состояний в промоторных последовательностях A_1 , A_2 , A_3 генома бактериофага T7, в последовательностях генов IFNA17, ADRB2, NOS1, IL-5, в плаزمиде pBR322 и pTTTQ18. Такие открытые состояния играют важную роль в процессах транскрипции, репликации, денатурации, а также передаче структурных изменений и информации вдоль молекулы ДНК. Наиболее ярким примером открытых состояний являются транскрипционные пузыри, представляющие собой небольшие локально расплетенные участки двойной спирали ДНК, которые образуются в начальной стадии процесса транскрипции вследствие взаимодействия РНК полимеразы с промоторными участками последовательности ДНК [1]. Показано как метод МЛ-С используется для расчета скорости движения транскрипционных пузырей, построения 2D и 3D траекторий движения, исследования влияния на это движение внешних воздействий.

В заключительной части работы обсуждаются преимущества, недостатки, новые возможности и перспективы развития метода МЛ-С.

Литература

1. Биохимия. Под ред. Е. С. Северина. - ГЭОТАР-МЕД, Москва, 2004. 768 стр.

**KINETICS OF THE CONFORMATIONAL TRANSFORMATION
BETWEEN B- AND A-FORMS IN A SHORT DNA MOLECULE****Kovaleva N.A., Strelnikov I.A., Zubova E.A.**

N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences,
4 Kosygin Street, Moscow 119991, Russia; e-mail: zubova@chph.ras.ru

Some DNA sequences in crystals and in complexes with proteins can exist in the forms intermediate between the B- and A-DNA. Based on this, it was implied that the B to A transition for any DNA molecule should go through these intermediate forms also in kinetics. More precisely, the helix parameter *Slide* has to change first, and the molecule should take the E-form. After that, the *Roll* parameter changes. In the present work [1], we simulated the kinetics of the B-A transition in the Drew-Dickerson dodecamer, a known B-philic DNA oligomer. We used the "sugar" coarse-grained model [2] that reproduces ribose flexibility, preserves sequence specificity, employs implicit water and explicit ions, and offers the possibility to vary friction. As the control parameter of the transition, we chose the volume available for a counter-ion and considered the change from a large to a small volume. In the described system, the B to A conformational transformation proved to correspond to a first-order phase transition. The molecule behaves like a small cluster in the region of such a transition, jumping between the A and B forms in a wide range of available volumes [3]. The viscosity of the solvent does not affect the midpoint of the transition, but only the overall mobility of the system. All helix parameters change synchronously on average, we have not observed the sequence "*Slide* first, *Roll* later" in kinetics, and the E-DNA is not a necessary step for the transition between the B and A forms in the studied system. So, the existence of the intermediate DNA forms requires specific conditions shifting the common balance of interactions: certain nucleotide sequence in specific solution or/and the interaction with some protein.

The kinetics analysis of the A-B transition was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (grant 16-13-10302). The study of the free energy profile was supported by Program of Fundamental Researches of the Russian Academy of Sciences (project no. 0082-2014-0013, state registration no. AAAA544 A17-117042510268-5). The calculations were carried out in the Joint Supercomputer Center of the Russian Academy of Sciences.

References

1. Kovaleva N.A., Strelnikov I.A., Zubova E.A. Kinetics of the conformational transformation between B- and A-forms in the Drew-Dickerson dodecamer. // ACS Omega, to be published
2. Kovaleva N.A., Koroleva I.P., Mazo M.A., Zubova E.A. The "sugar" coarse-grained DNA model // J. Mol. Model., **Vol. 23**, 2017, P. 66, doi:10.1007/s00894-017-3209-z
3. Kovaleva N.A., Zubova E.A. B \leftrightarrow A Transition in a Short DNA Molecule // Advanced Structured Materials, **Vol. 94**, 2019, P. 225, doi: 10.1007/978-3-319-92234-8_13

USING MOLECULAR DOCKING TO FIND THE INHIBITOR OF BACTERIAL CELLULOSE SYNTHESIS

Petrushin I.S.

Irkutsk State University

Most of bacterium live into the biofilms. This film protects bacterial colonies against antibiotics and other external impact. It's important to destroy biofilm when treating bacterial infections [1]. Biofilm consist of cellulose, which is resistant to external impact. That's why we chose to block its synthesis by interfering normal work of specific protein – cellulose synthase. Cellulose production begins when small molecule, ligand (c-di-GMP) binds with cellulose synthase. We study how to block active site of cellulose synthase by different ligand.

We can estimate the energy of interaction between protein and ligand using molecular docking. The structure of cellulose synthase in complex with c-di-GMP is known and published in [2]. In this work we use well known AutoDock Vina package to calculate the energy and AutoDock Tools to prepare input files and visualize

the results. To narrow the field of search we decided to study group of natural plant metabolites (flavonoids) with protein cellulose synthase. Flavonoids are commercially available and have antiseptic properties.

Virtual screening of hundreds of compounds similar to original ligand (c-di-GMP) was studied. We discovered several flavonoids with binding energy closer to energy for original ligand – c-di-GMP. It's necessary to estimate ligand–protein interaction with molecular dynamics simulation and study ligand impact to biofilm in vitro.

References.

1. Monds R.D., O'Toole G.A. (2009) The developmental model of microbial biofilms: ten years of a paradigm up for review. *Trends Microbiology*. 17:73-87.
2. Morgan JL, McNamara JT, Zimmer J. Mechanism of activation of bacterial cellulose synthase by cyclic di-GMP. *Nat Struct Mol Biol*. 2014 May;21(5):489-96. doi: 10.1038/nsmb.2803. Epub 2014 Apr 6. <https://doi.org/10.1038/nsmb.2803>

W3

МЕДИЦИНСКАЯ И
РАДИАЦИОННАЯ БИОФИЗИКА

MEDICAL AND RADIATIONAL
BIOPHYSICS

Руководители:

Татьяна Юрьевна Плюснина, Андрей Александрович Полежаев,

Галина Юрьевна Ризниченко, Андрей Борисович Рубин.

МОДЕЛЬ ТИПА «ЧЁРНЫЙ ЯЩИК» СИСТЕМЫ ГЛИКЕМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЧЕЛОВЕКА

**Акифьев А.А., Полина Г.Ю., Ямашев М.В.¹, Кисиль С.И.¹, Докукина И.В.,
Грачев Е.А.¹**

Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, Россия, 607186,
Нижегородская обл., г.Саров, ул. Духова, д.6

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, г.
Москва, ул. Ленинские горы 1, стр.2

Модель типа «черный ящик» является одним из классических подходов к моделированию сложных систем, когда в рассматриваемом масштабе многочисленные детали механизма процесса не существенны, а главный интерес представляют собой состояния, в которых находится система.

Примером такой системы является система гликемического контроля человека, одной из важнейших функций которой является обеспечение стабильной концентрации глюкозы в крови как в период голодания, так и после приема пищи [1]-[2].

В данной работе выделяются ключевые компоненты/органы организма, способные находиться в определенных состояниях. Переход между состояниями описывается функциями, для которых важен характер описываемой зависимости, а не ее численные характеристики. Значения функций меняются в зависимости от величины входного сигнала. Здесь под сигналом понимаются концентрации ключевых веществ-регуляторов, а именно глюкозы, инсулина и глюкагона. В результате, состояние всей системы определяется набором состояний всех его компонент.

Целью работы является исследование факторов, влияющих на возникновение патологий системы гликемического контроля организма человека. Исследование результатов моделирования показало, что к патологическим концентрациям глюкозы в крови может привести не столько отказ работы всего органа, сколько малая задержка в отклике ключевых компонент системы, что может быть причиной развития таких патологических состояний, как диабет I типа и резистентность гепатоцитов к инсулину.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ДИССИПАТИВНЫЕ СОЛИТОНЫ В МИКРОТРУБОЧКАХ

Батова А.С., Бугай А.Н.

Объединенный институт ядерных исследований, Россия, 141980, Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6, тел. 216-2119, anna-sergeevna00@yandex.ru

Микротрубочки (МТ) относятся к важнейшим белкам цитоскелета и участвуют во многих внутриклеточных процессах [1]. МТ представляют собой полые цилиндры, стенки которых образованы 13 протофиламентами (ПФ), собранными из димеров белка тубулина. Каждый димер состоит из α - и β -мономеров и обладает собственным дипольным моментом. Благодаря сегнетоэлектрическим свойствам МТ участвуют в проведении электрических и механических сигналов [2-4].

В данной работе проведено исследование нелинейной динамики МТ с учетом геометрии МТ, диполь-дипольных взаимодействий димеров белка, внешнего переменного электрического поля и затухания. Предлагаемый модельный подход использует описание динамики микротрубочки в пределах одного ПФ, но влияние соседних ПФ также учитывается через коллективное электрическое поле.

Анализ динамики решений уравнения проводился методом моментов [5]. В условиях параметрического резонанса колебаний полимера с внешним полем получены аналитические решения типа диссипативных солитонов, параметры которых определяются свойствами МТ и внешнего поля. При этом для существования решения необходимо, чтобы значение амплитуды внешнего поля при сильной диссипации принимало определенное значение. Результаты численного моделирования подтверждают правильность теоретических выкладок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-02-00234а).

Литература.

1. Dustin P. // *Microtubules*. - Springer. 1984
2. S. Zdravkovic, A.N. Bugay, G.F. Aru, A. Maluckov // *Chaos* **24** (2), 2014. P. 23139
3. A.I. Nesterov, M.F. Ramirez, G.P. Berman et al. // *Phys. Rev. E* **93**, 2016. P. 62412
4. S. Zdravkovic, A.N. Bugay, A.Yu. Parkhomenko // *Nonlinear Dynamics* **90**, 2017. P. 2841
5. Vlasov S.N., Petrishchev V.A., Talanov V. I. // *Radiophysics and Quantum Electronics* **14**(9), 1971. P. 1062

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТИТЕЛОЗАВИСИМОГО УСИЛЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ПРИ COVID-19

Болдова А.Е., Коробкина Ю.Д., Нечипуренко Ю.Д.¹, Свешникова А.Н.^{2,3}

Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Москва

¹Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Москва

²Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр им. Д. Рогачева, 117997, Москва

В 2020 году весь мир столкнулся с серьезной проблемой - вспышкой коронавирусной инфекции. Разработка вакцин против вируса SARS-CoV-2 на сегодняшний день имеет глобальный приоритет. Одним из возможных побочных эффектов вакцинации является возникновение антителозависимого усиления инфекции (АЗУИ) [1,2]. Наиболее распространенный механизм АЗУИ следующий: антитело, связываясь с вирусной частицей, образует комплекс, который распознается и поглощается лейкоцитами. В норме это приводит к уничтожению вируса. При патологии вирус может освободиться от антитела и заразить иммунную клетку (как, например, при лихорадке Денге [1]).

Целью данной работы является теоретическое исследование возможности и условий возникновения АЗУИ при SARS-CoV-2.

На основе существующих экспериментальных данных по SARS-CoV и SARS-CoV-2 нами была разработана математическая модель, представляющая собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Вирусные частицы могут инфицировать здоровые пневмоциты и размножаться в них. После взаимодействия с патогеном антигенпрезентирующая система активирует пролиферацию В-клеток и их дифференцировку в продуцирующие антитела плазматические клетки и В-клетки памяти. Свободные и связанные с антителами вирусные частицы захватываются макрофагами и выводятся из организма. Для моделирования АЗУИ мы предположили, что после поглощения комплекса антиген-антитело макрофаг может инфицироваться с вероятностью p .

В рамках данной модели описана динамика вирусной нагрузки и концентрации антител у пациентов с SARS-CoV 2. На основе анализа модели было показано, что ключевыми параметрами, определяющими различия в динамике антител, являются: максимальная скорость активации антиген-презентирующих сайтов, а также время жизни плазматических клеток. Также установлено, что при отсутствии антител, клеток плазмы и В-клеток памяти возможное инфицирование макрофагов не влияет на тяжесть заболевания. Однако, если в данных условиях $p \geq 0.001$, то вирусная нагрузка возрастает на порядок, в то время как здоровые пневмоциты погибают быстрее.

Таким образом, на основании построенной математической модели нам удалось определить условия для возникновения АЗУИ при коронавирусной инфекции.

Литература

1. L. C. Katzelnick *et al.*, "Antibody-dependent enhancement of severe dengue disease in humans," *Science*, vol. 358, no. 6365, pp. 929–932, Nov. 2017
2. Зайчук Т.А., и др. Проблемы создания вакцин против коронавируса: антителозависимое усиление инфекции и вирус Сендай как возможный вакцинный вектор. Молекулярная биология, 54, 922-938 (2020).

МЕТОДЫ ПОДОБИЯ В МОДЕЛИ ИНТАКТНОГО СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА СЕРДЦА КРОЛИКА

Галанин В.В.

Медицинский университет «Реавиз», Россия, 443001, Самара, ул. Чапаевская, 227,
galanin_v@hotmail.com

В настоящей работе показано, как с помощью методов теории подобия можно упростить математическую модель интактного синоатриального узла сердца кролика. Исследование подобия позволяет понизить порядок уравнения, уменьшив число величин, определяющих изучаемый объект. Такие упрощения оказываются особенно полезны при моделировании сложных биологических систем.

В данном исследовании интактный синоатриальный узел и сопряженный с ним миокард предсердия моделируется в виде цепочки пейсмекерных клеток синусного узла, соединенной с тремя цепочками сократительных клеток предсердия. Представленная модель основана на редукции детализированной модели H. Zhang et al. [1], в которой колебание мембранного потенциала пейсмекерных клеток описывается с помощью системы нелинейных дифференциальных уравнений с учетом постепенного изменения их электрофизиологических свойств в направлении от центра синусного узла к его границе [2].

После преобразования подобия системы дифференциальных уравнений в ней появляются безразмерные степенные коэффициенты, которые являются параметрами подобия (инвариантами преобразования подобия). Полученные параметры подобия численно одинаковы для всех подобных клеточных цепочек. Параметры подобия описывают исследуемый физический объект также полно, как и первичные размерные величины. При этом число безразмерных параметров подобия меньше числа величин, первоначально определяющих модель. По численному значению параметров подобия можно сделать заключение о характере электрической активности пейсмекерных клеток и взаимодействующих с ними сократительных клеток предсердия. В работе также решена задача понижения порядка решаемой системы дифференциальных уравнений на основе уменьшения количества взаимодействующих элементов в модели при сохранении наиболее существенной информации о клеточной системе в целом.

Литература.

1. Zhang H.G., Holden A.V., Kodama I., et al. // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* **279**, 2000, P.397.
2. Inada S., Zhang H., Tellez J.O., Shibata N., Nakazawa K., et al. // *PLoS One* **9** (4), e94565. doi: 10.1371/journal.pone.0094565, 2014.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОГЕНЕЗА ВЗРОСЛЫХ С УЧЁТОМ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ

Глебов А.А., Колесникова Е.А., Бугай А.Н.

Объединённый институт ядерных исследований,
Россия, 141980, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6,
E-mail: glebov.atth@gmail.com

Изучение радиационно-индуцированного нарушения нейрогенеза в гиппокампе мышей показало, что чем выше доза поглощённого рентгеновского излучения, тем меньше число новорожденных нейронов и предшественников нейронов образуется в результате нейрогенеза. В тоже время, влияние радиации на производство глиальных клеток прямо противоположное - число новорожденных олигодендроцитов заметно увеличивается, а прирост количества астроцитов не изменяется, хотя и нейрональные, и глиальные типы клеток происходят из общей популяции нервных стволовых клеток. Данная закономерность объясняется смещением процесса нейрогенеза в сторону глиогенеза, но механизм подобной реакции остается неизвестным [1].

Математическая модель радиационно-индуцированного нарушения нейрогенеза позволяет оценить смещение нейрогенеза в сторону глиогенеза за счет действия отрицательной обратной связи на пролиферацию нервных стволовых клеток и активации микроглии [2]. В данной схеме рассматриваются популяции стволовых клеток, нейронных предшественников и глиобластов, но отсутствуют популяции астроцитов и олигодендроцитов, из-за чего сравнение модельной оценки смещения нейрогенеза к глиогенезу с экспериментальными данными невозможно.

Мы предлагаем математическую модель нейрогенеза, представляющую собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, учитывающую популяции как нейрональных [3], так и глиальных типов клеток [3,4]. Модель воспроизводит экспериментальные данные изменения числа астроцитов с возрастом и предсказывает изменение численности популяции предшественников олигодендроцитов. Дальнейший учёт влияния радиации на нейрогенез, позволит проанализировать действие различных механизмов смещения нейрогенеза к глиогенезу на популяционном уровне.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-01007).

Литература

1. Mizumatsu S. *et al.* Extreme sensitivity of adult neurogenesis to low doses of X-irradiation // *Cancer research* **Vol. 63**, No. 14, 2003. Pp. 4021-4027.
2. Cacao E., Cucinotta F.A. Modeling Impaired Hippocampal Neurogenesis after Radiation Exposure // *Radiat. Res.* **Vol. 185**, No. 3, 2016. Pp. 319-331.
3. Encinas J. M. *et al.* Division-coupled astrocytic differentiation and age-related depletion of neural stem cells in the adult hippocampus // *Cell stem cell* **Vol. 8**, No. 5, 2011. Pp. 566-579.
4. Rieskamp J. D. *et al.* Stereological characterization of the major cell lineages in the mouse dorsal dentate gyrus // *bioRxiv*, 2019, 847350.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ТРОМБОЦИТОВ В КРУПНЫХ СОСУДАХ ЧЕЛОВЕКА

Салихова Т.Ю., Пушин Д.М., Гурия Г.Т.

ФГБУ «НМИЦ гематологии» Министерства Здравоохранения Российской Федерации,
Россия, 125167, Москва, Новый Зыковский проезд, д. 4
Московский физико-технический институт (научно-исследовательский университет),
Россия, 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9

Высокие напряжения сдвига, развиваемые в интенсивном кровотоке, способны запускать активацию тромбоцитов, приводящую к развитию тяжелых осложнений (инфаркты, инсульты). Анализ рисков гидродинамической активации тромбоцитов требует корректного учета особенностей гемодинамики в исследуемом крупном сосуде [1]. Настоящая работа ставит своей целью разработку математического подхода для оценки рисков гидродинамической активации тромбоцитов в крупных сосудах человека.

В основе подхода лежит условие активации тромбоцитов, полученное в работе [2]. Согласно данному условию, активация тромбоцитов является пороговым процессом, причем величина порога зависит от длины плазменных макромолекул фактора фон Виллебранда (VWF). В рамках предлагаемого подхода анализ риска активации тромбоцитов производится в два этапа. На первом этапе производится расчет распределения модуля сдвиговых напряжений. На втором этапе производится расчет активированных тромбоцитов. В качестве меры, характеризующей риск гидродинамической активации, выступает усредненная за сердечный цикл доля активированных тромбоцитов на выходе из сосуда.

Предлагаемый подход был использован для анализа рисков активации тромбоцитов в аорте, геометрия которой была реконструирована на основании данных магнитно-резонансной томографии. Была построена зависимость степени активации тромбоцитов от степени мультимерности молекул VWF и потока через аорту. Оказалось, что молекулы с длиной меньше критической не способны вызывать активацию тромбоцитов.

Длину молекул VWF в плазме крови можно направленно изменять как в сторону длинных молекул (десмопрессин), так и в сторону коротких молекул (ADAMTS-13). Разработанный подход позволит оценивать влияние указанных терапевтических воздействий на степень гидродинамической активации тромбоцитов.

Работа была поддержана Российским научным фондом (грант №19-11-00260).

Литература

1. *Pushin D.M., Salikhova T.Y., Zlobina K.E., Guria G.Th.* Platelet activation via dynamic conformational changes of von Willebrand factor under shear // PLOS ONE **Vol. 15**, 2020. Pp. 1-17.
2. *Zlobina K.E., Guria G.Th.* Platelet activation risk index as a prognostic thrombosis indicator // Scientific Reports **Vol. 6**, 2016. Pp. 1-6.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ВНУТРИ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА ПРИ ИНТРАВИТРЕАЛЬНЫХ ИНЪЕКЦИЯХ

Складчиков С.А., Савенкова Н.П., Лапонин В.С., Анпилов С.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет вычислительной математики и кибернетики

Процессы, происходящие внутри человеческого глаза, детально не изучены, в виду отсутствия возможности наблюдать течение жидкости непосредственно внутри самого глаза. На текущий момент известно, что одной из основных проблем в глазе является повышение внутриглазного давления выше нормы, что приводит к таким проблемам как глаукома, нарушение зрения, слепота. Для детального анализа поведения жидкости внутри полости глаза необходимо произвести математическое моделирование высокой степени адекватности с учетом геометрии внутриглазного пространства, приближенной к реальной. Построение такой модели позволяет изучить поведение жидкости как при нормальном функционировании глаза так и при наличии различных патологий. Результаты математического моделирования обеспечивают возможность наблюдать застойные зоны при циркуляции внутриглазной жидкости, а также позволяют наглядно изучить процесс распространения лекарственного вещества внутри полости глаза в зависимости от структуры глаза конкретного пациента с учетом физических особенностей вводимого препарата.

Литература

1. *Алексеев И.Б., Белкин В.Е., Самойленко А.И.* и др. Стекловидное тело. Строение, патология и методы хирургического лечения (обзор литературы) - *Новости глаукомы* – 2015 - №1(33) – с.12-14.
2. *Yusupaliev U., Savenkova N.P., Troshchiev Y. V., Shuteev S.A., Skladchikov S.A., Vinke E.E., Gusein-zade N.G.* Vortex rings and plasma toroidal vortices in homogeneous unbounded media. ii. the study of vortex formation process // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute.* — 2011. — Vol. 38. — P. 275–282.
3. *Savenkova N.P., Anpilov S.V., Kuzmin R.N., Provorova O.G., Piskazhova T.V.* Reduction cell multiphase 3d model // *Applied Physics.* — 2012. — no. 3. — P. 111–115.
4. *Savenkova N., Laponin V.* A numerical method for finding soliton solutions in nonlinear differential equations // *Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics.* — 2013. — Vol. 37, no. 2. — P. 49–54.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ГЕПАТОЦИТОВ К ИНСУЛИНУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИСФУНКЦИИ КАЛЬЦИЕВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Тилинова О.М.¹, Самарина Е.А.¹, Ямашев М.В.², Докукина И.В.¹, Грачев Е.А.²

1Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ,

¹Россия, 607184, Нижегородская обл., г.Саров, ул. Духова, д.6

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

³Россия, 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы 1, стр.2 Email: IVDokukina@mephi.ru

Способность клеток печени переключаться из состояния запасания глюкозы в состояние высвобождения глюкозы в кровь зависит от корректного функционирования кальциевой сигнализации. В период голодания организма глюкагон стимулирует стимуляцию гепатоциты и, тем самым, запускает IP3-зависимое высвобождение Ca²⁺ из депо эндоплазматического ретикулаума (ЭР). Повышение уровня цитозольного Ca²⁺ в результате действия сложной цепочки сигналов приводит высвобождению глюкозы из внутренних запасов гепатоцита в кровь. В период последующий приему пищи инсулин останавливает высвобождение Ca²⁺ из ЭР и прекращает высвобождение глюкозы из внутренних запасов, одновременно стимулируя обратный процесс синтеза гликогена.

Ключевыми компонентами сигнализации Ca²⁺ при этом являются корректная модуляция IP3-рецепторов различными факторами и соответствующее функционирование мембран ЭР, связанных с митохондриями (МСМ).

Развитие печеночной резистентности к инсулину может быть вызвано стрессом ЭР и отклонениями в работе IP3-рецепторов и МСМ. Однако, приоритет каждого из факторов до сих пор остается не ясен.

Целью данной работы является попытка понять, какой из упомянутых факторов играет более важную роль в развитии резистентности к инсулину. Для этого мы построили математическую модель, которая описывает все ключевые аспекты сигнализации Ca²⁺. Результаты модели хорошо согласуются с доступными экспериментальными данными [1]. Исследование модели позволяет проанализировать роль различных факторов в развитии резистентности к инсулину в гепатоцитах. Результаты моделирования позволяют сделать вывод, что как дисфункция МСМ, так и некорректная регуляция IP3-рецепторов вместе могут привести к неправильной сигнализации инсулином и вызвать инсулиновую резистентность гепатоцитов.

Литература.

1. Rieusset, J., Fauconnier, J., Paillard, M. et al. Disruption of calcium transfer from ER to mitochondria links alterations of mitochondria-associated ER membrane integrity to hepatic insulin resistance. *Diabetologia* 59, 614-623 (2016).

S4

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

SOCIAL-ECONOMY RESEARCH
SOCIAL-ECONOMY MODELING AND ANALYSIS

Руководители:

*Александр Евгеньевич Варшавский, Наталья Анатольевна Винокурова,
Екатерина Владимировна Кочеткова.*

ГИБРИДНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ СЕТИ НА БАЗЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО И СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ

Апанасенко А.В.

УрФУ, Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира 19, stacy-chan@yandex.ru

При изучении сложных экономических систем, примером которых можно считать локальную предпринимательскую сеть [1], одной из главных сложностей является апробация принятых управленческих решений. Проведение эксперимента, который позволил бы эмпирически доказать эффективность того или иного решения, часто слишком затратно или невозможно. Выходом из ситуации может стать разработка имитационной модели и проведение эксперимента виртуально с её помощью.

Существует три основных метода имитационного моделирования. Применение нескольких из них в одной модели позволяет создать гибридную модель [2], где сочетаются преимущества и компенсируются недостатки различных подходов.

Эта концепция была реализована на примере гибридной экспериментальной модели локальной предпринимательской сети. В ней на агентно-ориентированном уровне отображается структура предпринимательской сети и уровень финансовой успешности её участников (отражен цветом пиктограмм). Здесь же расположены итоговые показатели работы сети: средний капитал, общий оборот, общее и среднее количество связей, а также управляющие параметры модели. Элементы системной динамики, встроенные в агента, позволяют проследить структуру финансовых потоков каждого сетевого партнёра и взаимное влияние различных параметров модели.

Разработанная модель позволяет: наглядно продемонстрировать структуру и текущее состояние предпринимательской сети (благодаря агентно-ориентированному подходу); проследить в динамике особенности функционирования предпринимательской сети в целом (благодаря агентно-ориентированному подходу) и отдельных её участников (благодаря системной динамике).

Настоящее исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований №19-010-00974 «Экспериментальные институциональные модели автономизации финансов местных сообществ в условиях снижения доверия населения к участию в бюджетном процессе».

Литература

1. Berg D., Davletbaev R., Zvereva O., Nodjenko D. The model of localized business community economic development under limited financial resources: computer model and experiment // E3S Web of Conferences, vol. 601001, 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20160601001>

2. Brailsford S.C., Eldabi T, Kunc M., Mustafee N., Osorio A.F. Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review // European Journal of Operational Research, 278, 2019. P. 721-337.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ И ВЛОЖЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК

Афанасьев М.Ю., Кудров А.В.

Центральный экономико-математический институт РАН

Современные представления об экономической сложности связаны с диверсификацией производства. Страны, экспортирующие «сложные» товары, обычно имеют более высокий уровень душевого материального благосостояния, чем страны, экспортирующие «простые» товары. Сравнительно недавно разработана процедура, которая позволяет измерять экономическую сложность структуры экономики в целом. В отличие от традиционного подхода, для которого концепция экономической сложности применяется по отношению к странам и экспортируемым ими продуктам [1], в авторском подходе акцент делается на исследование секторов экономики регионов РФ.

Доказано, что используемая в работе [1] процедура вычисления экономической сложности является корректной в смысле существования и единственности решения. Свойства квадратной матрицы, по которой оценивается экономическая сложность, позволяют интерпретировать любой элемент этой матрицы как характеристику степени вложенности структуры сильных секторов одного региона в структуру другого региона. На основании свойств элементов этой матрицы введены агрегированные показатели, характеризующие вложенность структуры сильных секторов каждого региона в структуры экономик всех других регионов. Показано, что агрегированные показатели вложенности являются статистически значимыми объясняющими переменными для экономической сложности.

Данные, которые используются для оценки экономической сложности в работе [2], позволяют отражать формирование цепочек добавленной стоимости и групп смежных секторов, ориентированных как на внешний, так и на внутренний рынок. Показано, что для этой экономической сложности, рассчитанной на региональных данных, высокие ее значения соответствуют большим значениям агрегированных показателей вложенности. Низкие значения экономической сложности соответствуют малым значениям показателей вложенности.

Литература.

1. Hausmann R., Hidalgo C., Bustos S., Coscia M., Simoes A., Yildirim M.A. (2011). The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity. Cambridge: Center for International Development, Harvard University, MIT.
2. Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2020). Estimates Of Economic Complexity In The Structure Of The Regional Economy // Montenegrin Journal of Economics Vol. 16, No. 4, 43-54. DOI: 10.14254/1800-5845/2020.16-4.4

БИОСФЕРНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА ПОТРЕБЛЕНИЯ

Белотелов Н.В.

Вычислительный центр им.А.А.Дородницына, РАН Российский Новый университет

В докладе обсуждается проблема, связанная с неизбежным изменением целей развития человеческой цивилизации. Рыночная парадигма максимизации прибыли вступает в острое противоречие с устойчивостью биосферы. Современное человечество потребляет энергетическую мощность, сравнимую с мощностью фотосинтеза. При этом направляет ее на разрушение производственных процессов биосферы. Вследствие этого за последние сорок лет происходят стремительные изменения в природной среде. Ярким примером этого являются проблемы изменения климата, исчезновения видов животных и растений, рост патогенности биосферы по отношению к человеческой популяции

Н.Бор в одной из своих поздних статей дал такое определение человека – животное, живущее в языковых сетях. С некоторого момента, начав «подчинять себе окружающий мир», создавая присваивающую экономику и осваивая окружающий мир, используя знания, накапливаемые в потоке поколений в языковых сетях, в основном ориентировался на улучшение своего материального благополучия. Он не задумывался об ограниченности окружающего его мира и о том, что он есть лишь часть этого мира.

За последний век цель – достижение материального богатства, выродилась в оголтелое стремление денежного богатства или максимизации процента на капитал. При этом именно в 20-ом веке начинает осознаваться факт того, что биосфере ограничена, того что Мир есть нечто целостное. Осознание этого проявлено в стремительном общественном интересе к проблемам экологии.

В настоящее время созревает осознание того, что перед человечеством стоят три стратегические задачи:

- Изучение биосферы с целью нахождения способов восстановления нарушенной биосферы
- Изучения общества с целью понимания и нахождения путей гармоничного развития культурных традиций цивилизации
- Формирования новых целей развития человеческого общества с учетом экологического императива.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 19-010-00423).

ВЛИЯНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Бобкова И.А.

Центральный экономико-математический институт Российской Академии наук
Россия, г. Москва, Нахимовский просп., 47
Московский государственный университет пищевых производств
Россия, г. Москва, Врубеля, 12
Тел. (499) 724-2476, (495) 129-0711
Email: bobi@cemi.rssi.ru; bobkovaia@mgupp.ru

В работе рассмотрены основные проблемы среднего и высшего образования с точки зрения перехода обучающегося на более высокую ступень образования, а также влияние эпидемиологической обстановки 2020 года на приемную кампанию в университеты и колледжи РФ.

Двадцать первый век предъявляет новые требования к системе образования и в России, и в зарубежных странах. Это связано и с процессами глобализации, и с информатизацией общественной жизни, и с цифровизацией во всех сферах экономики, рядом других причин.

Российская система среднего и высшего образования, находящаяся в процессе непрекращающегося реформирования в течение последних тридцати лет, испытывает огромную нагрузку на все звенья цепи ОУ – от начальной школы до магистратуры и аспирантуры. Причем, если не закрывать глаза на подтасовывание данных о качестве подготовки учащихся, то следует признать, что реформирование образования негативно сказывается на учебном процессе. Пандемия COVID-19 высветила все существующие проблемы российского образования. Особенно ярко это проявилось во время приемной кампании в вузы и колледжи летом 2020 г. Итоги этой кампании сейчас активно обсуждаются на всех уровнях, от ректоров до министра и научного сообщества, принимаются решения, призванные исправить обнаруженные недостатки. Решения, подчас способные спровоцировать еще большие проблемы. Анализ влияния таких чрезвычайных ситуаций как пандемия, экологическая или техногенная катастрофа, политический кризис, на систему образования и способности системы противостоять кризисным явлениям – крайне актуальная задача 2020-х годов. Перед всеми субъектами образовательного процесса – учениками, педагогами, администрациями от завучей в школе до министров образования, – стоят новые вызовы, поставленные самой современной жизнью. И модернизация образовательных учреждений должна происходить таким образом, чтобы этим вызовам соответствовать. В противном случае исправление ошибок станет уже не проблемой системы образования, а проблемой системы национальной безопасности.

АСПИРАНТЫ И СТУДЕНТЫ: РАЗЛИЧИЯ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БУДУЩЕМ

Винокурова Н.А.¹, Гудович И.С.

Воронежский государственный университет,
математический факультет, кафедра математического моделирования,
Россия, 394006, г. Воронеж, Университетская пл., д.1.
Тел.: 8 (910)280-58-07. goudovitch@mail.ru

¹Центральный экономико-математический институт РАН,
Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47.
Тел.: 8 (903) 682-09-47. vinokurova@yandex.ru

Работа базируется на материалах анкетного опроса аспирантов и студентов в вузах Воронежа. Результаты изучения студентов уже опубликованы в [1] и др.

Цель данной работы – сравнение представлений аспирантов и студентов о будущем, о роли науки и высоких технологий в развитии нашей страны, а также их представлений о собственной роли в будущем. Задачи исследования: 1) Выявление предпочтений респондентов при выборе сферы будущей работы; 2) Анализ представления студентов и аспирантов о том, что нужно в первую очередь для России в сфере технологий и осуществление каких проектов они считают первоочередным; 3) Выявление представлений о том, кто (какие группы) определяют будущее развитие России.

Нам представлялось естественным, что большинство аспирантов пожелает работать в науке. Однако хотели бы в будущем заняться наукой или преподаванием менее 50% аспирантов, хотя, конечно, у студенческой молодежи такое желание существенно ниже. Студентов в большей степени привлекают работа в сфере торговли, финансовая деятельность и управление, а аспиранты больше ценят работу в сфере высоких технологий. Они лучше студентов понимают роль ИТ. Аспиранты продемонстрировали скепсис по отношению к развитию нанотехнологий, исследованию космоса и борьбе с глобальным потеплением. Однако, робототехника, разработка новых лекарств, газификация сельской местности или строительство скоростных магистралей ценятся выше аспирантами, чем студентами. Условно говоря, аспиранты «ближе к земле». Они в большей степени привержены либеральным ценностям. Соблюдение прав человека они считают самым важным достижением в США. Их взгляды следует учитывать властям.

Важным результатом представляется тот факт, что аспиранты, уже вовлеченные в науку и в научную среду лично, очень низко, оценивают значение науки для будущего развития России. В целом, аспиранты проявили себя более зрелой и более целеустремленной группой молодежи в сравнении со студентами. На наш взгляд, они являются хорошим потенциальным резервом при переходе к передовым цифровым технологиям, а рост числа студентов аспирантуры будет полезен для развития экономики.

Литература

1. *Винокурова Н.А., Гудович И.С.* Москва – Воронеж. Сходство и различия в отношении студентов к науке и ученым // Современная экономика: проблемы и решения. №4(124), 2020, С. 40-53.

ПРЕДПОЧТЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫБОРЕ РАБОТЫ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ВУЗА

Винокурова Н.А., Никитин С.А.

Центральный экономико-математический институт РАН,
Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, 47.
E-mail: vinokurova@yandex.ru, nikitinnn@yandex.ru.

Для нашего времени характерно быстрое изменение технологического ландшафта. Поэтому особую важность приобретает изучение взглядов и планов студентов в отношении будущего трудоустройства, их готовность к работе в новых условиях. Данное исследование является продолжением цикла статей, посвященных студенческой молодежи. В его основу положены результаты анкетного опроса студентов в 6 городах РФ. В работе рассмотрены следующие вопросы: 1) Наиболее привлекательный для молодежи вид занятости; 2) Предпочитаемый тип работы и оплаты; 3) Мотивации при выборе работы; 4) Предпочитаемые виды работы в сфере предпринимательства и в сфере высоких технологий.

Большее половины респондентов выразили желание стать после окончания вуза предпринимателями или фрилансерами (54%), хотя доля таких студентов снизилась за последние 3 года [1]. Студенты надеются, что предпринимательство может принести им стабильный доход, дать возможность обеспечить своих детей и передать им свое дело и при этом возможность самим постоянно развиваться. Их привлекает руководящая и организаторская работа, что характерно для предпринимателей. Однако, когда мы посмотрим на предпочитаемый молодежью тип работы и оплаты, на мотивы выбора работы в целом и на предпочтения в части типа предпринимательской деятельности и высоких технологий, то приходим к выводу, что стабильная работа и оплата, отсутствие рисков, возможность совмещать работу и личную жизнь являются их настоящими приоритетами, а вот возможность построить свой бизнес не входит в число первоочередных. И эти взгляды довольно устойчивы [2].

В целом студенты показали себя достаточно консервативными и не готовыми ни к реализации декларативных заявлений относительно предпринимательства, ни к работе с высокими технологиями.

Литература

1. *Винокурова Н.А., Светлов Н.М.* Об особенностях восприятия предпринимательства студентами вузов // Экономическая наука современной России №1, 2020, М.: ЦЭМИ РАН. С. 127-142
2. *Винокурова Н.А., Гудович И.С., Баклыков А.С.* Молодежь как стратегический ресурс будущего развития: ценностные ориентации, планы, мечты // Современная экономика: проблемы и решения № 9 (93), 2017. С. 14-32.

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Дубинина В.В.

Учреждение Российской академии наук Центральный экономико-математический институт РАН, Россия, 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47, тел. (499)7242532, Факс: (495)1291400, Viktoria@li.ru

Использование промышленных роботов (ПР) на производстве расширяется. К основным задачам ПР относятся: паллетирование; перемещение и упаковка изделий; сварка, сборка, обработка деталей, покраска.

Цель работы – построить модели зависимости цены роботов от их технических характеристик (грузоподъёмность, радиус действия, точность позиционирования, масса, технический индекс = $\frac{\text{грузоподъёмность} * \text{радиус}}{\text{масса}}$).

С этой целью были рассмотрены ПР для паллетирования и покраски компаний Fanuc, Kuka и Yaskawa Motoman. Цена рассмотренных моделей роботов находится в диапазоне от 10 тыс. долл. до 78 тыс. долл. Производящие их компании являются ведущими в мире. К 2018 г. по всему миру было установлено 400 тыс. роботов компании Fanuc, 360 тыс. ед. – Yaskawa Motoman, 350 тыс. ед. – Kuka.

Была построена модель вида $P = a_0 + a_1 * x_1$, где P – цена (долл.), x_1 – грузоподъёмность, для покрасочных роботов компании Kuka и роботов-паллетайзеров компании Motoman. Получены следующие оценки:

$$\text{для Kuka: } P = 12770 + 75,1 * x_1, R^2 = 0,5, \\ (3,5) \quad (4,5)$$

$$\text{для Motoman: } P = 22389,5 + 45,8 * x_1, R^2 = 0,8, \\ (7,5) \quad (4,9)$$

Модель вида $\ln(P) = a_0 + a_1 * \ln(TI) + a_2 * t$, где P – цена (долл.), TI – технический индекс ($TI = \frac{\text{грузоподъёмность} * \text{радиус}}{\text{масса}}$), t – год разработки модели, была

построена для роботов-паллетайзеров компании Fanuc и покрасочных роботов Kuka. Были получены следующие оценки параметров:

$$\text{для Fanuc: } \ln(P) = -104,1 + 0,4 * \ln(TI) + 0,1 * t, R^2 = 0,63, \\ (-3,2) \quad (3,8) \quad (3,4)$$

$$\text{для Kuka: } \ln(P) = -166,2 + 0,2 * \ln(TI) + 0,1 * t, R^2 = 0,49, \\ (-3,3) \quad (2,03) \quad (3,5)$$

Таким образом, цена промышленных роботов компаний Kuka и Fanuc растёт с увеличением технического индекса и года выпуска модели. Выявлена положительная корреляция между ценой роботов и их грузоподъёмностью для покрасочных роботов Kuka и роботов-паллетайзеров Motoman.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Дубинина М.Г.

Учреждение Российской академии наук Центральный экономико-математический институт РАН, Россия, 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47, тел. (499)7242532, Факс: (495)1291400, mgdub@yandex.ru

Беспроводные технологии играют ключевую роль в современных системах связи в качестве одного из важных средств передачи данных или информации на другие устройства (например, на беспилотные транспортные средства, дроны, медицинские устройства, промышленные роботы и т.д.). Технологии беспроводной связи включают в себя стандарты мобильной связи (для поколений 1G-5G, спутниковой связи и др.) и фиксированные беспроводные технологии (Wi-Fi, WiMax, BWA и др.).

Развертывание новых сетей или модернизация беспроводных технологий требует значительных капиталовложений. Так, за период 2001-2019 гг. накопленные капитальные вложения отрасли беспроводной связи в США выросли более чем в 5 раз (со 105 млрд долл. в 2001 г. до 571 млрд долл. в 2019 г.), эти средства были инвестированы операторами сотовой связи США как в спектры частот, так и в оборудование сетей, что позволило достичь высоких уровней покрытия сетью 4G. В результате мобильный трафик вырос почти в 100 раз (с 0,388 трлн Мб в 2010 г. до 37,06 трлн Мб в 2019 г.), а количество подписчиков – почти в 3,5 раза (со 128,4 млн человек в 2001 г. до 442,5 млн человек в 2019 г.).

Одно из направлений исследований передовых технологий – измерение технологического развития с помощью патентных данных. С помощью патентного анализа может исследоваться жизненный цикл технологии, фаза ее развития, потенциал и область ее применения, сила взаимосвязи с другими технологиями.

В данной работе построена модель зависимости индекса роста количества подписчиков беспроводной связи США (по данным двух крупнейших компаний AT&T и Verizon) от индекса роста капитальных вложений в беспроводную связь и индекса роста количества патентов, найденных в базе данных WIPO по поиску «wireless technology», полученных в США. Индекс роста каждого показателя рассчитан относительно 2001 г.

Кроме того, построены логистическая модель и модель Гомпертца для описания распространения фиксированной беспроводной связи в Японии, поколений технологий мобильной связи в Сингапуре, Индии и Южной Корее. Построены модели диффузии технологий беспроводной связи в России, выявлены факторы, способствующие и препятствующие распространению этих технологий.

УГРОЗЫ И РИСКИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ 5G. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Дымова И.А.

Центральный экономико-математический институт РАН,
Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д.47,
Тел.: (495)779-13-25, факс: (495)7189615, E-mail: igor_koklin@mail.ru

В работе продолжается обсуждение проблем, связанных с повсеместным переходом в области телекоммуникаций на пятое поколение беспроводных сетей связи (5G), см., например, в предыдущей работе автора [1]. Ситуация оценивается с точки зрения степени безопасности этой инновации для здоровья человека и окружающей среды. Один из основных выводов проведенного анализа состоит в необходимости разобраться в результатах экспертиз, которые были анонсированы в ряде случаев развертывания сетей 5G, правда, обычно после свершившегося факта и под влиянием общественного мнения, которое зачастую формировалось на митингах протеста против 5G. В центре внимания – ситуация в Швейцарии, которая, как известно, первой из стран Европы широко развернула сети 5G еще в 2019 году, но под влиянием массовых протестов населения приостановила их эксплуатацию до обнаружения результатов экспертизы. Интерес по ряду причин представляет также ситуация с 5G в Великобритании и России. В нашей стране исследование было инициировано в 2020 году Департаментом информационных технологий (ДИТ) правительства Москвы и одобрено Министерством цифрового развития РФ, Минздравом РФ и рабочей группой программы «Цифровая экономика». Предполагается изучить влияние на здоровье человека и подопытных животных сотовой связи поколений 2G–5G в диапазоне частот 450 МГц — 43,5 ГГц в полевых и лабораторных условиях. Окончательные результаты должны быть известны в первом квартале 2021 года.

Другой важный аспект проблемы угроз и рисков от излучения беспроводных сетей 5G, также затронутый в работе [1], связан с необходимостью разработки новых методов оценки экспозиции применительно к базовым станциям именно 5G систем. (Известно, что в настоящее время для сетей 5G пока часто используют существующую инфраструктуру сетей 4G, отсюда происходит недооценка вредоносного потенциала 5G). В докладе предполагается осветить результаты новых исследований и разработок в данном направлении.

Литература.

1. Дымова И.А. К вопросу о развертывании сетей беспроводной связи пятого поколения (5G). Угрозы и риски// Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. науч. трудов. Выпуск 27. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2020. DOI: 10.20537/mce2020econ10

РЕСУРСНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Комкина Т.А.

ЦЭМИ РАН, 117418 Москва, Нахимовский проспект, 47, т. 8(495)779-13-25,
tania_kom@mail.ru

Значительная доля поставок топливно-сырьевой продукции способствует возникновению зависимости экономики страны от колебаний мировой конъюнктуры, а также к форсмажорным обстоятельствам, которые могут возникать на мировых рынках. Промером может служить сложная ситуация в экономиках многих стран, возникшая в связи текущей глобальной пандемией коронавирусной инфекции COVID-19, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2.

В связи с этим интерес представляет анализ мировых статистических данных по ряду показателей промышленного производства: обрабатывающее производство (% от ВВП), доля химической промышленности в обрабатывающем производстве (%), доля машин и транспортного оборудования в обрабатывающем производстве (%), доля средней и высокотехнологичной промышленности в обрабатывающем производстве (%), доля экспорта импорта промышленных товаров (% от товарного экспорта) и др. [1]. В работе проведен анализ динамики производства и сопоставление с показателями развитых стран, стран бывшего социалистического лагеря, а также рядом быстро развивающихся стран. В выборку вошли такие страны, как Россия, США, Германия, Китай, Польша, Чехия Венгрия и др. По основным показателям были построены непрерывные временные ряды за период 2000-2019 гг.

В работе также проведен на основе данных Росстата за период 1990-2018 гг. [2] анализ статистических данных наиболее стратегически важных укрупненных направлений направлениям обрабатывающих производств России: станкоинструментальная промышленность, электронная промышленность, сельскохозяйственное машиностроение, машиностроение для пищевой и перерабатывающей промышленности, производство транспортных средств и оборудования, строительная техника, производство продукции легкой промышленности. Проведенный анализ показал значительную зависимость ряда обрабатывающих производств от импорта зарубежной продукции.

Литература

1. Сайт Группы Всемирного Банка <https://data.worldbank.org>.
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики РФ, <https://rosstat.gov.ru/statistic>

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ДОСТИЖЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РЫНКА ТРУДА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кочеткова Е.В.

Центральный экономико-математический институт РАН

Характерная для настоящего периода тенденция к сохранению несбалансированности спроса и предложения труда инженерно-технических специалистов (ИТС) в России, во многом связанная с продолжением процессов деиндустриализации, а также с проблемами запаздывания подготовки кадров по отношению к спросу и неточного определения текущей потребности в них, свидетельствует о необходимости дополнительного анализа и разработки подходов к поиску условий сбалансированности рынка труда инженерно-технических специалистов.

В данной работе с целью определения параметров экономического развития, при которых возможно достижение сбалансированности спроса и предложения ИТС, с помощью разработанной ранее макроэкономической модели были сформулированы и решены три оптимизационные задачи.

Целевая функция в данных задачах предполагает минимизацию квадрата отклонений спроса и предложения ИТС. Параметры оптимизации отражали предположения о возможности роста инвестиций в промышленные производства, роста уровня оплаты труда ИТС, а также снижения оттока молодых инженеров и техников из специальности. Так, для задачи 1 параметром оптимизации являлся темп прироста доли инвестиций в основные фонды обрабатывающей промышленности в инвестициях в основные фонды экономики в целом, в задаче 2 — доля инвестиций в основные фонды обрабатывающей промышленности в инвестициях в основные фонды экономики в целом и отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности, в задаче 3 — доля инвестиций в основные фонды обрабатывающей промышленности в инвестициях в основные фонды экономики в целом и доля инженерно-технических специалистов, работающих по специальности после выпуска.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что траектории изменения показателей экономического развития, позволяющие достичь сбалансированности рынка труда инженерно-технических специалистов в период 2025–2030 гг. предполагают реализацию сценариев сбалансированного роста инвестиций в промышленность и относительного выравнивания уровней оплаты труда специалистов в обрабатывающих производствах и финансовой деятельности.

АНАЛИЗ ТЭП И УДЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ SAR СМАРТФОНОВ SAMSUNG

Кузнецова М.С.

Учреждение Российской академии наук Центральный экономико-математический институт РАН, Россия, 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47, тел. (499)7242532, Факс: (495)1291400, mary.cuznetsow2012@yandex.ru

Энергия электромагнитного поля оказывает опасное воздействие на здоровье человека (SAR, Вт/кг - показатель, определяющий энергию электромагнитного поля, которая поглощается в тканях тела человека за 1 секунду). Значение более 2 Вт/кг – максимально допустимое для допуска смартфона к продаже, оно способно приводить к нагреву тканей, росту температуры тела. Однако, при более низком уровне SAR смартфон остается небезопасным, так как нередко используют сразу несколько смартфонов, и излучение, входящее в ткани тела человека, возрастает в несколько раз, что пагубно влияет на здоровье.

Цель работы состояла в исследовании зависимости SAR от ТЭП смартфонов и анализе зависимости цены от ТП (на основе данных смартфонов Samsung 2011-2019 гг.).

Проведен анализ следующих ТЭП смартфонов Samsung: объем встроенной памяти, объем оперативной памяти, количество ядер, частота процессора, емкость аккумулятора, размер диагонали экрана, вес и цена. Анализ показал, что объем оперативной памяти положительно коррелирован с частотой процессора, объемом встроенной памяти; емкость аккумулятора положительно коррелирована с размером диагонали экрана и весом.

По результатам исследования динамики ТП были выделены этапы развития смартфонов: 2011-2013 гг., 2014-2015 гг., 2016-2017 гг., 2018-2019 гг.

Анализ зависимости цены от ТП смартфонов показал, что наибольший рост цены смартфонов Samsung (2011-2019 гг.) вызывало увеличение частоты процессора (увеличение на 1 ГГц приводило к возрастанию цены в данный период от 1,5 до 42,2 тыс. руб.).

Исследование зависимости SAR от ТЭП смартфонов показало рост SAR с увеличением цены для смартфонов выпуска 2014-2015 гг., 2018-2019 гг. и выпуска 2016-2017 гг. ценой свыше 20 тыс. руб. Рост SAR также происходил при увеличении объема встроенной памяти у смартфонов выпуска 2014-2015 гг. ценой более 10 тыс.руб., объема оперативной памяти у смартфонов выпуска 2018-2019 гг., частоты процессора у смартфонов выпуска 2014-2015 гг., 2018-2019 гг. и выпуска 2016-2017 гг. при цене более 20 тыс. руб. Кроме того, SAR возрастал с ростом емкости аккумулятора у смартфонов выпуска 2014-2015 гг. и количества ядер у смартфонов этого поколения дороже 10 тыс.руб.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНДЕКСОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

Лысенкова М.А.

Центральный экономико-математический институт РАН (ЦЭМИ РАН) Россия, 117418,
Москва, Нахимовский пр., 47

Целью исследования является сравнительный анализ индексов инновационного развития регионов и выявление индексов, не имеющих существенного отличия. Сравниваются восемь индексов: 4 авторских индекса построенных по оценкам технической эффективности инновационного пространства региона и 4 индекса близких по прикладной направленности. В работе произведен сравнительный анализ индексов инновационного развития регионов в пространстве экспертно-заданных характеристик региональной дифференциации. Апробирован подход, позволяющий выявить индексы, не различимые при решении задач управления, параметризованных с использованием характеристик дифференциации.

ИНДИКАТОРЫ ВОЗМОЖНЫХ УГРОЗ ЛИЧНОЙ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ И ЗАСТУПНИЧЕСТВА, ИЛИ УПРАВЛЕНИЕ ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ

Макогонова Н.В.

Факультет государственного управления МГУ имени М.В.Ломоносова, Россия, 119991,
Москва, Ломоносовский проспект, д. 27, корп. 4, +7 (965) 363-49-05,
N.Makogonova@gmail.com

В третьей «волне» ежегодного межсекторального эмпирического исследования «Индикаторы здорового администрирования – 2019/20» (Indicators of Healthy Governance, далее – Индикаторы, Исследование, IHG2019/20, 3rd Research) приняло участие 10053 респ. и всего 17695 респ. во всех трех «волнах». Также как и в предыдущих двух «волнах» Исследования сбор ответов респ. проводился в форме онлайн-опроса в период с 10.10.2019 по 31.10.2020 гг.

Участники третьей «волны» Индикаторов: 4054 (40,3%) руководители организаций различных звеньев (высш., сред., нач.) преимущественно госсектора и 5732 (57%) специалисты вышеуказанных организаций, 267 (2,7%) затруднились с ответом. Генд. состав: 7877 (78,4%) жен. и 2114 (21%) муж. Геогр. охват: 85 субъектов РФ. Топ-10 регионов по количеству ответов: Новг. обл. (2762), Новосиб. обл. (712), Тул. обл. (706), Омская обл. (641) и Забайк. край (553), Яросл. обл. (382), Белгород. обл. (315), Амурская обл. (270), Ульянов. обл. (222), Астрах. обл. (217).

Анкета IHG2019/20, 3rd Research состояла из 46 вопросов: 14 впом. вопросов, включающих пол, возраст, тип организации, численность сотрудников, стаж работы на текущем месте, вид должности, др., 26 вопросов по пяти стандартным модулям (параметрам) администрирования и 6 вопросов по двум доп. модулям администрирования: (1) управл. практикум (респ. предлагалось выбрать три наиболее токсичные проблемы управления в организации по их основному месту работы и предлагалось ответить на два «медицинских» вопроса) и (2) блок дискуссионных вопросов, сформулированных в форме гипотез. Так, на «медицинские» вопросы 28 и 29: «Принимаете ли Вы близко к сердцу проблемы на работе?» 7528 (74,9%) респ. ответили утвердительно и, в свою очередь, на вопрос: «Если Вы ответили, что принимаете близко к сердцу проблемы на работе, то сказывается ли это на Вашем самочувствии?» 6187 (71,9%) ответили утвердительно.

Резюмируя, представляется целесообразным оговориться, что идентифицированные возможные угрозы личной заинтересованности и заступничества требуют проведения дальнейших процедур по анализу и сравнительной оценке в разрезе каждой отдельно взятой организации и в индив. порядке, что не представляется возможным в ходе процедуры общего сканирования, тем не менее, представляется, что имеющийся факт генд. дисбаланса в организациях госсектора действительно может способствовать усилению рисков непроф. модели поведения руководителей и специалистов, а также снижению эффективности мер противодействия латентным механизмам в организациях. Ответы на другие вопросы IHG2019/20, 3rd Research и более подробная информация на сайте: www.lomonosov-research.com.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЙТИНГОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Никонова М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Центральный экономико-математический институт РАН, Россия, 117418, Москва,
Нахимовский пр-т, 47, flowerchek1982@mail.ru

Востребованность различных рейтингов, в том числе и для оценки качества высшего образования, как в вузах зарубежом, так и в российских, приводит к тому, что качество образования отходит на второй план, а на первый план выходит повышение показателей, входящие в рейтинги. Так, основными мировыми рейтингами вузов являются QS, THE и ARWU. Необходимо отметить, что данные рейтинги разрабатывались в интересах определенных стран (THE и QS – США и Великобритания, ARWU – Китай). Именно поэтому указанные рейтинги малоприменимы для российских вузов. Однако это не останавливает последних в «погоне» за показателями рейтингов и является одной из негативных причин трансформации подходов к высшему образованию.

Отметим, что довольно высокую долю в указанных рейтингах составляет уровень цитирований печатных работ преподавателей вузов. Однако при расчете рейтинга учитываются не все публикации, а публикации в узком круге журналов, например, Nature и Science, или индексация статей Science Citation Index – Expanded и Social Sciences Citation Index. В силу недостаточного (а порой и практически отсутствия) интереса данных изданий к российским исследованиям, особенно в социогуманитарной сфере, публикации в таких журналах затруднительны. Исключение отчасти составляют исследования в области математики, программирования, инжиниринга, биотехнологии и др.

В исследовании был проведен анализ мест российских вузов в указанных рейтингах, а также расчет общего балла российских университетов без учета цитируемости и соотношения иностранных преподавателей к общей численности преподавательского состава (как основных показателей рейтингов, которые «занимают» места отечественных вузов).

Необходимо отметить, что попытки искусственно повысить место в рейтингах приводит к снижению качества образования. Так, например, растет число приглашенных иностранных преподавателей (речь не идет о ведущих ученых), а также расширение публикационной активности, что не может не сказаться на качестве публикаций.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛИТИКИ ЗАНЯТОСТИ И КРИЗИС-2020

Тарасова Н.А., Васильева И.А.

ЦЭМИ РАН, РФ, Москва, e-mail: Tarasovan2008@yandex.ru, via_51@mail.ru

При анализе параметров социальной политики далеко не всегда РФ представляется социальным государством, но много лет выступает таковым в сфере занятости. Это было понято нами еще в переходный период (1993г.) при осознании такого специфического для РФ явления, как вынужденная занятость (ВЗ), тогда – только у официально трудящихся на предприятиях и в организациях. При этом некоторые экономисты (например, в ВШЭ, ЦеТИ ВШЭ) упорно – вплоть до работ недавних лет – считали ВЗ не спецификой, а «ненормальностью» нашего рынка труда (считая нормальным лишь «мейнстримовский» подход) и вообще опирались лишь на английскую работу 1995г. об эластичности оплаты труда ЗП, хотя она лишь отражает эластичность ВЗ, являясь (по оценке главы ЭЭГ Е.Гурвича) не диагнозом, а симптомом болезни. Позднее в выступлениях замдиректора ЦеТИ ВШЭ, гл.н.с. ИМЭМО РАН, д.э.н. Р. Капелюшников уже упоминалась ВЗ. Так, в его сообщении НСС в конце апреля 2020г. говорится о специфическом механизме приспособления к кризисным шокам, т.к. российские предприятия не любят увольнять работников, предпочитая сокращение ЗП и рабочего времени. Точнее, «нелюбовь» инициируется властями «сверху» (что вызвало определение «вынужденная» для занятости и четко проявлялось с 90-х гг. в «административных» отпусках и сокращениях рабочего времени при ВЗ). Тогда ВЗ наемных работников на микроуровне экономики, как и затем при кризисах, предотвратило недопустимую в условиях РФ массовую безработицу (эта роль ВЗ и позднее долго была непонятна экспертам Всемирного банка, судя по их вопросам на конференции в ВШЭ). При кризисе-2008 явление ВЗ распространилось и на мезоуровень экономики – для «спасения» «бесперспективных» моногородов и поселков такого типа. Были разработаны две госпрограммы развития кризисных моногородов. По второй из них (на 2019-2024гг. с финансовой госпомощью) целью ставилось признание населением положительности проведенных преобразований при развитии ВЗ не только трудящихся (с постоянными рабочими местами), но и «вынужденных» предпринимателей (частных инвесторов в ограниченных властями сферах).

Кризис-2020 еще ярче высветил необходимость ВЗ для российских условий. Это проявилось в расширении воздействия властей на занятость и характер труда, начиная с ввода дистанционной работы. Ожидается оптимистический вариант развития безработицы за счет большой занятости в бюджетном секторе и практики замены увольнений на ВЗ («административные» отпуска, сокращение рабочего времени). Правительственный проект плана по восстановлению экономики, занятости и доходов россиян предусматривает снижение уровня безработицы до 5% при новых возможностях режима труда и его оплаты. На оперативном совещании президента с правительством в апреле 2020г. он подчеркнул: все, чего надо ждать от бизнеса сегодня, это сохранения рабочих мест, в чем, даже не в налогах, – сейчас главная функция бизнеса. Позднее, на встрече 21.10.2020 с членами правления РСПП, он четко заявил: сейчас особенно важно обеспечить занятость.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИК В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ И ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Фаркова Н.А.

Дипломатическая академия МИД России, 119021, г. Москва, ул. Остоженка 53/2,
строение 1, телу (499) 940-13-60

Без преувеличения можно сказать, что 2020 год перевернул весь мир. Стремительное распространение не известного до этого вируса парализовало практически всю сферу деятельности и спровоцировало мировой кризис. Действия и реакции правительств большинства государств мира продемонстрировали несостоятельность нынешней модели мировой экономики. Дилемма спасения жизней людей и сохранения экономики страны – главный вопрос, от которого зависит не только ситуация в каждой стране отдельно, но и состояние во всем мире. Сказывается то, что страны находятся в неравных условиях как по уровню развития здравоохранения, что особо важно в условиях пандемии, так и по возможностям поддержки населения, предприятий и бизнеса.

В докладе будет приведен обзор принятых мер по предотвращению последствий пандемии и их действенности в отдельных странах мира (Республика Корея, Великобритания, Индия, Руанда, Италия, Франция, страны Евразийского экономического союза и некоторые другие):

- вводился ли карантин и какова степень строгости;
- каковы расходы на антикризисные меры;
- какие отрасли наиболее пострадали;
- принятые меры по поддержке бизнеса;
- состояние на рынке труда.

В кризисных ситуациях научные исследования по анализу и прогнозу вероятных сценариев развития эпидемий опасных инфекционных заболеваний приобретают особую значимость.

Задачами исследования является выявление существенных факторов, которые оказывают влияние на экономику в период пандемии, а также на основе математической модели оценить показатели по выбранным странам и составить прогноз возможного развития событий, связанных с пандемией.

Литература.

1. Аналитический доклад «Механизмы реагирования на угрозы макроэкономической стабильности в условиях глобального экономического кризиса, вызванного пандемией», [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/economyViews/Pages/default.aspx
2. <https://covid19-scenarios.org/>

ГИС-МОНИТОРИНГ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПОДМОСКОВЬЯ

Шитова Ю.Ю., Шитов Ю.А., Власов Д.Н.

Российский государственный гуманитарный университет
Москва, ул. Чайнова 15., ФРИСО

Вопросы транспортного перемещения населения по автомобильным дорогам являются одной из наиболее актуальных тем для исследования в современной региональной экономике. В целом, очевидно, что сбор больших данных о транспортной сети будет только расти. Наконец, главным генератором данных стал смартфон. В представленном научном исследовании выборка специально фиксируется для набора корректных временных рядов по аналогии с фиксированной выборкой респондентов панельных исследований. Сбор по фиксированному набору позволяет анализировать временную динамику данных, полученных статистическими методами в любом временном масштабе, от минут до лет.

Рассматриваемая методика сбора данных представлена базой данных, где сохраняются дата и время маршрутизации, длина маршрута и времена поездки с учетом и без учета пробок. Вызов программы осуществляется ежедневно в автоматическом режиме стандартными средствами операционной системы. Собранные данные позволяют производить расчет разнообразных индикаторов. Здесь мы используем самый простой – удельные потери U_I I -тым человеком базовой выборки из N человек, из-за пробок на единицу маршрута:

$$U_I = \frac{T_I^R - T_I^0}{L_I}, \quad I = 1, \dots, N, (1)$$

где T_I^R и T_I^0 – времена с учетом и без учета пробок соответственно, L_I – общая длина маршрута.

ГИС-анализ транспортных данных является актуальным современным трендом не только научных исследований, но и коммерческих проектов. А данная работа, с его уникальными данными и методикой, находится в тренде, на переднем крае исследований данного научного направления.

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-010-00794.

Литература.

1. Шитова Ю.Ю., Шитов Ю.А. Цифровой мониторинг транспорта Московской агломерации с помощью геоинформационных систем/Московский гос. ун-т управления Правительства Москвы. -2019-№3.
2. Шитова Ю., Шитов Ю., Власов Д. – ГИС-моделирование поездок маятниковых трудовых мигрантов в Новую Москву // «Экономист», №6, 2019.

S4

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ И
СОЦИОЛОГИИ (ЭКОНОФИЗИКА И СОЦИОФИЗИКА)

SOCIAL-ECONOMY RESEARCH
ECONOPHYSICS AND SOCIOPHYSICS:
MATHEMATICAL METHODS

Руководители:

Ольга Евгеньевна Пыркина, Анатолий Викторович Шатров.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАРКЕТИНГЕ

Бердыкулова Г.М.

Международный университет информационных технологий,
ф-т Цифровых трансформаций, каф. Экономики и бизнеса,
Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Манаса 34/1,
Тел.: (727)320-00-00
E-mail: g_berdykulova@mail.ru

Формирование факторов спроса и предложения происходит под воздействием процессов принятия деловых, потребительских и других решений. Поведение всех групп участников может быть проанализировано с помощью оптимизационной задачи вида $F=f(x) \rightarrow \max; g(x)=Y$. Данная оптимизационная схема означает, что каждая подсистема развивается по принципу: ее желаемое состояние «х» достигается на основе максимизации целевой функции «F» для максимизации прибыли для производителей или полезности для потребителей при определенной системе ограничений «Y» [1, с.196].

Рассмотрение взаимосвязи объектов моделирования производства товаров легкой промышленности в Казахстане позволило сделать следующий вывод: поиск наилучших решений сводится к выявлению приоритетной на данном этапе цели управления, определенной степени свободы в достижении этой цели и решению оптимизационной задачи по определению наиболее благоприятных значений критерия, характеризующего уровень достижения выбранной цели; приоритетной целью управления производства и сбыта потребительских товаров является выравнивание уровней удовлетворения потребностей различных групп населения в отдельных видах товаров.

В предлагаемой модели маркетинга состояние общего равновесия спроса и предложения рассматривается как состояние, которое достигается путем согласований изменения частного оптимума производства по всей номенклатуре товаров с частными оптимумами полезности рассматриваемых видов товаров для потребителей.

В основе модели лежит разработанная в процессе исследования потребительского рынка Казахстана оптимизационная задача по выбору целесообразного объема выпуска конкретного вида товара для конкретного потребителя. Определение выпуска продукции предстоящего периода рассчитывается на основе его объема в базовом периоде, учитывающее изменения производства, связанные с научно-техническим прогрессом, и изменения требований потребителей. Целесообразный объем данного вида товара не должен превышать возможностей предприятия в прогнозируемом периоде, а быть равным или превышать объем базового периода в зависимости от степени удовлетворения спроса в данном виде товара. Чем выше его уровень, тем ниже темпы роста производства этого вида продукции. При более низком уровне удовлетворения спроса, темпы роста производства выше.

Литература.

1. Моделирование глобальных экономических процессов. М., «Экономика», 1984.

О СООТВЕТСТВИИ МЕЖДУ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ РАЗНЫХ ТИПОВ.

Кирилук И.Л.

Институт экономики РАН, Россия, 117218, Москва, Нахимовский проспект 32,
+7(926)557-92-75, igokir@rambler.ru

Известно, что в физике важную роль играет принцип соответствия. Согласно ему, например, классическая механика является приблизительным предельным случаем теории относительности при малых относительных скоростях в системах, она же — предельный случай квантовой механики для систем достаточно больших размеров. Этот принцип общенаучный и применим на наш взгляд в том числе в экономике. В разных подходах к экономической теории используются достаточно разнообразные варианты моделей, однако, соответствие между ними не очевидно. В ряде случаев предпринимаются попытки обсуждения такого соответствия, например, между моделями микро- и макроэкономики (агрегирование, проблема микрооснований).

В работах [1-2] и в ряде других работ автора приводятся обзоры моделей, связанных с мезоуровнем экономики и описывающих её иерархические уровни. Существенное внимание там уделено таким моделям, где описывается институциональный аспект экономики, а также моделям, построенным в парадигме теории нелинейных динамических систем. Показано, что в некоторых ситуациях для описания одних и тех же реальных экономических систем используется весьма разнообразный математический аппарат. Например, показано, каким образом иерархические отношения могут быть выражены не только в рамках теории систем, но и в эконометрике, при применении многомерного статистического анализа, интеллектуального анализа данных.

Описаны эконометрические модели, модели экономического равновесия, экономофизические модели, имитационные модели, модели теории игр. Выделение конкретных направлений в рамках этого перечня весьма условно, поскольку, например, распространено совместное использование различных подходов. В рамках экономофизики коллективом под руководством В.И. Маевского развивается теория переключающегося режима воспроизводства, соответствие которой более ранним экономическим моделям также является предметом наших текущих исследований.

Использование концепций мезоэкономики и экономофизики позволяет определить соответствие между разными уровнями экономики и для его описания удобен аппарат синергетики. Синергетика исторически возникла после сформировавшегося упрощённого деления экономики на микроэкономику и макроэкономику, что возможно обусловило то, что её потенциал в экономике до сих пор на наш взгляд раскрыт слабо.

Литература

1. *Кирилук И.Л.* Экономико-математические модели для исследования мезоуровня экономики // *Journal of institutional studies*, 2017, V. 9, № 3, p. 50-63.
2. *Кирилук И.Л.* Математическое моделирование в задачах институционального дизайна // *Terra Economicus*, 17(3), 64–77, 2019.

**КВАЗИ-ЦЕНОВАЯ ПРОРОДА ВОЛАТИЛЬНОСТИ В МОДЕЛИ
 ОБЩЕГО "РАВНОВЕСИЯ" С РАЦИОНАЛЬНЫМ ВЫБОРОМ ВЕЛИЧИНЫ
 "ПОЧТИ ПОСТОЯННОГО" КРЕДИТНОГО РЫЧАГА**

Кривошеев О.И.

ИПУ РАН, Россия, 450075, Уфа, Блюхера 18-30, 9261477736, o-krivosheev@ya.ru

В модели рассматривается поведение фирм, максимизирующих ожидаемую доходность собственного капитала i_c , которые насколько это окажется возможно придерживаются стратегии поддержания фиксированных финансовых соотношений, которую следует понимать в виде поддержания фиксированного кредитного рычага l . При соблюдении стратегии целевой функционал $i_c = (1 - c)[i - \lambda(l)] - \lambda \ln \frac{1}{c}$, где i - рентабельность физического капитала как функция финансового рычага l имеет вид прямой ($\lambda = 0, c = 0$) до появления риска банкротства $\lambda \neq 0$, и, далее зависит от функции $\lambda(v, \ell)$ - интенсивности процесса банкротств, в зависимости от векторного распределения шоков рентабельности v [размерность = число шоков в единицу времени (разбитых по глубине и длительности)], которое зависит от распределения капитала по технологиям и финансовых стратегий владельцев технологий (K, \bar{v}) , а в общем случае также от набора параметров финансовых перетоков $\bar{\alpha}$ и резервов \bar{c} . Это означает наличие финансового равновесия на границе зоны банкротств или правее.

В более общем плане имеет место схема раздела конкурентного неисключаемого общественного блага. Вместо цены оказывается фактор портящий это благо - s , от которого, как в обычном случае от цены, зависят спрос и предложение данного блага:

$$\sum_j q_j(s) = R(s), \text{ где } \sum_j q_j(s) - \text{объём индивидуально рационального потребления}$$

участников рынка, $R(s)$ - объём рыночного предложения. С мировоззренческой точки зрения важно, что такая квази-цена не решает вопрос эффективного производства ресурса, что порождает необходимость антициклического гос. регулирования. В нашем случае при приближении по \bar{l} к

$$\text{Max Re Spec}(A_{00} + \sum A_{0i} K_i + \sum A_{i1} \alpha_i K_i I_i(\Delta \bar{p})) = 0$$

границе устойчивости (краткосрочного) ценового равновесия, где $n \times n$ матрица - $\frac{\partial \Delta \bar{Q}(\bar{p})}{\partial \bar{p}}(\bar{l}, \bar{K}, \bar{\alpha}) = A_{00} + \sum_x A_{0x} K_x + \sum_x A_{x1} K_x I_x(v) \alpha_x$ - производная разности спроса и предложения по цене, возникает инвестиционный цикл с быстро растущей амплитудой $h(\varepsilon)$, что определяет

$$\begin{cases} \text{Max Re Spec}(A_{00} + \sum A_{0i} K_i + \sum A_{i1} \alpha_i K_i I_i(\Delta \bar{p})) = \varepsilon \\ |\Delta \bar{p}| = h(\varepsilon) \\ \left\{ \left(A_{00} + \sum A_{0i} K_i + \sum A_{i1} \alpha_i K_i I_i(\Delta \bar{p}) \right) \Delta \bar{p} - \varepsilon \cdot \Delta \bar{p} = \bar{0} \right. \\ \left. I_i(\Delta \bar{p}) = \frac{d_i}{\Delta i_i(\Delta \bar{p})(1 - e^{-\Delta i_i})} \right\} \end{cases} \quad (1)$$

где ε - расстояние до границы устойчивости, T - длина шока, Δi - глубина, d - выбытие.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ

Микрюков А.А., Мазуров М.Е.

Институт цифровой экономики и информационных технологий РЭУ им. Г.В. Плеханова,
Россия, 117997, г.Москва, Стремянный пер., 36,

Актуальность решаемой задачи обусловлена необходимостью разработки научно-обоснованных предложений по достижению требуемых значений базовых показателей деятельности университета в соответствии с международным институциональным рейтингом QS до требуемых величин, необходимых для вхождения университета в ТОП -500 вузов к 2025г.

Для решения поставленной задачи предложен подход к исследованию слабо структурированных систем, на основе методов сценарного прогнозирования путем построения когнитивной модели с целью определения необходимых приращений значений целевых показателей. Предложенный подход позволяет в условиях заданных ограничений найти наиболее приемлемый сценарий планирования приращения базовых показателей до целевых значений за счет идентификации влияющих на них латентных факторов и импульсных воздействий (приращений) на них, обеспечивающих гарантированное достижение поставленной цели. Полученные результаты позволили обосновать ежегодные расходы для обеспечения безусловного приращения значений латентных факторов (частных показателей) с целью гарантированного получения требуемых значений базовых показателей к 2025г.

Новизна предлагаемого подхода заключается в использовании при построении когнитивной модели корреляционных взаимосвязей латентных факторов, выявленных на основе методов факторного анализа, с базовыми показателями, а также применении к решенной поставленной задаче итерационного подхода, позволяющего обучать разработанную когнитивную модель с учетом результатов идентификации латентных факторов и корректировки их корреляционных взаимосвязей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научных проектов №№ 18-07-00918, 19-07-01137, 20-07-00926.

Литература.

1. Кузнецов О. П. Когнитивное моделирование слабоструктурированных ситуаций // [Электронный ресурс] URL: <http://posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html> (Дата обращения: 14.10.2020).
2. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986.– 184 с. 13. Kosko B., Fuzzy Cognitive Maps. //International Journal of Man-Machine Studies, (1986) 24, 65-75.

СЕТЕВАЯ ЭКОНОМИКА И СЕТЕВОЕ ОБЩЕСТВО

Щербаков А.В.

Сретенский клуб, Институт социально-экономического прогнозирования
им. Д.И.Менделеева, andrey-iron1@yandex.ru

Начиная с 2016 года, Сретенский клуб ведет серию работ по формированию Образа будущего. Мы исходим из того, что невозможно построить действительно светлое будущее, экстраполируя его из текущего состояния нашего общества. Образ будущего надо формировать исходя из нашего представления об идеальном обществе, в котором каждый человек сможет раскрыться, как творческая личность, жить по совести и стать подлинно счастливым. В этом обществе будет реализован принцип Единства разнообразия, где каждый человек, каждая нация, каждый народ найдет свое место и свое предназначение. Власть в этом обществе будет властью справедливости и ответственности, а экономика нравственной, человекоориентированной и ресурсосберегающей. Природа в новом обществе станет одним из видов производительных сил.

Основным видом общественных связей станет сетевое взаимодействие. Прорывом при переходе к новому обществу станет массовое внедрение сетевых технологий в экономику.

NETWORK ECONOMY AND NETWORK SOCIETY

Shcherbakov A.V.

Sretensky club, Mendeleev institute of socio-economic forecasting
andrey-iron1@yandex.ru

Since 2016, the Sretensky club has been working on creating an Image of the future. We believe that it is impossible to build a truly bright future by extrapolating it from the current state of our society. The image of the future should be formed based on our idea of an ideal society in which everyone can open up as a creative person, live according to their conscience and become truly happy. In this society, the principle of Unity of diversity will be implemented, where every person, every nation, every nation will find its place and its purpose. The power in this society will be the power of justice and responsibility, and the economy will be moral, human-oriented and resource-saving. Nature in the new society will become one of the types of productive forces.

The main type of public relations will be network interaction. A breakthrough in the transition to a new society will be the mass introduction of network technologies into the economy.

S5

Г УМАНИТАРНОЕ И ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

N ATURAL AND SOCIAL
SCIENCE EDUCATION

Руководители:

*Надежда Васильевна Аммосова, Елена Владимировна Борисова,
Владимир Ильич Залятин, Владимир Ефимович Карпов,
Полина Викторовна Фурсова.*

ОБ ОБОБЩЕННОМ УМЕНИИ УЧАЩИХСЯ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ И ПРОЦЕССОВ

Абатурова В.С.

Южный математический институт ВНЦ РАН, Россия, 362039, г.Владикавказ,
ул. Гугкаева, 63, корп. 2, кв. 81, 8 (918)8261368, veronika-abaturova@yandex.ru

Результаты международных мониторинговых исследований двух последних десятилетий в области школьного математического образования, включая исследования по оценке качества математического образования в начальной, основной и средней школе (TIMSS), функциональной (математической) грамотности 15-летних учащихся (PISA), [1] и других российских исследований, показывают, что российские учащиеся, в основном, испытывают трудности при решении задач, описывающих реальные ситуации, что говорит об *актуальности методологической и методической проблемы поиска и реализации педагогических условий, методов и средств для формирования и развития у учащихся обобщенного умения осуществлять математическое моделирование реальных ситуаций и процессов* [2].

В последние годы математическое моделирование всё глубже проникает в школьное математическое образование; практико-ориентированное обучение декларируется как основной принцип обучения в школе, но, к сожалению, указанная выше проблема успешно реализуется лишь в специализированных (профильных) школах и классах, где присутствуют факультативные курсы по математическому моделированию, или интегрированные курсы по математике и информатике, или курсы по прикладной математике. На наш взгляд, необходимо разработать цикл курсов и образовательных программ соответствующего уровня сложности для массовой школы по математическому моделированию реальных ситуаций и процессов на основе адаптации достижений прикладной математической науки. Один из таких курсов для школьников основной и старшей школы «Математическое моделирование – школьникам. Линейные модели» [3] был разработан нами и реализуется более десяти лет в ходе проведения факультативных и кружковых занятий по математике в школах РСО-А и во Владикавказском центре непрерывного математического образования (ВЦНМО), а также при проведении спецкурса на Летней школе точных наук (ЛШТН), проводимой ежегодно ВЦНМО и ЮМИ ВНЦ РАН для школьников РСО-А.

Ещё одним средством формирования и развития у учащихся обобщенного умения осуществлять математическое моделирование реальных ситуаций и процессов является, на наш взгляд, участие школьников в соответствующих турнирах и конкурсах, в частности, в Международном командном турнире по математическому моделированию (ТММ), организованном с 2018 года в СУНЦ МГУ к.ф.-м.н. доцентом В.Н.Дубровским (<https://internat.msu.ru/tumir-mm-3/>). Анализ результатов команды ВЦНМО и других команд участвующих в ТММ, показывает, что учащиеся развивают умение строить и анализировать математические модели реальных ситуаций и явлений, учатся работать в команде, оформлять решения в виде научной статьи, докладывать о полученных результатах в форме презентации на итоговой конференции ТММ.

Литература

1. *Рослова Л.О., Краснянская К.А., Квитко Е.С.* Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т.1. № 4 (61). Стр. 58-79.
2. *Абатурова В.С.* Моделирование в практико-ориентированном обучении математике // Математический форум. Т.13. Современные проблемы математики и математического образования: XV Владикавказская математическая школа (г. Владикавказ, 20-21 сентября 2020 г – Владикавказ: ЮМИ ВНЦ РАН, 2020. Стр 121-137.
3. *Абатурова В.С.* Математическое моделирование школьникам 1. Линейные модели: Учебное пособие / Институт прикладной математики и информатики. – Владикавказ: Владикавказский научный центр РАН и РСО-А, 2007. – 112 с.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ШКОЛЬНОГО КУРСА МАТЕМАТИКИ

Вишнякова А.Ю., Дубинин Н.Н.¹

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.
Н. Ельцина, Институт экономики и управления, каф. анализа систем и принятия
решений, Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 19, 8-(982)
623-87-61, alina.vishniakova@urfu.ru

¹Сетевая инженерно-техническая школа, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул.
Мальшова 105, (902)266-64-99, dubinnn@gmail.com

В сфере образования РФ понятие «архитектура» получило широкое распространение, однако на данный момент его исследование и употребление происходит в основном на бытовом, а не научном уровне, без четкого определения значения термина. Это является причиной практически полного отсутствия разработанных архитектурных решений для образовательной сферы. Цель данной работы - перевести исследования в практическую плоскость путем разработки концепции архитектуры предметной области на примере школьного курса математики. Для достижения цели используется системный подход, а результат построения архитектуры предметной области представляется в форме многоэтажного здания со всеми свойственными ему конструктивными элементами. Результатом работы является общая модель архитектуры предметной области на примере школьного курса математики. Благодаря такой архитектуре в «здании организации образовательного процесса предметной области школьного курса» можно будет выстраивать и корректировать различные траектории обучения без ущерба для качества учебного процесса, что позволит его наглядно индивидуализировать под потребности каждого отдельного ученика. Также такую архитектуру целесообразно использовать для системной разработки содержания образования и структуры учебно-методических материалов, в том числе, и при разработке онлайн-курсов для организации дистанционного обучения с помощью Систем Дистанционного Обучения.

Литература

1. Дроботенко Ю. Б. Развитие идеи архитектурного подхода в педагогике в условиях информационного общества. – Научные проблемы гуманитарных исследований. – Институт региональных проблем российской государственности на Северном Кавказе. – 2011.
2. Маленкова Л. О. Теоретическое обоснование архитектуры организации школьного образовательного процесса в современном информационном обществе. – Известия РГПУ им. А. И. Герцена. ISSN 1992-6464. 2012 г.

**ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ДИСТАНЦИОННОГО ПРЕПОДАВАНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ «КАМЕРНЫЙ АНСАМБЛЬ».**

Гернет Н.Д., Лисицкая Е.В.¹

Украинская Ассоциация «Женщины в науке и образовании»,
Украина, Харьков, E-mail: nadezhdadg@yandex.ru ; naukaint2016@gmail.com
¹ГАПОУ МО «Московский Губернский колледж искусств»
г. Химки, ул. Библиотечная, 10. Тел. +7 -916-327-60-11, E-mail levgia@yandex.ru

«Порвалась дней связующая нить,
Как мне обрывки их соединить!»
У. Шекспир, «Гамлет»

Обобщение накапливаемого опыта, фиксирование закономерностей, изучение особенностей, систематизация идентичностей в итоге дают возможность человеку решать все более многогранные, объемные задачи. Но и жизнь готовит нам новые испытания. Переход к дистанционному обучению (ДО) с целью предотвращения расширения заболеваний коронавирусом Covid-19 сделал актуальной задачу выбора инструментария для обеспечения максимального восприятия учащимися изучаемого предмета. Авторами ранее была разработана информационная технология (ИТ) выбора такого инструментария, использующая синергетический подход, рассматривающий механизмы взаимодействия различных, максимально разнообразных, инструментальных средств обучения, позволяющий создавать новые, более сложные когнитивные структуры, способные обеспечивать многомерное восприятие изучаемого предмета. Полученные результаты были применены для создания интерактивной ИТ дистанционного преподавания дисциплины «Камерный ансамбль» (КА). В КА всегда актуальна задача максимального раскрытия замысла музыкального произведения (МП). Сложная задача адекватной интерпретации КА композиторского замысла становится чрезвычайно трудной в условиях ДО, так как классические методики, основанные на живом слухе, эмоциональном взаимодействии, интуитивно-сенсорном восприятии требуют прямого контакта (ПК). Необходимость интеграции в единое исполнение МП потребовала организации диалоговой ИТ взаимодействия разделенных карантинном участниками ансамбля, руководимых педагогом, с использованием большого количества как технических средств, программного обеспечения для возможности обмениваться отдельными партиями единого МП, так и современного музыковедческого мировоззрения, во многом основывающимися на новейших знаниях из разных областей науки. Профессионально осуществленный итерационный процесс сближения разрозненных частей единого целого (авторского замысла композитора) способен привести к «чуду» - объединению КА, передающего слушателю эмоции, краски, чувства, идеи, заложенные в МП. Опыт ДО КА показал, что используемая ИТ дала неожиданно активный импульс при переходе на очное образование, эффективность обучения заметно выросла. В то же время ДО значительно снижает риски, транспортные, временные и ресурсные затраты. Перспективным является смешанное обучение, при котором ДО компенсирует недостатки ПК, а ПК – недостатки ДО.

О РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ФОРМАТОВ КУРСА «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ»

Герцен Т.А., Любимова Н.Ю.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия,
614068, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева 11, +79223056178, tanger59perm@yandex.ru

Цель проводимой в течение нескольких лет методической работы состояла в разработке рабочей программы и форматов курса дисциплины «Теория горения и взрыва». Занятия по данной дисциплине в настоящее время проводится для студентов третьего курса «Техносферная безопасность», а является дисциплиной по выбору по профилю «Хемобиодинамика и биоинформатика» с присвоением квалификации магистра. Учитывая особенности специальностей в курсе сделаны акценты на физические, химические, биологические аспекты процессов горения. Уделено внимание современным представлениям о нелинейных процессах, самоорганизации (структуре пламени, цепным реакциям).

Выбор формата и инструментария в преподавании важен для организации процесса освоения учебной дисциплины. В таком межпредметном курсе появляется необходимость синергетического подхода, связывающего способы и механизмы сочетания различных обучающих средств. Так, наряду с традиционными, цифровые технологии в высшем образовании получают широкое распространение. В ПНИПУ в рамках дополнительного образования (ДО-3) успешно использован сервис BigBlueButton. Также использованы «малые цифровые формы» в отличие от онлайн лекций, конференций с привлечением большого количества учащихся, QR-код является удобным, динамичным средством индивидуальной работы с информацией (на учебном или лабораторном столе – ссылки, краткие сведения, ход выполнения работы необходимые справочные данные). Комплексы, состоящие из практических занятий, пояснений к теоретическому материалу, контрольных заданий формировались в Google Form. Виртуальные лабораторные и демонстрационные, полученные по ссылке кода (с индивидуальным заданием) явились важной составляющей курса. Таким образом, сочетание различных форм подачи и освоения информации, контроля полученных знаний не разрушает традиционную систему, а, наоборот, обеспечивает большее разнообразие и возможности. Онлайн формы являются вполне эффективными и при чтении лекций и проведении некоторых видов практических работ. Более того, такой формат позволяет допускать более активное участие студентов в работе совместно с лектором. В презентации учащиеся по ходу лекции может выйти в эфир отметить место в презентации, ответить, в том числе и письменно на вопрос преподавателя. И, наоборот, практические занятия (решения задач) в онлайн режиме расширяют возможности (онлайн доски в том числе), по ходу занятия как преподаватель, так и студент может пройти по нужным ссылкам, выбирая по необходимости видео, схемы. Динамично, с малыми затратами времени, удается практически на каждом занятии провести опрос (тестирование) с использованием Гугл-форм или даже в шутку решить какой-нибудь вопрос голосованием с последующим анализом.

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ХИМИИ

Грумова Н.А.

ГБОУ №1505,
Россия, г. Обнинск, ул. Курчатова 17, кв. 149,
Тел.: (980)511-75-47, E-mail: rob_116@mail.ru

В настоящее время в условиях современной российской школы содержания образования претерпевает большие изменения. Одним из ведущих требований ФГОС ООО является формирование личности, которая способна ориентироваться в быстро меняющихся условиях современного мира. Функциональную грамотность можно рассматривать, как основной показатель сформированной личности, способной применять полученные предметные знания для объяснения и выполнения проблем встречающихся в повседневной жизни.

На основании проведенного исследования по выявлению уровня сформированности функциональной грамотности среди учащихся 8-х и 9-х классов было выяснено, что знания большинства учащихся носят скорее формальный или поверхностный характер. Это связано с тем, что теоретические представления, которые формируются у учащихся, не носят связи с реальными явлениями, фактами, требующих осмысления на основе изучаемых закономерностей в рамках предметных дисциплин.

Для того, чтобы знания учащихся не носили формальный характер необходимо постоянно объяснять основополагающие причинно-следственные связи. Например, на уроке химии необходимо показывать следующую связь: *положение элемента в периодической системе* → *строение атома элемента* → *химические свойства элемента* → *соединения химического элемента*.

Так же для формирования функциональной грамотности необходимо использовать на уроках для закрепления материала практико-ориентированные задачи и задания. Например:

1. *В Индии на площади во дворе мечети в Дели находится знаменитая железная колонна - одно из чудес света. Она была изготовлена около 1500 лет назад. Уже много лет она не подвержена коррозии, несмотря на влажный и теплый климат. Почему же железная колонна в Индии стоит уже почти 16 веков не разрушаясь? Как на ваш взгляд, объяснить стойкость железной колонны к коррозии?*

2. *Осенью сельскохозяйственные работники собрали фасоль общей массой 360 кг с участка площадью 1,5 га. При этом с каждым центнером фасоли почва истощается приблизительно на 0,5 кг фосфора. Для восстановления плодородия почвы используют вещество состава: $(CaO)_x(P_2O_5)_y(H_2O)_z$. Определите: а) молекулярную формулу удобрения, если в нем содержится $\omega(CaO)=24,22\%$, $\omega(P_2O_5)=60,44\%$; б) потерю массы фосфора; в) массу фосфора в удобрении полученном в пункте а.*

Задания данного типа будут способствовать формированию функциональной грамотности у учащихся основной школы.

МАССОВЫЙ ПЕРЕХОД В ОНЛАЙН: ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Дёмин А.А.

Южно-Уральский государственный университет

В период введения ограничительных мер (конец марта 2020 года) все учебные заведения столкнулись с проблемой массового и срочного перевода образовательного процесса в онлайн: все преподаватели, все курсы. С какой материальной, технической и методологической базой дистанционного обучения ЮУрГУ вошел в массовый дистант, какие проблемы были выявлены и какие были приняты меры для внедрения системы дистанционного обучения для всех форм обучения, для всех подразделений университета, при проведении: занятий, промежуточной, итоговой аттестации, а так же при проведении вступительных испытаний для абитуриентов 2020 года.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Ермолаева Е.О., Зеликин Н.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1,
8 495 939 2969, eoermolaeva@yandex.ru

Развитие экономики непосредственно определяется качеством образования в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (STEM), навыки которого так же необходимы во всех сферах деятельности. В 2019 г. доля выпускников ВУЗов РФ по отдельным областям образования составляла в математике и естественных науках 4%, образовании 10%, инженерии и технологии 28%, науки об обществе 44% [1]. Задача вузов по возможности обеспечивать широкое образование. Важнейшим условием эффективной профессиональной подготовки выпускников является активная позиция государственных и коммерческих бизнес-структур в получении хорошо подготовленных специалистов. В МГУ проводятся съезды школьных учителей в области STEM-образования, Всероссийские фестивали науки, работает портал Университет без границ. Были открыты новые междисциплинарные факультеты – биотехнологический, космических исследований, физико-химической инженерии. С 2013 года старшекурсникам в каждом семестре читаются обязательные для всех межфакультетские лекции. Заявленных курсов обычно более 150, студентов от 10 до 12 тыс., и они слушают лекции не на своем факультете. Среди выпускников ВУЗов РФ в STEM-областях девушек более трети. Гендерный паритет наблюдается среди аспирантов в объединённой области - химия, биология и науки о земле, среди обучающихся по физико-математическим и техническим наукам девушки составляют всего четверть. В экономике России среди всех специалистов высшего уровня квалификации доля женщин, занятых в области информационно-коммуникационных технологий 17%, науки и техники 31% [2]. Очевидно, что не все девушки-выпускницы STEM-областей остаются работать по своей специальности. Академическая карьера женщин в странах объединенной Европы [3] и РФ [4] схожи - представительство женщин с ростом позиции уменьшается. Доля женщин-профессоров в университетах EU в области естественных наук 18 %, инженерии и технологии 12%. В РФ доли женщин-исследователей со степенями доктора и кандидата в естественных науках 20% и 43%, в технических науках 8% и 17% соответственно. Во многих странах существуют различные практики вовлечения, поддержки и удержания женщин в STEM. Это работа профессиональных женских ассоциаций (например, физиков и инженеров), выделение стипендий и грантов, специальные образовательные программы и компании в СМИ.

Литература.

1. Образование в цифрах. Краткий стат. сборник. - М.: НИУ ВШЭ, 2020. 120 с.
2. Россия в цифрах. Краткий стат. сборник. - М.: Росстат, 2019. 549 с.
3. She figures-2018. - Luxembourg: Publications Office of European Union, 2019. 115 p.
4. Статистика науки и образования. Выпуск.5. - М.: НИИ РИНКЦЭ, 2018. 121 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИСКУРСИВНОЙ РЕЧИ ДЕТЕЙ В МЕЖДУНАРОДНОМ АСПЕКТЕ

Иванова Н. Н.

Научно-исследовательский институт развития ресурсов человека и социального
здоровья общества, Москва, ул. Нижегородская, 32 .

Международный университет природы, общества и человека «Дубна», ул.
Университетская, 19. Тел. 8-916-858-1536, nanik-dubna@list.ru

Ежегодно в мире и в нашей стране отмечается значительный рост числа детей с речевыми аномалиями различного генеза. Это общая проблема современного детства, которую можно решить, объединив усилия представителей науки, образования и практики различных стран. Западные специалисты по речи (speech therapists) придерживаются **психологического подхода** к решению этой проблемы, так как речь является главной и системообразующей высшей психической функцией, а российские ученые развивают **клинико-психологический подход (А.Рлуря)**. При некоторых различных научных позиций в странах Европы, США и России, имеется совпадение важнейших теоретических концепций (культурно-историческая теория Л.С.Выготского) и существует взаимовлияние. Зарубежные специалисты заимствуют классические теоретические положения Л.С. Выготского, а российское образование чрезвычайно активно внедряет в практику концепцию инклюзивного обучения, многие годы уже применяемую в Европе и США. Общее недоразвитие речи детей (ОНР) характеризуется нарушением в той или иной степени всех компонентов речи от звукопроизношения до текстообразования, которое возникает на фоне органических поражений. В зарубежных классификациях ОНР может быть соотнесено с терминами «дисфазия развития» (developmental dysphasia, Woods, 1985, Njokiktjen, 1990) и «специфические речевые нарушения» (specific language impairment, Johnson, Bishop, 1992). Данный дефект требует особого подхода, обуславливает необходимость создания и использования специальных методик для развития связной речи.

С целью формирования личности ребенка путем преодоления речевых проблем, автором была разработана методика «Алгоритм развития описательной связной речи методом поэтапного формирования умственных действий», которая направлена на создание словесного образа предмета с помощью знаков и символов. Она создана на основе идей Л.С. Выготского, А.А. Леонтьева, А.Р. Лурия, П.Я. Гальперина, Л.Ф. Обуховой, Л.А. Венгера, В. Штерна. Издан на русском и переведен на английский язык (**для международного использования**) учебно-методический комплекс, состоящий из альбома, методического пособия с конспектами занятий и двух интерактивных компьютерных программ. Методика позволяет подробно охарактеризовать предметы различных категориальных групп с опорой на их изображение и фиксируемые признаки; дает возможность составлять высказывания по плану; облегчает процесс формирования синтаксических конструкций при создании описательного текста.

Эффективность данной методики была подтверждена экспериментом, который проводился в течение учебного года (сентябрь - май) с участием 240 детей 6-8 лет и показал существенное улучшение речи детей с нормативным уровнем развития и переход большинства детей с ОНР в категорию нормального речевого развития.

ВЫСШАЯ ШКОЛА III-ГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ; ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Карякин Ю.В.

Томский политехнический университет, г.Томск, art-39-1@yandex.ru

Высшая школа третьего тысячелетия это сегодня TERRA INCOGNITA. Пока без принятых сообществом результатов ведутся интенсивные поиски её новых форм в широком диапазоне – от организации современного университета до способов учебных взаимодействий преподавателя со студентами. В наших исследованиях акцентируется одна из таких форм. Мы препарируем ядерное звено образовательного действия – механизм взаимодействия мыслительных процессов преподавателя и студента, формирующий результат образовательной деятельности.

В наблюдаемом сегодня поисковом движении это звено претерпевает изменение, чреватое утратой статуса преподавателя как атрибута образовательного процесса. Под влиянием мощного конкурента в виде сетевых коммуникаций преподаватель подвержен необходимости стать другим или сойти с пьедестала учителя. Представляются очевидными два пути миграции традиционного преподавателя к новому статусу. Первый путь уже проявился в форме движения под брендом тьюторства и, не смотря на неприятие его старшим поколением вузовских работников, делает заметные экспансионные движения. Второй путь – путь мыслителя, на котором преподаватель не только сохраняет свой статус ведущего, образующего, воспитывающего. Напротив, он существенно укрепляет свой статус благодаря актуализации фундаментальных научных основ учебного предмета во взаимодействии со студентом. Как пример способа такой трансформации – приятие в образовательной деятельности онтогенезного подхода и культивирование онтогенезного мышления [1,2,3].

Реализация такого намерения возможна путём разработки и внедрения в вузовскую практику образовательной программы Преподаватель высшей школы, включающей наряду с блоком учебных курсов по направлению подготовки, курсы по биологии, психологии, логике и метафизике как ориентированные на формирование целостного миропонимания и осознание всеобщей связи в мироустройстве.

Литература.

1. Карякин Ю.В., Юсупов Д.В. Образование на стыке веков: онтология кризиса и возможные выходы на траекторию линейного развития / *Alma-mater* (Вестник высшей школы), №1, 2019, с. 30.
2. Карякин Ю.В. Преподаватель нового типа: философия, концепция, технология / *Модернизация профессионально-педагогического образования: тенденции, стратегия, зарубежный опыт: материалы международной научной конференции*, г.Барнаул, 18–20 октября 2017 года / под науч. ред. М.П. Тыриной, Л.Г. Куликовой. – Барнаул Алт ГПУ, 2017. –318с. С. 192-199.
3. Ю.В. Карякин, В.Г. Крец, М.С. Полонская Высшее образование к 2035 году (прогноз). *Alma-mater* (Вестник высшей школы) № 9, 2020, с.18-22.

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ФИНАНСОВОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Коннова Л.П.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия,
115583, г. Москва, ул. Воронежская, 11/4 - 225, +7 910 4734862, LPKonnova@fa.ru

Важнейшей компетенцией современных специалистов практически всех направлений является уверенное владение цифровыми ресурсами и технологиями. В 2020 году Минэкономразвития РФ был утвержден Перечень ключевых компетенций цифровой экономики. На первое место в этом документе поставлена *компетенция коммуникации и кооперации в цифровой среде*. Опросы работодателей также подтверждают значимость этой компетенции.

Таким образом, перед вузами встает задача целенаправленного развития базовых и профессиональных навыков цифрового общения. Целостное формирование компетенции возможно только при комплексном подходе к этой проблеме: в рамках междисциплинарных мероприятий и отдельно каждой дисциплины.

В статье [1] изучаются возможности формирования цифровых коммуникационных навыков у студентов первого курса на занятиях «Компьютерного практикума». Выделяются три направления такого рода деятельности: навыки взаимодействия и работы в команде, навыки цифровой публичной активности, навыки общения в цифровой среде. К особенностям цифрового общения может быть отнесены умения выполнять онлайн тесты. В предлагаемой работе рассматриваются возможности развития цифровых коммуникационных навыков с использованием онлайн систем реагирования студентов (ОСРС) в процессе изучения математики на первом курсе Финансового университета.

Тесты представляют собой особый достаточно жестко регламентированный вид коммуникации: человек – компьютер – человек и являются неотъемлемой составляющей цифровой компетенции. Регулярное использование онлайн-тестов в преподавании позволяет сформировать умения общения в условиях ограниченного времени и синтаксиса на определенной платформе.

Первый опыт использования ресурса <https://socrative.com> в рамках дисциплин «Математика» и «Компьютерный практикум» показал, что студентам первого курса непросто справляться с подобными заданиями, часть возникающих сложностей связана именно с коммуникационными навыками. Вместе с тем, студенты понимают важность такого рода умений. Опыт регулярного использования онлайн тестов показал свою эффективность для формирования цифровой коммуникативной компетенции будущих экономистов.

Литература.

1. Коннова Л.П., Рылов А.А., Степанян И.К. Формирование коммуникативной составляющей цифровой компетентности в рамках компьютерного практикума // Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2020. Т. 7. № 1. С. 385-395.

ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Кремер Н.Ш.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Россия, ГСП-3, 125993, Москва,
Ленинградский проспект, 49, NSKremer@fa.ru

В Финансовом университете основной платформой, на которой в период пандемии осуществлялось дистанционное обучение, явилась платформа Microsoft Teams. На этой платформе по расписанию, действовавшему и ранее до перехода на дистанционный формат, занятия проводились в форме онлайн-вебинаров.

Реализуемое дистанционное обучение по математике объединило два формата: синхронное обучение (в прямом эфире по расписанию занятий) и асинхронное обучение (доступ студентов к заранее подготовленным учебным материалам). Основой такого обучения явилась интерактивное взаимодействие преподавателя и студентов.

Для оперативной перестройки на дистанционную форму были использованы учебники автора [1,2]. В этих учебниках каждая глава включает одновременно теоретический курс и практикум, традиционные контрольные задания, тесты, т.е. по любой теме отражает обобщенно лекцию и практическое занятие.

Накануне каждого вебинара студентам по электронной почте выслались методические письма □ навигаторы, в которых указывались основные теоретические сведения и задачи с решениями и для самостоятельной работы по данной теме (с указанием параграфов, номеров задач и страниц по учебнику), которые будут рассмотрены на этом вебинаре, домашнее задание.

На вебинарах изучался учебный материал, анонсированный в этих письмах, используя в качестве видеоконтента учебник и онлайн-записи на доске платформы, проводилось общение в чате со студентами, осуществлялась запись вебинаров.

В результате студенты имели возможность ознакомиться с данным учебным материалом до проведения занятий, изучить (закрепить) его при последующей работе как по записи каждого вебинара, так и по учебнику.

Комплексное использование средств обучения □ методических навигаторов, учебника и практикума [1,2] и онлайн-вебинаров позволило на базе бесплатной платформы Microsoft Teams достаточно оперативно, эффективно и безболезненно перейти с традиционной формы обучения математики на дистанционный формат.

Литература.

1. Кремер Н.Ш., Фридман М.Н., Тришин И.М. Линейная алгебра: учебник и практикум / под ред. Н.Ш.Кремера. □ М.: Юрайт, 2018.
2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М. Математический анализ в 2 ч.: учебник и практикум / под ред. Н.Ш.Кремера. □ М.: Юрайт, 2016.

НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ НА УРОКЕ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ

Кутузова Е.И.

ГБОУ школа №1056 г. Москвы, Россия, 125363, Москва, ул. Штурвальная 7, копр. 2,
89875123394, alena.siasina@yandex.ru

Как сделать уроки математики интересными?

В этом поможет игра. Игра способствует активному обучению, нейтрализует перегрузки, создает благоприятную атмосферу учебной деятельности, повышает эффективность процесса обучения. Игра может иметь место на различных этапах урока: в его начале - для концентрации внимания, в середине - для небольшой разрядки, в конце - для повторения.

На своих уроках использую *деревянные головоломки* в качестве ежедневной тренировки логического и пространственного мышления. Решение деревянных головоломок целесообразно использовать в начале урока, как средство активизации познавательной деятельности учащихся или в конце урока в качестве рефлексии.

При выборе настольной игры я столкнулась с проблемой отсутствия игр для школьников 12–15 лет. Так появилась игра «Царица наук». Достоинствами данной игры стали ее яркость, красочность и универсальность. К каждой теме, к каждому классу можно составить свои карточки с заданиями как теоретического, так и практического плана. *Царица наук* – математическая игра, в которой четыре противника сходятся на поле битвы за право завоевать чужое королевство. Схватка заключается в ответах на вопросы из пяти различных категорий: выражения, реальная математика, геометрия, логические задачи, кот в мешке. За каждый правильный ответ победитель получает в награду часть земли. Побеждает тот игрок, который занял большее количество земель.

Математическая игра отличается от других форм работы. Самое главное математическая игра дает возможность ученикам проявить себя, свои способности, проверить имеющиеся у них знания, приобрести новые знания, и все это в необычной занимательной форме. Систематическое использование математической игры во внеклассной работе по математике влечет за собой формирование и развития познавательного интереса у учащихся.

Организация математических игр на уроках математики даёт возможность всестороннего развития учащихся как личности, как специалистов будущего

Подводя итоги всего выше сказанного, считаю, что математическая игра, как эффективное средство развития познавательного интереса, должна использоваться как можно чаще.

Литература

1. *Коваленко В. Г.* Дидактические игры на уроках математики: книга для учителя. - М.: Просвещение, 1990. - 95 с.
2. *Кухарь А. В.* Некоторые пути формирования познавательного интереса у учащихся // Математика в школе. 1985. - Вып. 5. - С. 46-50.

О ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ТЕМЕ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Липагина Л.В.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Россия, ГСП-3, 125993,
Москва, Ленинградский проспект, 49, E-mail: LLipagina@fa.ru

Одной из основ изучения математики в непрофильных вузах является тема «Дифференциальное исчисление функций одной переменной». Этот материал традиционно рассматривается по следующему плану: определение производной, дифференцирование функций, применение дифференцирования к исследованию функции и построению ее графика, применение дифференцирования в практико-ориентированных задачах. Также для решения предлагаются кейсы [1]. В связи с введением (в нашем вузе) на 1 курсе дисциплины «Компьютерный практикум» для трансформации классических задач математики на цифровые платформы с использованием MS Excel и R-Studio был разработан новый учебно-методический комплекс по каждой теме математического анализа, традиционной для изучения в экономическом университете. В частности, одна и та же тема рассматривается на занятиях по математике и компьютерному практикуму параллельно и решаются подобные задачи: на цифровых носителях задачи приобретают прекрасную визуализацию и вариативность, которую студенты могут наблюдать в динамике. В дополнение, компьютерный практикум знакомит слушателей с приближенными методами при исследовании функции. Контроль за освоением темы можно осуществлять с помощью классических аудиторных самостоятельных и контрольных работ, добавив тесты, созданные на платформе Moodle; тесты-формы в Google и др., а также с помощью MOOK. Для сбора студенческих работ, их оценивания и комментирования прекрасно зарекомендовало себя приложение Google Classroom.

Литература.

1. *Коннова Л.П., Рылов А.А., Степанян И.К.* Математический анализ: практико-ориентированный курс с элементами кейсов: Учебник для бакалавриата по направлениям подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент». – М.: Прометей, 2019. – 280 с.

С ЧЕГО НАЧАТЬ? ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

Макарова О.В.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Гимназия №56»,
Россия, 426034, г. Ижевск, ул. Удмуртская 230, Тел.: (3412)433483, факс: (3412)433483,
E-mail: makarova_sch56@bk.ru

Пандемия 2020 явилась вызовом для всего школьного образования. Начало чего-то нового всегда пугает, есть страх первого шага, страх того, что за этим последует. Возникают сотни вопросов, начинаются разные сомнения. «А достаточно ли у меня необходимых навыков и опыта в организации дистанционного обучения? А какие сервисы я могу использовать в дистанционном уроке? А как получить обратную связь от учеников и их родителей? А у всех ли учеников есть дома компьютер и интернет?» А последний вопрос определяет уже разные модели дистанционного обучения. Чтобы преодолеть этот страх, учителю нужно оценить свои сильные и слабые стороны.

Сильными сторонами будет являться наличие необходимых условий: стабильный интернет, компьютер или смартфон, умение использовать на своем уроке электронные образовательные ресурсы, такие как: Российская электронная школа, Учи.ру, Яндекс. Учебник, Якласс и др., что дает возможность учителю меньше времени тратить на проектирование урока, а учащемуся повысить мотивацию к обучению предмета. Сильной стороной учителя также является умение создавать тесты с автоматической проверкой, что дает возможность получения мгновенной обратной связи.

В дистанционном образовании акцент обучения смещается на управление самообучением ученика, у которого появляется возможность вернуться к изучаемой теме в любое время и в любом месте, возможность составления персонального плана обучения, а также психологический комфорт для учащихся, испытывающих трудности при общении с одноклассниками. А учителю дистанционное обучение дает возможность обучать большое количество учащихся одновременно, представляет широкий спектр образовательных технологий и дает безграничные вариации для творчества. Характером образовательного процесса становится продуктивность, а формулой результата образования – ответ на вопрос «Знаю, как...». Тогда учитель превращается из «источника знаний» в консультанта, менеджера, режиссера и его девизом становится «Я вместе со своим учеником».

Основными особенностями дистанционного урока становятся практики и самостоятельная работа учащихся, комплексная работа учебных достижений, а уровнем познания становятся: знание, анализ, синтез, применение информации, что способствует развитию компетенций XXI века.

Пандемия пройдет, а навык дистанционного обучения останется навсегда.

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ СУНЦ МГУ В РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Нараленкова И.И.

СУНЦ МГУ; Россия, 121357, Москва, ул. Кременчугская, 11, кафедра математики, тел. (499) 445-40-54, e-mail: i.i.naralenkova@gmail.com

СУНЦ МГУ уже в течение нескольких лет реализует ряд общедоступных образовательных проектов. Они адресованы учащимся 7–11 классов, интересующихся математикой, физикой, информатикой, химией и биологией. Это такие программы, как сезонные школы, конференции и турниры, олимпиадные школы, интернет-ресурсы, очные курсы для младших школьников. В связи с эпидемиологической ситуацией ряд проводимых СУНЦ МГУ образовательных проектов был переведен в дистанционный режим. Изменение формата организации и проведения коснулось таких проектов, как очные курсы и весенняя школа для 8-миклассников. Обучение этой группы участников проекта проходило в виде “живых” занятий с помощью сервисов видео-конференций (zoom, meet.google и т.п.). Один из значимых проектов, а именно «Колмогоровская летняя школа», была отменена. Ряд проектов, в частности дистанционные курсы, заочная школа, интернет олимпиады и Всероссийский конкурс по матмоделированию, проводимых в дистанционном формате, был реализован в соответствии с намеченным планом.

Определенные трудности возникли при проведении традиционного образовательного проекта СУНЦ МГУ – «Колмогоровских чтений». Международная школьная научная конференция «XX Колмогоровские чтения» и её конкурс, посвященный 265-летию Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова были проведены дистанционно. Дистанционный формат конференции поддержали более 140 школьников из четырех стран: Казахстана, Сирии, Таиланда и России. К сожалению, формат не позволил реализовать часть традиционной культурно-образовательной программы: работали только секции.

Во избежание непредвиденных ситуаций, обусловленных проблемами с интернет-связью в регионах, а также нахождением участников в разных часовых поясах, оргкомитет Конференции принял решение – изменить порядок проведения очного этапа Конференции. Очный этап прошел в виде секционных онлайн-дискуссий по докладам участников. Сами же доклады были представлены в формате видео и в виде текста заранее. Отдельные дискуссии, при технической возможности участников, были расширены до полноценного выступления. По результатам проведения Конференции были опубликованы тезисы докладов. Публикация осуществлена в электронном виде в сборниках “Аудитории” секций. По итогам Конференции оргкомитет разослал участникам дипломы и сертификаты в хорошем разрешении на e.m., указанные при регистрации.

Несмотря на эпидемиологические, технические и др. вызовы времени, СУНЦ МГУ реализовал практически все запланированные образовательные проекты, проявляя административную и организационно-методическую гибкость и мобильность.

**КОМПЛЕКТ ПОСОБИЙ «АЗБУКА ПРИРОДЫ - ЛЕС»
ДЛЯ ЗАНЯТИЙ С ДОШКОЛЬНИКАМИ**

**Петрова Ю.В., Владимирова Т.В., Митькова Л.А., Тарасова С.Ю.,
Левинская Д.Д., Тило Т.В.¹, Потапова Т.В.²**

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы
«Школа № 37». Россия, 119192, г. Москва, ул. Столетова, д.3
Тел.: (499) 739-35-21, Факс:(499)739-35-28, E-mail: 37@edu.mos.ru

¹Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная
школа №2 имени М.А. Пронина городского округа Звенигород.
Россия, 143180, Московская область, г. Звенигород, ул. Спортивная, д.4.
Тел.: (498) 697-49-26, e-mail: school2@zvenobr.ru

²Московский государственный университет имени М. В.Ломоносова, НИИ физико-
химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы
горы, МГУ, тел.: (495) 9395506, факс: (495) 9393181, e-mail: potapova@belozersky.msu.ru

Внедрение в жизнь научных рекомендаций по развитию мышления и мотиваций к научной деятельности у дошкольников и младших школьников требует большой изобретательности и совместных усилий ученых, педагогов и родителей. Эту задачу решает специальная образовательная программа Научно-исследовательского института физико-химической биологии (НИИ ФХБ) имени А.Н. Белозерского МГУ имени М.В. Ломоносова – «Человек и Природа. Первые шаги». С учеными МГУ успешно сотрудничает образовательный кластер «Школа №37» и Школа №2 г. Звенигорода. Многие родители и педагоги беспокоятся, что в XXI веке стало трудно общаться с детьми. С детьми общаться очень легко, но только в подходящем для этого возрасте: примерно от 2-х до 10-ти, - и не о чем-нибудь, а о законах природы! Главное - разговаривать с детьми о законах природы на доступном для них языке, занимая при этом детей увлекательной для них деятельностью. Мы подготовили для таких занятий: (1) Комплект тетрадок – раскрасок: СЛОВАРЬ-ЛЕС-раскраска. Катя-Федя- ЛЕС-раскраска. Задания-раскраска. Кислица-раскраска. (2) Тексты для чтения: «Катя и Федя в ЛЕСУ» – с указанием ключевых слов и тестовыми вопросами по ним (ЛЕС-тесты); мини-энциклопедию «Азбука Природы-ЛЕС»; книгу «Сказки бабушки Кислицы»; подборку стихов и загадок про ЛЕС (ЛЕС-стихи). (3) Рекомендации по деятельностной части занятий (ЛЕС-прогулки, ЛЕС-игры, ЛЕС-навыки, ЛЕС-исследования). (4) Игру-бродилку «В гости к мудрой Софе» (Описание. Детали: Дуб, компас, ельник. Игровое поле. Опушка, озеро, мостик. Полянка, дорожка, дом совы. Река). (5) Фотоальбом, как проходили занятия и общение с малышами по теме «ЛЕС» совсем недавно в городе Москве. Комплект размещен в открытом доступе на сайте НИИ ФХБ имени А.Н. Белозерского МГУ [<http://www-new.belozersky.msu.ru/ru/links/chip/>] и успешно прошел апробацию в эксперименте семьи Тило из школы №2 г. Звенигорода, по результатам которого принята к печати статья в журнал "Воспитатель ДОО" (Потапова Т.В., Тило Т.В., Петрова Ю.В. «Разновозрастные взаимодействия детей и научное просвещение: семейный опыт»).

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ В НАПРАВЛЕНИИ КАРЬЕРНОЙ УСПЕШНОСТИ

Полозова К.А., Ролис А.В.

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Проблема исследования

- По данным ВЦИОМ (2019) у 61% запись в трудовой книжке о полученном образовании не соответствует записи о выполняемой работе.
- По данным РАНХиГС, среди выпускников школ желающих получать высшее образование сократилось на 32% (с 67% в 2010 до 46% в 2020 году)
- В УрФУ авторы исходят из аналогичной цифры – 70% не работающих по специальности. Среди студентов бытует шутка «чтобы мало зарабатывать надо много учиться»
- Каждый человек имеет индивидуальный профиль и коллегальное образование для него имеет множество бесполезных предметов
- Вузы не заинтересованы в карьерных успехах выпускников. Он просто выполняет задачу выполнения кадрового резерва.

Цель нашего исследования состояла в том чтобы поэтапно приближаться к индивидуализации траектории образования студента

- **Задачи исследования**
- Сформировать ожидаемое решение по структуре личности
- Создать профориентационный тест с точностью при проверке на лицах 40-45 лет свыше >85%
- Создать алгоритм обобщения результатов теста с целевым решением на возраст наибольших достижений
- Создать формат подбора онлайн предметов для каждого целевого решения
- Консолидация мнений по оценке Вуза по упоминание в СМИ о достижении выпускников.
- Определение наивысшей точки карьеры

Наиболее трудные аспекты методики

- В психологии личности доминирует концепция Big Five. Однако авторы полагают, что итоговое решение будет несколько отличаться. Один сегмент личности сохранится за 16 типами личности MBTI, второй – за 8 типами характера, третий – когнитивные способности (>9 типов интеллекта).
- Создан профориентационный тест profurfu.ru, ориентированный на людей, создавших свое предприятие и представленных в информационной сфере.
- Наибольшее затруднение теста – 75% неверной самоидентификации. Создается нейросеть, определяющая психологические характеристики по внешности. Пока ее точность 52%.
- Важное место в тесте занимают типовые задачи. Например, способность к работе врачом надо подтвердить правильным диагнозом в простейших ситуациях. В ИТ есть ряд сегментов, где тест пока что не удалось сформировать

РЕЗУЛЬТАТЫ

- Авторы считают целесообразным сформировать консенсус
- Оценивать Вуз по % выпускников, чьи достижения упоминаются в СМИ.
- Тест лиц 35-45 лет в 85% случаев выдает профиль деятельности, который сам тестируемый считает приоритетным. Аналогичная работа с тестом АГ Шмелева дала 25%.
- Тест обнаруживает искомым 70% абитуриентов с неверным выбором.
- Абитуриенты имеет разносторонне рассредоточенную одаренность из разных отраслей, которую научились консолидировать в перспективное карьерное решение. Как правило, это интегративное решение на стыке из 3 отраслей.
- Установлен возраст наибольших карьерных достижений 39 лет. Он становится ориентиром для работы.

В.А. РОХЛИН И Д.А. ГУДКОВ НА ФОНЕ 16-Й ПРОБЛЕМЫ ГИЛЬБЕРТА

Полотовский Г.М.

НИУ Высшая школа экономики, Россия, Нижний Новгород, polotovskiy@gmail.com

Рассказ о дружбе и сотрудничестве ленинградского математика Владимира Абрамовича Рохлина с нижегородским математиком Дмитрием Андреевичем Гудковым в течение последнего периода математической биографии Рохлина, когда он занимался топологией вещественных алгебраических многообразий, в которой получил замечательные результаты. Статья основана на переписке 1971 – 1982 гг., сохранившейся в архиве Гудкова и содержащей 15 писем В.А. Рохлина и 8 писем Д.А. Гудкова.

Работа выполнена при поддержке Лаборатории динамических систем и приложений НИУ ВШЭ, грант Министерства науки и высшего образования РФ соглашение №075-15-2019-1931.

СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ: ГОТОВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗОВ В 2018-2019 ГОДАХ

Попова Л.В.¹, Пикуленко М.М.²

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-учебный
Музей земледования МГУ, Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы д.1, Главное
здание МГУ, тел.: +7(495)9393011

¹lvpo.eco@mail.ru

²pikulenkomarina@mail.ru

Быстрое развитие информационных технологий и внедрение их в нашу повседневную жизнь является важным стимулом модернизации учебного процесса на основе создания цифровой образовательной среды. Целью данного исследования было выявление ключевых элементов готовности преподавателей к разработке собственных онлайн-курсов. Работа проводилась с марта 2018 по декабрь 2019 года на авторском онлайн-курсе повышения квалификации преподавателей вузов "Педагогическое обеспечение онлайн-обучения", созданного в рамках гранта Министерства образования и науки РФ и размещенного на сайте МГУ "Университет без границ" (<http://www.distant.msu.ru>) в системе Moodle. В качестве методов исследования были выбраны – анкетирование, анализ выполненных слушателями заданий (разработанные тесты и созданные видеоролики) и устный опрос (итоговая аттестация).

За время исследования на онлайн-курс записалось 5260 человек, работающих в различных вузах нашей страны: от Москвы до Благовещенска и Владивостока. Однако завершивших обучение оказалось всего 12 % от записавшихся. Обучение на курсе было бесплатным, значит этот фактор не ограничивал возможности получения удостоверения о повышении квалификации. В качестве цели обучения большинство (52 %) называли возможность получить удостоверение о повышении квалификации без отрыва от своей работы, для 30 % слушателей основной целью был интерес к новым образовательным технологиям, для остальных – необходимость выполнения поставленных перед ними вузом задач. После прохождения обучения 80 % слушателей выразили готовность к самостоятельной разработке онлайн-курсов. Однако для разработки онлайн-курса требуются специальные навыки, среди основных мы выделили методическое сопровождение онлайн-курса и умение записывать видео лекции.

НАУЧНОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ: ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС "ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА"

Потапова Т.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, факс: (495) 9393181, e-mail: potapova@belozersky.msu.ru

Все люди на планете Земля принадлежат к виду Человек Разумный. Разум человека способен открывать Законы Природы. Благодаря этому существует Наука. Разум человека, как и многие другие способности развивается, в основном, уже после рождения ребенка под влиянием старших, которые учат ребенка обращаться со своим телом и окружающими объектами и явлениями, одновременно усваивая язык. Хорошо, если ребенок уже с ранних лет осознает, что есть законы природы и радость от их открытия. Для этого до 10-12 лет ребенку нужно помочь приобрести личный опыт открытия законов природы и опыт речевого общения с наставником, разделяющим с ребенком радость открытия. По современным научным представлениям, у ребенка есть естественная природная потребность - постигать законы природы и узнавать от наставника названия всего, что привлекает внимание ребенка. Взрослые люди забывают о том времени, когда они были детьми и мыслили формами, красками, звуками и вообще ощущениями: они привыкают мыслить словами и идеями, считая это нормой и требуя того же от детей. Чтобы войти в мир детского мышления, опираясь на естественные закономерности развития познания, наставнику требуются определенные усилия. Еще в XIX веке основоположник отечественной педагогики К.Д. Ушинский предупреждал: «У педагогики очень широкое основание и очень узенькая верхушка: дидактика первоначального преподавания может наполнить тома; дидактика чтения лекций в университете может быть выражена в двух словах: «знай хорошо свой предмет и излагай его ясно». В помощь коллегам-ученым, аспирантам и студентам, а также специалистам школ и детских садов, родителям и старшим школьникам, готовым заниматься научным просвещением дошкольников и младших школьников, создан Интернет-ресурс «Человек и Природа» (<http://www-new.belozersky.msu.ru/links/chip/>). Ресурс содержит научно-практические рекомендации и многочисленные примеры, как выстраивать деятельностную часть приобщения детей к законам природы и обеспечивать адекватное речевое общение с детьми, объединяя усилия родителей, педагогов, ученых, студентов и старших школьников. Весь этот комплекс проблем можно схематически представить в виде развесистого древа, уходящего корнями в историю развития науки, укрепленного современными научными представлениями о месте человека в биосфере Земли и общественной поддержкой, которое приносит живые плоды в виде интересных и увлекательных форм развития мышления и личности детей ЗДЕСЬ и СЕЙЧАС. К сожалению, текущие реформы образовательных структур слабо ориентированы на задачи развития личности ребенка, в особенности - развития мышления, что всерьез мешает установлению сотрудничества между вузами, школами и детскими садами. В связи с этим разумно при решении задачи научного просвещения детей до 10-12 лет настраиваться на работу с семьями.

НАУЧНОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ: РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТОВ

Потапова Т.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, факс: (495) 9393181, e-mail: potapova@belozersky.msu.ru

Научное просвещение маленьких детей основано на их природной страсти к познанию и готовности усваивать представления о мире, себе и своем месте в мире от любящего наставника, который обучает их языку и мышлению. При благоприятных условиях ребенок дошкольного возраста может усвоить основы современного ему научного мировоззрения. Обязательных условий несколько. Это научная просвещенность наставника и его мотивированность к открытию нового. Безусловное доверие ребенка к наставнику и речевое общение с использованием доступного ребенку словарного запаса. Собственная активная деятельность ребенка, интересная ему и понятная. ...Носителями научных знаний и научных мотиваций являются, как правило, профессиональные ученые и студенты университетов. И это не только здесь и сейчас. В XIX веке основоположник отечественной педагогики, выпускник Московского университета К.Д. Ушинский писал о необходимости естествознания для развития умственных способностей ребенка и о главной заботе российских университетов — держать уровень образования постоянно на одинаковой высоте с уровнем науки и распространять это образование как можно глубже в народе. В конце XX века выдающийся математик академик Н.Н. Моисеев писал об ответственности университетов за научное просвещение всех слоев населения, необходимое для гармонизации отношений между Человеком и Биосферой. В декабре 2018 г. ректор МГУ имени М.В. Ломоносова академик В.А. Садовничий в докладе «Третья миссия университета» подчеркнул, что в последние годы особый акцент ставится на социальной ответственности университетов, их вкладе в развитие общества.

Проделав определенную работу, можно пересказать современные научные представления языком, доступным дошкольникам и младшим школьникам. Проблема в том, что ответственность за развитие детей этого возраста несут родители и педагоги и включение в этот процесс профессиональных ученых требует координации усилий представителей разных социальных групп, разных профессий и разных ценностных установок. Задача это не простая, но вполне решаемая, если положить во главу угла любовь к детям и заботу об их умственном и духовном развитии как необходимых условиях благополучия нации и всего человечества на планете Земля. Практический опыт такой работы накоплен учеными и студентами МГУ в сотрудничестве с семьями и педагогами соседних детских садов и школ в рамках программы «Человек и Природа. Первые шаги» и представлен на сайте НИИ ФХБ имени А.Н. Белозерского МГУ [<http://www-new.belozersky.msu.ru/links/chip/>] и на сайте «МГУ-школе» [<http://teacher.msu.ru/teacher/school/2017/sci>].

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «НАУЧНОЕ
ПРОСВЕЩЕНИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ»**

Потапова Т.В., Петрова Ю.В.¹

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, тел.: (495) 9395506, факс: (495) 93993181, e-mail: potapova@genebee.msu.ru

¹ Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы

«Школа № 37». Россия, 119192, г. Москва, ул. Столетова, д.3

Тел.: (499) 739-35-21, Факс: (499) 739-35-28, E-mail: 37@edu.mos.ru

Чтобы подрастающее поколение вступало в жизнь с четкими представлениями о неразрывной связи человека с природой, необходимо создать условия для научного просвещения детей в возрасте до 10 лет, так как психологами установлено, что этот период является наиболее важным в развитии мышления человека. Программа основана на разработках ведущих отечественных и зарубежных ученых и педагогов и современном организационном опыте ученых НИИ ФХБ имени А.Н. Белозерского МГУ и посвящена разнообразным формам и методам создания у детей до 10-12 лет четких представлений о неразрывной связи человека с природой и ее законами. В Программе приводится психолого-педагогическое обоснование освоения детьми представлений о мире природы, выделяются особенности восприятия и обучения детей, которые необходимо учитывать при организации активной деятельности ребенка, интересной ему и понятной. Описываются методики работы с детьми, которые предполагают соединение практической деятельности с усвоением необходимых научных знаний в доступной форме. Особое внимание уделяется проблемам внедрения методики организации исследований природы вместе с детьми и плодотворности взаимодействия ученых с организаторами таких исследований и с самими участниками исследований – детьми. Рассмотрены различные формы организации исследовательской деятельности детей: в детских садах, в летнем лагере отдыха, в специализированной экологической лаборатории, семейные занятия дома и на даче, обучающие праздники, фестивали науки, участие в научно-практических конференциях. Даны советы, с чего начать детские исследования, рекомендована тематика исследований, приведены многочисленные примеры. Освоение данного курса полезно педагогам детских садов и начальных школ, учреждений дополнительного образования, летних площадок, а также родителям, бабушкам и дедушкам, старшим братьям и сестрам дошкольников и младших школьников.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ КОННОТАЦИИ ТЕКСТА

Потемкин С.Б.

МГУ им. Ломоносова, Россия, 119481 Москва, Ленинский проспект, 99, +79031550543,
prolexprim@gmail.com

При разработке программы анализа оценочного значения необходимо обучить программу на выборке текстов конкретной тематики. Набор лексических единиц, входящих в отзыв, имеющих эмоционально- оценочную коннотацию, можно легко выявить с использованием соответствующих словарей, проведя предварительную лемматизацию лексики. Эти данные, закодированные очевидным способом, будут использованы как входной набор для нейронной сети, а общая оценка, содержащаяся в отзыве, будет результатом работы нейронной сети (НС). Ожидается, что НС определит положительную или отрицательную характеристику всего отзыва. Решение задачи достигается путем ввода последовательности положительно (+1), отрицательно (-1) окрашенных лексем в отзыве в нейронную сеть, с последующей настройкой НС, прогоном НС на этих данных, получения результатов и их интерпретации. Уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронной сети, намного меньше, чем, к примеру, при использовании методов регрессионного анализа, экспертных систем, машины SVM, разделяющей гиперплоскости и пр. Результат сравнивается с реальными оценками отзыва. Это сравнение и является материалом для обучения НС. Нейронная сеть с прямым распространением строится вызовом функции Matlab®. $net = newff(P, T, N)$; где P – данные оценочной лексики и T - целевые значения, данные об оценке всего отзыва, N – число нейронов в слое. Входные данные автоматически делятся объектом net Matlab® на обучающий, проверочный и тестовый наборы. Обучение продолжается до тех пор, пока сеть продолжает улучшать соответствие между результатами, полученными на выходе сети и реальными результатами оценки отзыва. Классификация на сырых данных, полученных экспериментально проведена за 6 эпох, валидация и тестирование дали приемлемые результаты: Процент правильной классификации: 72,6%, процент неверной классификации: 28,4% отзывами. Сеть имеет 1 слой, 20 нейронов, функция активации *logsig* (логистическая функция).

Результатом исследования стало: Нейронная сеть может применяться для практических задач классификации положительных и отрицательных отзывов в зависимости от заданной оценочной лексики. На тестовом примере НС показывает правильные результаты. Результаты не зависят от вида функции активации с насыщением и неприемлемы для линейной функции активации. Необходимо проводить дальнейшие исследования с новыми наборами данных, включающих несколько сотен или даже тысяч отзывов. Интересно получить результаты при градуированных величинах оценочной функции лексемы. Это предполагается сделать в рамках дальнейших исследований.

ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАТФОРМЫ АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Пояркова Е.И., Косарева В.А., Тронева Е.В.

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Россия, 117997, Москва,
Стремянный пер., 36, 89781201893, lestvichka@gmail.com

История педагогических измерений начинается вместе с историей образования и сложно отследить ее начало. Но первую формально определенную теорию педагогических измерений назвать можно: это классическая теория тестирования, использование которой приводит к тому, что тесты являются недостаточно информативными, а полученные оценки - необъективны и зависят от конкретного теста. Современная теория тестирования (Item Response Theory, IRT) была разработана, чтобы исправить недостатки классической. Теория используется для того, чтобы задания в тесте были информативными: то есть адекватно оценивали тестируемые параметры. [2] Но в стандартизированных тестах велика вероятность снижения точности оценивания, если сложность задания существенно отличается от уровня способностей ученика. [1] При адаптивном подходе на основе IRT каждое задание в тесте подбирается так, чтобы соответствовать уровню способностей тестируемого. Однако в России нет примеров внедрения такого тестирования в образовании.

В данной работе мы рассматриваем математическую модель системы компьютерного адаптивного тестирования, в основе которой лежит двухпараметрическая модель Бирнбаума (1).

$$P_j(\theta) = \frac{e^{[a_j(\theta - b_j)]}}{1 + e^{[a_j(\theta - b_j)]}} \quad (1)$$

где b – оценка сложности задания, θ – оценка уровня способностей испытуемого, j – номер задания, $P_j(\theta)$ – вероятность решения учеником со способностями θ задания со сложностью b , a – оценка разрешающей способности задания. При разработке алгоритма тестирования применялся байесовский подход: расчет промежуточных оценок осуществляется с учетом всех предыдущих ответов.

Сейчас платформа находится в разработке. В дальнейшем предполагается предложить эту платформу для внедрения в процесс тестирования студентов высших учебных заведений по математическим дисциплинам. При внедрении ожидается существенное сокращение времени тестирования. Также полностью исключается человеческий фактор в интерпретации результатов тестирования, снижается нагрузка на преподавателя, связанная с составлением и проверкой контрольных работ.

Литература

1. *Нейман Ю.В., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов – Москва, 2000, 168 с.
2. *Maslyakova I.N.* Item response theory and developing scales for e-learning / In: International Conference on Education Development and Studies (ICEDS 2020). Pp. 14-17.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ОСНОВАМ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Пыркина О.Е.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
Россия, 125993, ГСП-3, г. Москва, Ленинградский проспект д.49 +7(499)503-4721
OPyrkina@fa.ru

Реалии современного мира требуют от специалиста любой области умения работать с большими и быстро меняющимися объемами данных. Помимо теоретического понимания особенностей анализа данных подобного рода, необходимы также отработанные на практике технические навыки, что требует построения и развития новых, адекватных задаче методик, особенно при вынужденном удаленном обучении.

В работе рассматривается методика изучения дисциплины «Анализ данных», отработанная при обучении в дистанционном формате. Эта дисциплина включает в себя, наряду с традиционными вопросами теории вероятностей и математической статистики, изучение современных пакетов программ обработки данных.

Методика построена на основе использования виртуальной обучающей среды Moodle, позволяющей отработать навыки решения теоретических задач и технические навыки обработки данных. В качестве вычислительной среды используются либо пакет анализа данных, встроенный в Microsoft Excel, либо языки R или Python (осуществляется программирование для конкретной задачи). Студенты специальностей чисто экономической направленности, как правило, предпочитают работать в Microsoft Excel, студенты специальностей «бизнес-информатика» и «прикладная математика» предпочитают программировать сами, в основном на R.

По окончании годового курса проводится экзамен (отработана возможность его удаленного проведения и проверки исполнения задания лично участником экзамена), в каждый студент получает свой уникальный набор данных для обработки. В задание экзамена входит комплексная обработка предложенный данных, от первичной очистки данных от выбросов и пропущенных значений до вычисления основных статистических характеристик массивов и проверки цепочки статистических гипотез, выдвинутых на основе статистических характеристик данных.

ТРИ ВЗГЛЯДА НА ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В ЦЕЛОМ

Серовайский С.Я.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, 050040, Алматы, пр. аль-Фараби 71, +7 701 83151976 serovajskys@mail.ru

Преподавание математике осуществляется в немалой степени фрагментарно. В средней школе изучают арифметику, геометрию, алгебру, а в университетах добавляются математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, вычислительная математика и др. Эти дисциплины изучаются в значительной степени изолированно друг от друга.

Однако имеется возможность в какой-то степени восполнить эти пробелы за счет использования в системе высшего математического образования курсов, в которых по отношению к математике в целом реализуются ответы на следующие вопросы.

- Как это было?
- Что из этого вышло?
- Зачем это надо?

Как это было. За этим стоит курс «*История математики*», в котором описывается эволюция математических идей [1]. В каждой из лекций данного курса прослеживается история развития того или иного математического понятия (числа, уравнения, предела, производной, вероятности, алгоритма и т.д.) от глубокой древности до наших дней.

Что из этого вышло. Ответу на данный вопрос посвящен курс «*Архитектура математики*» [2]. Предметом данного курса является описание логического строения математики от основополагающих положений математической логики и теории множеств к числам, далее – к различного рода математическим объектам (порядковым, алгебраическим, топологическим и др.), которые понимаются как некоторые обобщения чисел, и, наконец, к структурам и категориям, объединяющих разнообразие математических объекты в единое целое.

Зачем это надо. Этот вопрос решается в рамках курса «*Математическое моделирование*» [3]. Здесь обсуждаются возможности применения математических методов, рассматриваются способы построения и исследования математических моделей процессов физики, химии, биологии, экономики, социологии, политологии и др.

Все указанные курсы читаются на механико-математическом факультете Казахского национального университета имени аль-Фараби (г. Алматы).

Литература

1. *Серовайский С.Я.* История математики: Эволюция математических идей. В трех книгах. – Москва, URSS, 2019.
2. *Serovajsky S.* Architecture of Mathematics. – Chapman and Hall/CRC, London, 2020.
3. *Serovajsky S.* Mathematical modelling. – CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 2021 (to appear).

РАЗВИТИЕ БАЗОВЫХ ЦИФРОВЫХ НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРАКТИКУМА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Степанян И.К.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия, 125315,
Москва, ул. Лизы Чайкиной, 4-1-179, +7 915 2686223, IKStepanyan@fa.ru

Национальная программа по переходу экономики нашей страны к цифровому формату актуализирована в этом году Перечнем ключевых компетенций цифровой экономики, утвержденным Минэкономразвития РФ. В числе наиболее важных компетенций выделены: критическое мышление в цифровой среде и управление информацией и данными. Владение данными компетенциями прочно связано с развитием устойчивых информационных технологических навыков. Формирование данных навыков становится одной из приоритетных задач подготовки современного специалиста.

Работа по развитию цифровых навыков должна вестись в рамках всех преподаваемых предметов, начиная с первого года обучения. В докладе рассматриваются возможности формирования базовых профессиональных навыков в рамках преподавания дисциплин математического цикла в экономическом вузе.

Изучение компьютерного практикума на первом курсе и анализа данных на втором курсе позволяют выстроить содержательно и технологически преемственную линию формирования цифровых навыков [1]. Условия для этого обеспечены проведением указанных дисциплин в компьютерных классах. Для обучения используются редактор таблиц EXCEL и язык программирования R.

К числу базовых профессиональных цифровых навыков современного экономиста можно отнести: умение скачивать различные данные с всевозможных электронных ресурсов; умение форматировать эти данные, представлять их в заданном формате, с помощью фильтров выполнять различные сортировки данных, ориентироваться в типах данных и при необходимости переводить один тип в другой. Важным цифровым навыком является умение импортировать и экспортировать данные из одного ресурса в другой. К базовым профессиональным навыкам экономиста относится умение визуализировать данные и проводить по визуализации анализ; использовать для анализа данных встроенные математические и экономические функции и пакеты.

Построение программы Компьютерного практикума на содержании дисциплины «Математика» позволяет познакомить студентов с методами приближенных вычислений и их реализацией с помощью IT-технологий.

Такая работа на первом курсе позволяет заложить прочную основу для развития цифровых навыков в профессиональной области.

Литература

1. *Коннова Л.П., Степанян И.К.* Формирование цифровых навыков на первом курсе экономического бакалавриата // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки*, № 5, 2020.

СЕМЕЙНЫЙ ОПЫТ НАУЧНОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ ДЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИГРЫ-БРОДИЛКИ

Тило Т.В., Петрова Ю.В.¹, Потапова Т.В.²

Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №2 имени М.А. Пронина городского округа Звенигород, Россия, 143180, Московская область, г. Звенигород, ул. Спортивная, д.4. Тел.: (498) 697-49-26, e-mail: school2@zvenobr.ru

¹Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы «Школа № 37». Россия, 119192, г. Москва, ул. Столетова, д.3

Тел.: (499) 739-35-21, Факс:(499)739-35-28, E-mail: 37@edu.mos.ru

²Московский государственный университет имени М. В.Ломоносова, НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского. Россия, 119192, г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, тел.: (495) 9395506, факс: (495) 9393181, e-mail: potapova@belozersky.msu.ru

Научное просвещение дошкольников и младших школьников требует большой изобретательности и координации усилий ученых, педагогов и родителей. С учеными МГУ успешно сотрудничают образовательный кластер «Школа № 37» г. Москвы и «Школа № 2» г. Звенигорода. Дети семьи Тило: Кира - студентка, Аня и Дима - ученики «Школы № 2», - принимали участие в обучающем семейном празднике, посвященном Дню Земли, в МГУ весной 2019 года. Летом 2020 г. семья Тило приступила к работе над семейным проектом «Обучающие 6 соток» с целью создания действующей модели научного просвещения детей на базе обычного дачного участка. На первой стадии работы семья сосредоточилась на идее игры-бродилки. Аня (12 лет) придумала сценарий, сама сделала и нарисовала игровое поле, а также необходимые фишки для игры. Правила такие: малыши кидают кубик и «бредут» по лесной тропинке, открывая по пути фишки с заданиями, раскрашивая или рисуя самостоятельно, что требуется по правилам игры, слушая подходящий рассказ и беседуя между собой. Очень красивым получилось игровое поле, нарисованное автором игры, которое содержит в себе много яркой, доступной, понятной, иллюстративной информации по теме «Лес». Подготовили фишки, кубик, специальные листочки. Вырезали и разместили на игровом поле изображения растений, животных, грибов. В эту «лесную игру» мы периодически играли с соседскими детьми в дни школьных каникул. Дети узнали и усвоили много нового и интересного в режиме живого общения друг с другом. Аня успешно испытала себя в роли наставницы. Мама получила в подарок «книжки-малышки», нарисованные их детьми. Удовольствие от участия в научном проекте получили все участники! По окончании летних каникул, для оформления результатов этапа проекта научного просвещения, старшая дочь Кира (студентка МПГУ) смонтировала небольшой видеофильм «Научное просвещение детей в летний период», который озвучил наш Дима (9 лет): <https://yadi.sk/i/2i0scxOytOuKOG>). Опыт работы принят к печати в журнал «Воспитатель ДОУ» (Потапова Т.В., Тило Т.В., Петрова Ю.В. «Разновозрастные взаимодействия детей и научное просвещение: семейный опыт») и может быть реализован в «семейных детских садах» – новой форме дошкольного образования, появившейся по социальному запросу.

ЛОКАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА (ЭОС) ВУЗА КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Яновская Е.А., Иванова О.К., Виноградова Ю.А., Иванова Н.В.

«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», каф.
прикладной математики, Россия, 127964, г. Москва, Вадковский пер. д.3.а, Тел.: +7(499)
972-94-59, E-mail:elena_yanovskaya@bk.ru

В указе «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года, подписанного В.В. Путиным 21.07.2020, одной из основных национальных целей установлено обеспечение присутствия Российской Федерации в числе десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования (1). Создание ЭОС в современном университете является необходимым условием для реализации современной концепции высшего образования в России. В «МГТУ «СТАНКИН» сотрудниками университета была создана ЭОС еще в 2015 году (2), отвечающая современным запросам. В течение нескольких лет сотрудниками и преподавателями Университета была проделана огромная работа по насыщению ЭОС электронными Учебно-методическими комплексами дисциплин. Использование полученного инструмента оказалось совершенно необходимо для реализации образовательных программ, в том числе ФГОС 3+, в условиях пандемии COVID-19. Полный перевод всех студентов и преподавателей университета на дистанционное обучение оказался возможным при условии надежного функционирования ЭОС. В противном случае – студенты оказались бы полностью изолированы от учебного процесса. С помощью ЭОС проводились дистанционные занятия, максимально приближенные к очным, создавались резервные копии лекций, практических занятий и лабораторных работ, которые размещались в ЭОС в виде файлов. Подобная организация работы позволила сотрудникам университета провести экзаменационную сессию и защиту ВКР. В настоящее время в связи с предупреждением распространения новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации возможность перехода на дистанционное обучение при условии надежно работающей электронно-образовательной среды реализовалась достаточно успешно.

Литература.

1. Указ о национальных целях развития России до 2030 года. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728>(дата обращения: 26.10.2020).
2. Иванова О.К., Виноградова Ю.А., Яновская Е.А. Дистанционное изучение темы «интегральное исчисление» с использованием новых информационных технологий // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=30134> (дата обращения: 26.10.2020).

INTERACTIVE INFORMATION TECHNOLOGY DISTANCE TEACHING DISCIPLINES "CHAMBER ENSEMBLE".

Gernet N.D., Lisitskaya E.V.¹

Ukrainian association "women in science and education",
E-mail: nadezhdadg@yandex.ru ; naukaint2016@gmail.com
Moscow gubensky collged of arts
141406, Khimki, Bibliotechnaya, 10. Tel. +7 9163276011. levgia@yandex.ru

*"The time is out of joint, - O cursed spite,
That ever I was born to set it right!"
W. Shakespeare, «Hamlet»*

The generalization of the accumulated experience, the fixation of patterns, the study of features, the systematization of identities, as a result, enable a person to solve more and more multifaceted, voluminous tasks. But life also prepares us for new tests. The transition to distance learning (DL) in order to prevent the spread of diseases of the coronavirus Covid-19 made it urgent to choose tools to ensure maximum perception of the subject by students. The authors previously developed an information technology (IT) for choosing such a toolkit, using a synergistic approach that considers the mechanisms of interaction of various, maximally diverse, teaching tools, which allows you to create new, more complex cognitive structures that can provide a multidimensional perception of the subject under study. The results obtained were applied to create an interactive IT distance teaching discipline "Chamber Ensemble" (CE). In CE, it is always relevant to maximize the disclosure of the idea of a musical work (MW). The complex task of adequately interpreting the CE of the composer's intention becomes extremely difficult in the conditions of DL, since the classical methods based on live hearing, emotional interaction, intuitive-sensory perception require direct contact (DC). The need to integrate into a single performance of the MW demanded the organization of an interactive IT interaction of the quarantined members of the ensemble, led by the teacher, using a large number of both technical means, software for the ability to exchange individual parts of a single MW, and modern musicological worldview, largely based on the latest knowledge different areas of science. A professionally carried out iterative process of bringing the disparate parts of a single whole (the composer's author's intention) closer together can lead to a "miracle" - the unification of a CE that conveys to the listener emotions, colors, feelings, ideas embedded in the MW. The experience DL for a CE showed that the IT used gave an unexpectedly active impetus during the transition to full-time education, the effectiveness of training increased markedly. At the same time, distance learning significantly reduces risks, transport, time and resource costs. Blended learning is promising, in which DL compensates for the shortcomings of the DC, and the DC compensates for the disadvantages of DL.

**DEVELOPMENT OF THE WORKING PROGRAM AND FORMATS OF THE
COURSE " THE THEORY OF COMBUSTION AND EXPLOSION "**

Gerzen T.A., Lyubimova N.Yu.

Perm National Research Polytechnic University, Russia, 614068, Perm., Professor Pozdeyev
s11, +79223056178, tanger59perm@yandex.ru

The goal of the methodological work carried out over several years was to develop a work program and formats for the course "The theory of combustion and explosion". Classes in this discipline are currently held for third-year students "Technosphere safety", and is a discipline of choice in the profile "Chemobiodynamics and bioinformatics" with the master's degree. Given the characteristics of majors in course with a focus on physical, chemical, biological aspects of combustion processes. Attention is paid to modern notions of nonlinear processes of self-organization (the structure of the flame chain reactions).

The choice of format and tools in teaching is important for the organization of the process of mastering the discipline. In such an interdisciplinary course, there is a need for a synergistic approach that links the ways and mechanisms of combining various training tools. Thus, along with traditional technologies, digital technologies are widely used in higher education. In PNRPU, the BigBlueButton service was successfully used as part of additional education (UP to-3). In contrast to online lectures and conferences involving a large number of students, the QR code is a convenient, dynamic means of individual work with information (on the training or laboratory table – links, brief information, progress of work, necessary reference data). Complexes consisting of practical exercises, explanations to theoretical material, and control tasks were formed in Google Form. Virtual laboratory and demonstration tests obtained from the code link (with an individual task) were an important part of the course. Thus, the combination of different forms of submission and development of information, control of the acquired knowledge does not destroy the traditional system, but, on the contrary, provides greater diversity and opportunities. Online forms are also quite effective when giving lectures and conducting some types of practical work. Moreover, this format allows for more active participation of students in working together with the lecturer. In the presentation, students can go on the air during the lecture, mark a place in the presentation, and answer, including in writing, the teacher's question. And, on the contrary, practical classes (problem solving) in online mode expand the possibilities (including online whiteboards). In the course of the lesson, both the teacher and the student can follow the necessary links, choosing videos and diagrams as necessary. Dynamically, with little time spent, it is possible to conduct a survey (testing) using Google forms at almost every lesson, or even jokingly solve a question by voting with subsequent analysis.

MODERN TASKS OF FORMING DISCURSIVE SPEECH OF CHILDREN FROM AN INTERNATIONAL PERSPECTIVE

Ivanova N. N.

Scientific research institute for human resource development and social health of society,
Moscow, Niznegorodskaya, 32.
International University of Nature, Society and Man, Dubna, Universitetskaya 19.
Tel. 8-916-858-1536, nanik-dubna@list.ru

Every year in the world and in our country there is a significant increase in the number of children with speech anomalies of various origins. This is a common problem in modern childhood, which can be solved by combining the efforts of representatives of science, education and practice from different countries. Western specialists in speech (speech therapists) adhere to a psychological approach in solving this problem, since speech is the main and system-forming higher mental function, and Russian scientists are developing a clinical and psychological approach (Luria). With some differences in scientific positions in the countries of Europe, the USA and Russia, there is a coincidence of the most important theoretical concepts (cultural-historical theory of Vygotsky) and there is mutual influence. Foreign experts borrow the classical theoretical positions of Vygotsky, and Russian education is extremely active in introducing into practice the concept of inclusive education, which has been used for many years in Europe and the United States. The general under-development of children's speech (ONR) is characterized by a violation to one degree or another of all components of speech, from sound pronunciation to text formation, which occurs against the background of organic lesions. In foreign classifications, ONR can be correlated with the terms "developmental dysphasia" (developmental dysphasia, Woods 1985, Njokiktjen 1990) and "specific speech impairment" (specific language impairment, Johnson, Bishop, 1992). This defect requires a special approach which necessitates the creation and use of special techniques for the development of coherent speech. In order to form the child's personality by overcoming speech problems, the author developed a methodology "Algorithm for the development of descriptive coherent speech by the method of stage-by-stage formation of mental actions", which is aimed at creating a verbal image of an object using signs and symbols. It was created based on the ideas of Vygotsky, Leontiev, Luria, Galperin, Obukhova, Wenger and Stern. Published in Russian and translated into English (for international use) it comprises an educational-methodological complex which consists of an album, a methodological manual with lecture notes and two interactive computer programs. The technique makes it possible to characterize in detail the objects of various categorical groups based on their image and fixed features; makes it possible to compose statements according to the plan; facilitates the process of forming syntactic constructions when creating descriptive text. The effectiveness of this technique was confirmed by an experiment that was conducted during the academic year (September-May) with the participation of 240 children of age 6-8 years and showed a significant improvement in the speech of the participants with a normative level of development and the transition of most children with ONR to the category of normal speech development.

S6

МУЗЕЙ

В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

MUSEUM

IN MODERN CULTURE

Руководители:

*Татьяна Петровна Гончарова, Любовь Наумовна Краснопольская,
Александр Дмитриевич Силаев, Павел Николаевич Сорокин.*

**«ЗЕМЛЯ СТАНОВИТСЯ МУЗЕЕМ ВЫСОКИХ МЫСЛЕЙ И СТРАСТЕЙ...»
(К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДМИТРИЯ ГОЛУБКОВА)**

Голубкова М.Д.

Союз журналистов России, Москва

Мой отец Дмитрий Николаевич Голубков (1930-1972) был поэтом, прозаиком, художником. В Союз писателей принят 12 апреля 1961 г. вместе с Булатом Окуджавой – в день первого полета Гагарина в космос. В 1990 г. создана Комиссия Союза писателей по его литературному наследию. Прошлое с его классическим наследием (особенно – золотой для литературы XIX в.) имело магическую власть над душой студента журфака МГУ, рвущейся из замкнутого круга общности. Поездка на этюды в Абрамцево в 1948 г. определила всю творческую судьбу будущего автора 15 книг, в том числе поэм о Лермонтове, Державине, Константине Коровине, романов о старой Москве и живописцах периода культа личности, повестей о поэте Александре Полежаеве и художнике Мартиросе Сарьяне. Здесь «на берегу оврага» поселилась его муза, по соседству – в абрамцевском и мурановском музеях-усадебках витали тени гениев, и потому именно здесь родилось главное произведение его жизни – первая в отечественной литературе «Хроника дней Евгения Боратынского. Недуг бытия» – третий и последний роман, изданный лишь посмертно.

Неповторимым для отечественной новеллистики стал и рассказ Голубкова 1966 г. «Девочка» – о шедевре Вал. Серова «Девочка с персиками»: названный лучшим рассказом года, в 90-е он был инсценирован на радио. Успех рассказа обеспечила личность автора – писателя-художника, знавшего предмет изнутри. Гуляя по окрестностям Абрамцева и по Муранову, отец создал поэтический месяцеслов, где акварельно подметил природные метаморфозы, логично связывая их с состоянием души глубоко чувствующего человека в современном техно-мире. «Думал о Боратынском. Хочу писать о нем критический этюд — роман позже», — признался он в 1965 г. в дневниках, включенных мною в Изборник «Это было совсем не в Италии...», в обрамлении десятков стихотворений певца лесов Подмосковья. Через год, в альманахе «День поэзии» опубликуют его эссе: «Звонил [поэт Евгений] Винокуров. Хвалил «Уроки Боратынского»: «Самое интересное в этом «Дне поэзии». Так не сможет написать ни один из современных поэтов» (с. 396).

Работе над «Недугом бытия» предшествовали 7 лет погружения автора в архивы и неоднократные поездки в музей Муранова к его тогдашнему директору, правнуку Ф.И. Тютчева К.В. Пигареву, о чем также подробно рассказано в дневниках. «Мелькают стихи в голове, но все отдается роману. Как я боюсь за него! Он — одна из главных проб моей жизни, аттестат зрелости» (с.571). 10 июля 1972 г. в 15.30, впервые зафиксировав в дневнике точное время (что, бесспорно, свидетельствовало об огромности события), автор закончил свой роман. Накануне его уже удручало расставание с кумиром: «Близится смерть моего любимого героя, почти ровесника (44 года!) и сердце ошутимо стискивается, и какая-то торжественная тоска наклоняет мою голову...»

В 2017 г. исполнилось 30 лет последнему изданию романа «Недуг бытия» и 45 лет со дня смерти его автора, и руководство музея-заповедника «Усадьба Мураново» — сакрального для нас очага культуры — пригласило представить Изборник «Это было совсем не в Италии...» сотрудникам (интервью с нами в течение долгого времени можно было видеть на сайте Музея). В декабре 2019 г. я выступила с докладом «Издательский произвол: десятки купур в романе Дм. Голубкова «Недуг бытия. Хроника дней Евгения Боратынского» на конференции «Тютчевские и Боратынские чтения-2019».

2020 год оказался богат блестящими юбилеями: 220 лет со дня рождения Е.А. Боратынского, 200 лет – А.А. Фету, и 150 лет – И.А.Бунину. 19 мая этого года отцу исполнилось бы 90 лет, и мы с сыном отметили перечисленные прекрасные юбилеи, собрав под одной обложкой роман «Недуг бытия», пять стихотворений и четыре статьи поэта о Поэтах и поэзии: при жизни автора они либо не печатались вообще, либо печатались с большими купурами. В октябре 2020 г. по предложению руководства Музея, в связи с 90-летием со дня рождения моего отца, многие его живописные работы экспонировались в рамках ежегодной выставки «Поэзия мурановских пейзажей». «Моя окрестность даже в непогодь богоподобна», – признался он в одном из стихотворений (с.566). Издания 1987 и 2020 гг. «Недуга бытия» Дм. Голубкова, а также книга «Это было совсем не в Италии...» хранятся в мемориальной библиотеке «Усадьбы Мураново» и в музее Е.А. Боратынского в Казани. «Дмитрий Николаевич! Вы обошли дорогие нам места Подмосковья. Поступь Ваша легка и изящна. Читатель видит и слышит Вас», – так надписал Голубкову свою книгу «Запечатленье славы» замечательный сказитель Борис Шергин, именем которого назван Библиотечно-краеведческий центр в г. Хотькове.

**НИКОЛАЙ И ДМИТРИЙ ГОЛУБКОВЫ: ОТЕЦ И СЫН
(ВETERАН ПЕРВОЙ МИРОВОЙ, НАГРАЖДЕННЫЙ ГЕОРГИЕВСКИМ,
СЕРБСКИМ ВОЕННЫМИ КРЕСТАМИ, ФРАНЦУЗСКИМ «КРУА ДЕ ГЕРР»,
И ЛИТЕРАТОР, ГОРДИВШИЙСЯ СВОИМ ОТЦОМ В СТИХАХ И ПРОЗЕ)**

Грачев В.В.

Союз журналистов России, Москва

Мемуары о боевой юности, Первой Мировой войне и Русском экспедиционном корпусе во Франции мой прадед Николай Дмитриевич Голубков (1897-1961) записал незадолго до смерти по просьбе его сына — поэта, прозаика, живописца Дмитрия. В 1914 году, когда началась Первая Мировая война, прадеду исполнилось семнадцать. Его мать портниха (шила Марии Ермоловой) хотела, чтобы сын пошел в армию добровольцем, а не по мобилизации, поэтому его как вольноопределяющегося направили в полк рядовым, где он прослужил до января 1915 г., затем — в Алексеевское военное училище, а в мае того же года перевели в офицерскую стрелковую школу в Ораниенбауме. Здесь формировали отборные воинские части во Францию и проводили тщательный медицинский осмотр. Николай оказался в 8-м Особом пехотном полку, его произвели в фельдфебели и направили в 1-ю пулеметную роту; обязанностей у ротного фельдфебеля было немало — вся хозяйственная часть, а на стоянках — строевая. В 20-х числах октября 2015 г., прямо с парада полк из Москвы направили в Архангельск; оттуда, по Белому морю пароход отплыл за границу. Через 20 дней причалили к городку Брест на севере Франции, где жители города засыпали русских букетами и устраивали овации, приглашали в дома, угощали. Тем не менее, будущих спасателей Парижа разместили... на бойне. Через три дня отдыха полк перебросили на юг; ночью объявили тревогу и маршем повели в Марсель, а дальше — поездом — через всю Францию, — вероятно, с целью устрашения многочисленных вооруженных немцев в лагерях.

На параде в Париже французский маршал Жоффр удостоил правофлангового Николая Голубкова похвалой на ломаном русском: «Такой молодой, а уже командир, молодец!» Потом был тяжелый бой за Верден и несколько ранений, когда Николая от явной гибели спас его унтер-офицер. За этот бой уже в госпитале Николая наградили французским крестом «Круа де герр». После выздоровления, прадеда и его боевых товарищей отправили на Балканы — в Салоники, защищать греков — союзников Франции. В феврале 1916 г. помощника командира роты тяжело ранило, и командир в докладной просил назначить вместо него смелого, находчивого и здраво рассуждающего фельдфебеля — моего прадеда. За разработку военной операции и ночную атаку под Салониками его представили как Сербскому кресту. После революции 1917 г., зная о популярности Николая Голубкова среди солдат (во время мирных пауз он организовал не только футбольную команду, но и самодельный театр), командование предложило ему выбор: дальнейшую службу в Иностранном легионе либо возвращение в Советскую Россию. Вопреки чаяниям офицеров, он — полуротный командир отказался служить французам, за что получил 20 ударов шомполами. В 1918 г. вся его рота вместе с ним вернулась на родину. Его сын Дмитрий, будущий писатель, в автобиографии вспоминал: «Рассказы отца — ветерана Первой Мировой, истинно русского человека, хранителя фамильных преданий, восходящих к временам Очакова и покорения Крыма и Цусимской морской битвы (участником ее был брат деда — героически погибший матрос крейсера «Память Азова») — ознакомили для меня русскую историю, приохотив воображение к темам родной старины».

С новеллы «Отцовский табак» — реквиема по старшему Голубкову, началась проза уже состоявшегося поэта, автора трех книг стихов, в том числе поэм «Поручик Лермонтов» и «Державин в Карелии». Дмитрий Николаевич поведал об этом в своем единственном интервью: «Рассказ родился таинственно... В свое время я написал небольшую поэму «Отец». Но характер отца, его жизнь требовали более раскованной, чем стихотворная, формы, особой походки — неторопливой, обстоятельной, оглядливой. И вот весной, под утро дня моего рождения мне приснилось, что я иду с отцом утренней подмосковной рощей. Я так явно почувствовал тепло его руки на моей голове, даже запах его табака (он редко вынимал изо рта дымящуюся трубку), что чуть не задохнулся от запоздалой нежности к нему...». Журналом «Огонек» рассказ был признан лучшей новеллой 1965 года.

О ЖЕНЩИНАХ МИРА (К 120-ЛЕТИЮ НОБЕЛЕВСКОГО ДВИЖЕНИЯ)

Ермолаева Е.О., Зеликин Н.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1,
Тел.: 8 495 939 2969, eoermolaeva@yandex.ru

В 1900 г. согласно завещанию Альфреда Нобеля (1833–1896) был учрежден независимый премиальный фонд для ученых, чьи работы внесли реальный вклад в развитие человечества в области физики, химии, медицины и физиологии, литературы и за деятельность по укреплению мира. Одновременно уже 50 лет вручается премия памяти Нобеля за достижения в экономических науках. В период 1901–2020 гг. было награждено (<https://www.nobelprize.org>) 934 лауреата и 28 организаций. Этой высокой награды женщины были удостоены только 58 раз. Мария Склодовская-Кюри, польская и французская ученая-экспериментатор, была первой женщиной-лауреатом и единственной, кто получил премию дважды: в 1903 г. по физике и в 1911 г. по химии. В 1935 г. ее дочь И. Жолио-Кюри также получила премию по химии. В 1947 г. первую премию в области медицины и физиологии получила Г. Радниц-Кори. После окончания Второй Мировой войны правительства скандинавских стран в знак благодарности СССР выдвигали на премию мира А. Коллонтай. В 1966 г. на премию по литературе была номинирована А. Ахматова. Премии они не получили. В 1904-2003 гг. 20 наших соотечественников были лауреатами Нобелевских премий, среди них - 11 ученых, литераторов, политических деятелей, жизнь которых была связана с МГУ. Их судьбы уникальны, но преклонения заслуживают и женщины, помогавшие гениям идти по избранному пути. На странице сайта о Нобелевских премиях, называемой «Женщины, которые изменили мир», дана краткая информация о месте рождения каждого лауреата, где она работала на момент получения премии, личный вклад и основания для присуждения награды. В 2015 г. шестым русскоязычным лауреатом стала белорусская писательница С. Алексиевич. В XX веке 29 женщин получили Нобелевские премии. В нашем веке их уже 28, и 14 - лауреаты в области научных дисциплин. Всего в 1901–2020 гг. в области физики было 4 женщины-лауреата, химии - 7, медицины - 12, литературы - 16, премии мира – 17, и премии по экономике – 2. Женщины составляют лишь 6% от общего числа лауреатов во всех номинациях. За 120 лет нобелевского процесса правила номинирования практически не изменились, а положение и роль женщин в обществе стали существенно иными. В последние годы Генеральный секретарь Королевской шведской академии наук Г. Ханссон неоднократно отмечал, что Нобелевские комитеты заинтересованы, чтобы больше женщин-учёных номинировалось на премии, а научное мировое сообщество «видело» женщин-учёных, их выдающиеся открытия и огромный вклад в науку. Получение Нобелевских премий нужно и нашей стране. Как отмечал В. Гинзбург, лауреат премия по физике 2003 г. «Это полезно для развития науки и привлечения в нее молодежи». Архивы нобелевских комитетов открываются спустя 50 лет после даты награждения, может быть там есть имена и наших соотечественниц. Мы верим в появление наших будущих лауреатов...

ЕГИШЕ ТАДЕВОСЯН. 150 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Киракосов А.В.

Мемориальный дом-музей С.Н.Дурьлина, artemkirakosov58@mail.ru

В эти тяжелейшие дни для обеих двух республик: Армении и Арцаха, – центральные, лучшие залы Государственного Музея Востока в Москве отданы двум замечательным армянским мастерам: современному, Рубену Апресяну, и классику, Егише Тадевосяну, – случайно ли или такая форма поддержки и сочувствия? Нельзя не считать единым проходом все залы, сразу отметив себе, что Армянское Искусство – нанизывает Восток и Запад, Север и Юг, напитываясь и кристаллизуя в себе Новое, Своё, солидаризируясь со всем остальным Миром, как универсальное и коммуникабельное! Обе выставки созданы блестяще, продуманы, – с любовью.

О Рубене и его выставке «От фигуратива к абстракции» – уверен – ещё будут сказаны волшебные слова, а я остановлю взор на Юбиляре-Классике, Егише (ему 150!).

Егише Тадевосян (1870, Эчмиадзин, Армения, Российская Империя – 1936, Тбилиси, Грузия, СССР) предстаёт нам очень камерно – из собрания (в основном) Музея-заповедника Василия Дмитриевича Поленова, любимым учеником, соратником по Библейским местам и Востоку и Европе и сподвижником, близким другом и соратником по проповеди Христа-Бога в искусстве, которым Егише Тадевосян Василию Поленову и являлся, а пришедшая в эти дни печальная весть о кончине Грамолиной, Натальи Николаевны, директора (1990 – 2011), души Музея-заповедника Поленова, наполняет эту выставку ещё дополнительным, мемориальным, содержанием и в её память, как известнейшего российского музеолога, старейшего и опытного куратора выставок.

Тадевосян раскрыт неожиданно и очень верно: в Поленовском ключе, но и как путник, талантливый и самозабвенный стереограф, в окружении художников Александра Головина, Елизаветы Кругликовой, фотографа и документалиста Леонида Кандаурова.

Компиляция из релиза: „На выставке, приуроченной к 150-летию со дня рождения одного из значительных мастеров изобразительного искусства конца XIX-го века — первой трети XX-го века представлено около 50 живописных и графических работ Татевосяна, его великолепные живописные этюды, произведения художников его окружения: Елизаветы Кругликовой, Александра Головина, а также документы и фотографии, выполненные в путешествиях Леонидом Кандауровым и самим Татевосяном, который также увлекался и стереофотографией. Ряд материалов ранее не экспонировал“.

И ещё вот что: помимо ярчайшей, Поленовской («Христос перед Пилатом», 1893, холст на картоне, масло, растворители, кисти, реставрация, оформление, Музей-заповедник В.Д. Поленова) линии в творчестве, передвижнической, фотографической, ощутимо-плотски-реальной, Егише узнаётся нам – как постимпрессионист, дивизионист, последователь французов: Сёра, Синьяка, Кросса («Синее море и жёлтый песок», 1908, холст на картоне, масло, растворители, кисти, реставрация, оформление, Государственный музей Востока), – ну и совсем неожиданно: МирИскуснический шедевр Тадевосяна, прекрасно отреставрированный, рамированный, поданный – из Фонда Марджани «Ночь (Проповедь правоверным)», 1898!

Литература

1. *Егише Тадевосян*: https://www.orientmuseum.ru/events/2020/vistavka_tatevosyan/index.php.
2. *Рубен Апресян*: https://www.orientmuseum.ru/events/2020/vistavka_apresyan/index.php.

УВИДЕТЬ ПРЕКРАСНОЕ В ПРОСТОМ

Лысенина Р.А.

Фонд «Творческое достояние», Россия, Рязань, ул. Ленина, д. 32, tvorfond@mail.ru

65 – это много или мало? Для простого обывателя, может быть, очень много. А для художника – это начало того понятого и прямого пути в творчестве, по которому он идёт уже осознанно. В мои 65 лет я с радостью могу сказать, что искусство стало приносить мне не только муки искания, но и ясное понимание того, что я хочу сказать своими произведениями, каким способом, каким стилем и с помощью каких материалов я могу и хочу донести до зрителя радующее, волнующее и восхищающее меня, мои творческие открытия.

Моя юбилейная выставка, которая открылась в Рязанском Кремле, отображает именно творческую сторону моего познания. В экспозиции нет баннеров с фотографиями памятников и мемориальных досок, которые я выполняла за последние десятилетия. Нет и классических скульптурных портретов. На суд зрителя представлены работы, которые должны будоражить его воображение. Ясно прослеживаются несколько направлений моего творчества. Значительная часть выставки – это работы на православные темы, которые выражают мои сокровенные духовные чувства, боль потерь и радость открытий. Здесь пережитые мною предательства и ниспосланные мне чудеса преданности. Это и композиция «Поселуды Иуды», выполненная в 2000 году, и чудо, которое увидела, как откровение, в храме Николая в Кленниках в Москве, отраженное в работе «Вербное воскресенье». Это и скульптурное воплощение моих любимых святых Петра и Февронии, которые прославили семейное счастье на нашей рязанской земле. Фотография библейского сада, присланная мне из Иерусалима, поразила меня так, что родилась работа «Сон в Гефсиманском саду». На фото мое внимание привлекли величественные древние оливы, густо изборозжденные вековыми морщинами. Легендарные растения уже несколько столетий не просто живут, а плодоносят в том саду, где Христос последнюю ночь молился со своими учениками. В этих деревьях я увидела спящих учеников Христа, которые так и не смогли побороть разлучающий их с Учителем сон завяньи... И вот – на белом известняковом камне – три ствола-ученика: Пётр и братья Заведеевы. «Что спите, молитесь...» – несколько раз Спаситель приходил к ним и будил их, но тщетно... А у подножия горы – вечно дремлющий город Иерусалим.

В серии работ «Неслучайные случайности» я пытаюсь донести до людей великую радость жизни, увиденную мной в самых простых предметах. Одно из своих будущих произведений я рассомтрела в камушке, найденном на стройке церкви. Добавила несколько бронзовых деталей – это золотые глазки, маленький клювик и большие, но ещё слабые ножки птенца, который не может подняться, но уже с надеждой смотрит в небо. Эта работа так и называется – «Скоро в небо». Изгибы простой гальки, обкатанной морем, своими очертаниями напомнили мне рыбку. К ней я добавила всего лишь бронзовые глазки и поставила на другой прибрежный камешек, на котором золотом обозначила несколько линий, изображающих движение волн – и получилась живая морская стихия. Из случайно найденной отрубленной ветки березы с небольшим наростом – капой – в моих руках вдруг родилась улитка. Осталось позолотить спил и изгиб ветки, сделать небольшой завиток, изображающий панцирь улитки, вырезать из камня зелёный капутный лист, – и скульптура ожила. В этом разделе есть еще одна интересная работа – «Полёт к детству». Я нашла старый искорёженный засов от сарая и в нём вдруг очень точно прочитала изгибы девичей фигуры, торса, колени, словно поднятых к небу рук... В проём этого засова достаточно было вписать маленькую запрокинутую головку из белого ангидрита и поставить на скол необработанного известняка, напоминающего краешек земли, от которой отталкивается готовая к полёту девушка. Все композиции этого раздела словно подсказывают зрителю: если быть внимательным, в любом предмете вокруг можно увидеть удивительные образы, вызванные к жизни неспящим воображением художника, которые в руках мастера превращаются в произведения искусства. Может, это и есть начало моего творческого пути, на котором светится золотая юбилейная точка отсчёта?

**ПАМЯТИ ВЫДАЮЩИХСЯ МИКРОБИОЛОГОВ
В.К. ЕРОШИНА И Э.Г. ДЕДЮХИНОЙ**

Минкевич И.Г.

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрабина РАН,
ФИЦ Пущинский научный центр биологических исследований РАН
Россия, 142290, Пущино Московской обл., minkevich@ibpm.pushchino.ru

Российская микробиология потеряла двух выдающихся учёных — д.б.н. проф. Валерия Константиновича Ерошина (28.12.1932–26.07.2020) и к.б.н. Эмилию Георгиевну Дедюхину (21.08.1939–13.09.2019). Оба они, как и автор данного сообщения, работали в одной лаборатории Института биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР, а затем РАН, носящем ныне имя его многолетнего директора акад. Г.К. Скрабина. В.К. Ерошин был заведующим нашей лабораторией, которая изначально предполагалась как промежуточное звено между фундаментальными лабораториями и промышленностью. Однако В.К. Ерошин сформулировал основные направления работы так, что они органично сочетали фундаментальный уровень исследований с прикладными перспективами получаемых результатов. Он реально и активно работал во всех этих направлениях не только как научный администратор, но и как исследователь.

Одно из этих направлений — микробиологическое получение белка. Биомасса дрожжей была в СССР белково-витаминной добавкой, значительно повышавшей качество кормов. В.К. Ерошин глубоко вник во весь комплекс проблем, связанных и с производством биомассы, и с оценкой её питательной ценности и безвредности. За свой вклад в решение проблемы обеспечения животноводства кормами В.К. Ерошин в составе коллектива ведущих учёных был удостоен Государственной премии СССР.

Э.Г. Дедюхина возглавила исследование микробиологического синтеза липидов — жировой компоненты биомассы клеток. Эта компонента содержит ряд ценных соединений, в том числе арахидоновую кислоту, которая является стимулятором иммунитета растений, ценным сырьём для косметической промышленности, дефицитной жирной кислотой в пище человека и кормах. Э.Г. была исследователем высочайшего уровня, от теоретического формулирования проблемы до глубокого знания всех тонкостей экспериментальной работы и собственного умения выполнять эту работу.

В.К. Ерошин и Э.Г. Дедюхина воспитали много учеников, которые работают и в нашем Институте, и в других учреждениях и городах, в том числе за рубежом.

Их обоих отличали самые высокие человеческие качества — честность и добросовестность во всём, трудолюбие и работоспособность, отсутствие самоуспокоенности, теплота и забота о людях, с которыми они работали и дружили, готовность прийти на помощь. Наша лаборатория была сплочённым коллективом, ядро которого сформировалось полвека назад. Нам было хорошо жить и работать вместе. Этот тон был задан В.К. Ерошиным, он сохранился и потом, хотя коллектив таял под влиянием времени. Валерий Константинович и Эмилия Георгиевна оставили неизгладимый и тёплый след в душе всех, кто их знал.

R1

КУЛЬТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО РОССИИ

РУССКИЙ НАУЧНЫЙ ЯЗЫК

RUSSIA CULTURE MEDIA

RUSSIAN SCIENTIFIC LANGUAGE

Руководители:

*Марина Юрьевна Сидорова, Александра Никитична Дьяконова,
Юрий Дмитриевич Нечитуренко, Галина Юрьевна Ризниченко.*

ХУДОЖНИК И НАУКА

Рюмина И.

Арт-критик, художник, арт- и психотерапевт, Москва, itta.riumina@yandex.ru

Доклад знакомит участников Конференции с особым видом научных исследований, стоящих на грани с изобразительным искусством и уже получивших свое название: Science Art. Включенная в него эмоционально-образная визуализация активизирует архетипическую память, давая возможность открытия глубинных смыслов в познании окружающего мира. Создаваемые для зрительного восприятия они показываются на арт-площадках – в художественных музеях и галереях, но рассчитаны на особого зрителя, на зрителя-ученого, способного понять и оценить научную значимость представленных произведений. Поэтому важно подчеркнуть, что **ВПЕРВЫЕ** это научное искусство вошло равноправно-составной частью в научную конференцию **МАТЕМАТИКА. КОМПЬЮТЕР. ОБРАЗОВАНИЕ** и было представлено в Музее научной направленности города науки Пушкино в форме музейных экспозиций.

Активное участие в этих выставочных Проектах принимал признанный лидер этого вида искусства, художник, математик, архитектор, **АЛЕКСАНДР ПАНКИН**. Его работы находятся в Государственной Третьяковской галерее, в Государственном Русском музее, в Государственном Центре современного искусства и в ряде региональных музеев, а также в частных коллекциях России, Австрии, США, Нидерландов, Франции, Швеции, Финляндии, Венгрии, Германии, Польши. 12 октября 2020 Александр Федорович Панкин скончался на 83-м году жизни. **СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ ВЫДАЮЩЕГОСЯ ХУДОЖНИКА-УЧЕНОГО ПОСВЯЩАЕТСЯ ЭТОТ ДОКЛАД.**

Александр Панкин, будучи потомственным архитектором, занимая должность Главного архитектора города Егорьевска, доподлинно знал, что в фундаменте творческого замысла архитектора лежат числовые расчеты, выраженные в математических формулах. Со временем, он и в своем живописном творчестве обратился к ЧИСЛУ, которое стало основным инструментом, своего рода «магическим кристаллом», помогавшим ему открывать числовые закономерности во всем, чего касался его пылкий взгляд. Так, в своей работе «Геометрия числа Джона Кейджа», он обратился к минималистическому произведению композитора Джона Кейджа, которое состоит из 4 минут и 33 секунд **ТИШИНЫ**. Подобно Сальери, говорившего (в произведении А. Пушкина) «Я музыку разьял», Александр Панкин вычленил основной принцип музыкального произведения и, сделав расчеты, тут же, на плоскости картины, дабы зритель не усомнился в правильности рассуждений, пришел к глобальному обобщению: «Следовательно, тишина Джона Кейджа... воплощает в себе абсолютный нуль – границу между мирами... как беспредметность или вечный покой». Александр Панкин выступает здесь, как ученый, сделавший научное открытие определенной закономерности, как художник, визуализирующий эту закономерность – этот «абсолютный нуль», и как философ, открывающий закон бытия. Так же многогранен талант других участников этих Проектов.

Автор и куратор Проектов ИТТА РЮМИНА – арт-критик, художник, арт-психолог.

СВЯЗЬ СИСТЕМЫ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПЕНТАГРАМНЫХ СТРОЕВ С ПРОПОРЦИЯМИ В АРХИТЕКТУРЕ

Степанян И.В.

Центр междисциплинарных исследований МГК им. П.И.Чайковского

Центр междисциплинарных исследований Московской консерватории изучает новые подходы, развивающие музыку, как форму искусства. Сравнивая отношения и пропорции генетического кодирования, проф. д.ф.м.-н. С.В. Петухов обобщил классический пифагорейский музыкальный строй с помощью системы пентаграммных (фибоначчи-ступенных) музыкальных строев. Частоты этой музыкальной системы определяются исходя из получения такого дискретного набора монохроматических звуков, который образует музыкальный строй на основе геометрической прогрессии с фибоначчиевым числом членов этой прогрессии и с коэффициентом прогрессии, равным квадрату золотого сечения. Отношение соседних звуковых частот являются иррациональными числами, выраженными через величину золотого сечения [1]. Новый тип музыкального строя используется для создания произведений с новыми мелодическими и гармоническими решениями [2].

Отмечается положительное влияние на человека зданий и сооружений, построенных по принципам пропорции золотого сечения. Это связано с функционалом, эстетикой и эргономикой этих сооружений. Архитектору Пилецкому удалось получить числовую матрицу многовариантного золотого пропорционирования, отображающую зависимости между сажениями [3].

Известен тезис немецкого теоретика искусства Шеллинга, согласно которому «архитектура – это застывшая музыка, а музыка – застывшая архитектура». Так же, как система пентаграммных строев, саженная система основана на золотой пропорции. При этом, система музыкальных пентаграммных строев задается соотношениями между соседними частотами звукоряда, а не самими частотами. Саженная система задается соотношениями между величинами сажений, а не их величинами.

Литература.

1. Petoukhov S.V., He M. “Symmetrical Analysis Techniques for Genetic Systems and Bioinformatics: Advanced Patterns and Applications”, 2010, Hershey, USA: IGI Global (in English).
2. Кобляков А.А., Петухов С.В., Степанян И.В. Генетический код и генетические музыкальные строи // Тематич. сб. «Музыка-Математика-Естествознание». Биомаш-системы, Т. 2. № 3. 2018. С. 205-227.
3. Пилецкий А. Системы величин, мер и пропорций в древнерусской архитектуре // Архитектура СССР. — 1980. — № 10. — С. 53.

БРИТАНСКАЯ ФРОНТОВАЯ ПОЭЗИЯ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ И ЕЕ ПЕРЕВОД НА РУССКИЙ ЯЗЫК

Табачникова О.

UCLan, England

Первая мировая война явилась для Британии национальной катастрофой, но при этом породила целую плеяду замечательных поэтов. В России так было во Вторую мировую, то есть, в Великую Отечественную. Здесь наблюдается своеобразная двойственность (обратная симметрия), объяснимая, в первую очередь, тем, что историческая роль этих страшных событий, вопреки общепринятому мнению, сильно различалась в двух этих странах. И факт неравноценного поэтического наследия Первой мировой в Британии и России – косвенное тому подтверждение. Принято однако же считать, что война мировая незаслуженно забыта в России (или, по крайней мере, не отложилась в национальной памяти так, как это произошло в Британии) прежде всего потому, что перекрылась ужасом революции и войны гражданской. При этом не учитываются, как нам кажется, принципиальные исторические отличия, первое из которых – это число жертв. Первая мировая выкосила целое поколение британцев, обернувшись воистину национальной трагедией. И здесь просматривается опять-таки аналогия с Великой Отечественной – когда в стране не осталось семьи, не затронутой этой войной; когда мужское население будто вырубил под корень. В Первую же мировую российские жертвы, сколь бы велики они ни были, всё же не сравнимы с жертвами в Великой Отечественной. Но главное, что и по духу для России война с фашизмом была воистину отечественной войной – освободительной, с огромным партизанским движением, ведшейся на своих, захваченных врагом территориях, которые необходимо было от врага очистить. Тогда как Первая мировая велась преимущественно за рубежами страны и объяснялась больше политическими причинами, союзническим долгом, а не прямым вторжением и посягательством на человеческую свободу и достоинство.

Поэтому первоначальный патриотический пыл (как и наплыв добровольцев) в Первой мировой неукротимо угасал, пока не изжил себя целиком, тогда как в Великой Отечественной такого прозойти не могло – так же, как и в войне 1812-го года, вся страна «ушла воевать» и на время как бы воспарила над террором и неволей – сталинскими ли или крепостническими – достигнув парадоксальной свободы духа, которая тогда казалась вечной, хотя и оказалась временной. Динамика же Первой мировой – и в Британии, и в России – была подобна спуску с верхней ноты гражданского пафоса до самой нижней, звенящей отчаяньем и безверием. Понимание уродливой и беспощадной сущности происходящего, прозрение, сменившее первоначальный пафос, и гневная отповедь безграничному цинизму власть-придержавших – всех тех, кто «послал этих мальчиков недожаренной рукой» прямоком в ад, – свойственны военной британской лирике. И именно изобличению этого цинизма посвящено большинство фронтовых стихотворений британских поэтов. И однако, несмотря на сходство этой анти-пафосной разоблачительной направленности в культуре обеих стран, перевод британской оконной поэзии на русский язык представляет значительные, во многом закономерные, трудности, о которых и пойдет речь в докладе на примере большой выборки моих собственных переводов для готовящейся к печати двуязычной поэтической Антологии Первой мировой войны.

КЛЮЧИ ОТ ГОЛОВЫ НА РОДНОМ ЯЗЫКЕ

Толченникова В.В.· Нечипоренко Ю.Д.¹

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Биологический ф-т,
каф. Высшей нервной деятельности, Ленинские горы д.1 стр.12

Тел.: (095)939-28-37

E-mail: dulsin@mail.ru

¹Институт молекулярной биологии имени В. А. Энгельгардта РАН,
Россия, 119991, Москва, ул. Вавилова, д. 32

В условиях низкого финансирования отечественной науки сложно говорить о ее популярной версии. В результате формируется «двойной перекокс» в пользу западного научного мира: не только материально-техническая база проигрывает, но и перевод полученных фактов на доступный широкому кругу читателей язык «хромает». Более того, отечественные СМИ предпочитают выкупить права у BBC на публикацию популяризированных трудов британских ученых, вместо того чтобы уделить внимание своим отечественным исследователям. В результате в народе уже ходят анекдоты о «британских ученых». В то же время выдающиеся труды русских исследователей остаются без должного внимания. Этот перекокс ощущается особенно остро в рамках наук о мозге, поскольку мы являемся наследниками русской физиологической школы во главе с И.М.Сеченовым и И.П.Павловым. Так например, отечественным ученым П.К.Анохиным уже в 1935 году был изобретен аппарат ИВЛ и предсказано его практическое значение. Теория функциональных систем П.К.Анохина, гипотеза невризма С.П.Боткина, эволюционная теория пола В.А.Геодакяна, открытие однополушарного сна О.И.Лямин, висцеральная теория сна И.Н.Пигарев не просто представляют собой научную ценность как фундаментальные труды, но должны стать достоянием человека без специального физиологического образования. Мы предприняли попытку описать эти и многие другие открытия живым языком, доступным детям начиная с десятилетнего возраста в нашей книге «Ключи от головы (что учёные знают про мозг)» [1]. Эта книга продолжает серию «Про...», в которой предыдущая книга рассказывала о молекулярной и клеточной биологии [2].

Литература.

1. Вера Толченникова, Юрий Нечипоренко «Ключи от головы» М., издательство «Арт Волхонка» 2020.
2. Егор Егоров, Юрий Нечипоренко «Живой дом» М., издательство «Арт Волхонка» 2018.

CHANGING RUSSIAN ACADEMIC DISCOURSE IN THE PAST 30 YEARS

G. Kedrova, S. Potemkin¹

Moscow State University, Russian Federation, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1
+74959391478, kedr@philol.msu.ru

¹Moscow State University, Russian Federation, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1
+74959391478, prolexprim@gmail.com

Impersonal evidentials refer to the knowledge that the author references to as common or shared knowledge, so one of the most important roles of impersonal evidentials in a text is to express of the degree of reliability of knowledge. It has been noticed that frequency of use of evidentials in the text of research articles (RA) strongly depends on cultural stereotypes common to a certain scientific community [1]. In Russian language there are several synonymous expressions for addressing knowledge common for author and reader, i.e.: *kak izvestno*, *kak khorosho izvestno*, *izvestno*, *chto*, etc. In previous research it has already been noticed that in Russian-language scientific texts impersonal evidentials were used more often than their equivalents in the German-language publications [2]. Therefor the main question of our research was as follows: what tendencies could be identified (if any) in the frequency of occurrence of the Russian lexical bundles expressing evidentials in Russian-language scientific publications over a sufficiently long period of time. To explore longitudinal changes we've analyzed RA in the leading Russian psychological journal "Voprosy Psikhologii" throughout 30 years' publication activity (1980-2010). The data set for quantitative and qualitative analysis comprises 5,214 research articles with 13,324,235 words (digital characters excluded). The metrics used, namely the frequency of occurrence of each expression in relation to the total number of words in each year's publications, made it possible to represent more clearly main trends in the occurrences. Our data shows general tendency towards a considerable decrease in the frequency of use of impersonal evidentials in Russian scientific texts over time. However, although phrases *kak izvestno* and *izvestno, chto* are recognized as synonymous expressions in the Russian dictionaries, our data also reveals significant differences in the frequency of using these phrases and, especially, in the general tendency of their occurrence during the period under investigation. We attribute these differences to the semantic differences between assertion and presumption, where assertion (*izvestno, chto*) can be true or false, while presumption (*kak izvestno*) is what the speaker pretends to be undoubted truth.

Литература

1. *Mur-Dueñas, P.* An intercultural analysis of metadiscourse features in research articles written in English and in Spanish. *Journal of Pragmatics*, 43, 2011. P. 3068–3079.
2. *Janik, C.* As academics we are not disposed to say "I know the world is round...": Marking of evidentiality in Russian and German historiographic articles. In *Cross-linguistic and cross-cultural perspectives on academic discourse*. Amsterdam; Philadelphia: John Benjamins, 2009. P. 19–32.

THE ARTIST AND SCIENCE

Ryumina I.

Art critic, artist, art therapist, Moscow, itta.ryumina@yandex.ru

The report introduces the participants of the Conference to a special type of scientific research that stands on the border with the visual arts and has already received its name: Science Art. The emotional-imaginative visualization incorporated in it activates archetypal memory, making it possible to discover deep meanings in the knowledge of the surrounding world. Created for visual perception, they are shown on art platforms – in art museums and galleries, but they are designed for a special viewer, for a viewer who is a scientist who can understand and evaluate the scientific significance of the presented works. Therefore, it is important to emphasize that for the first TIME this scientific art was included equally as an integral part of the MATHEMATICS. COMPUTING. EDUCATION scientific conference and was presented in the Museum of scientific orientation of the city of science Pushchino in the form of Museum expositions. ALEXANDER PANKIN, a recognized leader of this art form, an artist, mathematician, and architect, took an active part in these exhibition Projects. His works are in the State Tretyakov gallery, the State Russian Museum, the State center for contemporary art, and a number of regional museums, as well as in private collections in Russia, Austria, the United States, the Netherlands, France, Sweden, Finland, Hungary, Germany, and Poland. On October 12, 2020, Alexander Fedorovich Pankin died at the age of 83. THIS REPORT IS DEDICATED TO THE BRIGHT MEMORY OF THE OUTSTANDING ARTIST-SCIENTIST. Alexander Pankin, being a hereditary architect, holding the position of Chief architect of the city of Yegoryevsk, knew for certain that the Foundation of the architect's creative plan was based on numerical calculations expressed in mathematical formulas. Over time, he also turned to NUMBER in his painting, which became the main tool, a kind of "magic crystal" that helped him discover numerical patterns in everything that his inquisitive gaze touched. So, in your work "Geometry of the John Kayja number", he turned to the minimalist work of composer John Kayja, which consists of 4 minutes and 33 seconds of SILENCE. Like Salieri, who said (in the work of A. Pushkin) "I broke up the music", Alexander Pankin identified the basic principle of the musical work and, having made calculations, immediately, on the plane of the picture, so that the viewer would not doubt the correctness of the reasoning, came to a global generalization: "Hence, John cage's silence ... embodies an absolute zero-the boundary between worlds...as pointlessness or eternal peace." Alexander Pankin appears here as a scientist who has made a scientific discovery of a certain pattern, as an artist who visualizes this pattern – this "absolute zero", and as a philosopher who discovers the law of being. The rigid boundaries of the abstract format do not allow us to give an appropriate description of the works of other worthy authors, suffice it to say that four participants – Alexander Pankin, Dmitry Weise, Irina Anishchenko and Itta Ryumina have been members of the international scientific Seminar SYMMETRY (Moscow branch) for many years. Exhibition Projects that participated in the international conferences MCE, ARTIST and SCIENCE, 2017 and "TELL ME, branch of PALESTINE", 2019 are distinguished by a single quality: DISCOVERY OF NEW FACETS OF SCIENCE. The author and curator of the Projects is Itta Ryumina, art critic, artist, art&psychotherapist.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Atanasova P.Kh. 72
Bezrukova A.V. 73
Chori V. 76
Chulichkov A.I. 73
Gernet N.D. 189
Gerzen T.A. 190
Ghazaryan V.A. 73
Htwe N.N. 79
Ivanova N.N. 191
Kedrova G. 206
Koganov A.V. 40
Kolinichenko A. 74
Kovaleva N.A. 118
Kurbatova Yu.A. 73
Linn P.W. 75
Lisitskaya E.V. 189
Lyubimova N.Yu. 190
Mokin A.Y. 77
Panayotova S.A. 72
Pavlenko V. 76
Petrushin I.S. 119
Potemkin S. 206
Ryashko B. 74
Ryumina I. 207
Savenkova N.P. 77
Shamanina T. 76
Shapkina N.E. 73
Shcherbakov A.V. 157
Strelnikov I.A. 118
Tsarkov I.G. 78
Udovichenko N.S. 77
Volkova G.D. 79
Zubova E.A. 118
Абагурова А.М. 98, 101
Абагурова В.С. 160
Акифьев А.А. 122
Аксёнова С.В. 99
Анашкина А.А. 88
Анпилов С.В. 42, 55, 128
Антал Т.К. 92, 93
Апанасенко А.В. 132
Апреутесей А.М.Ю. 43
Аристова Е.Н. 44
Армеев Г.А. 100, 109
Архипова Л.Г. 34
Атанасова П.Х. 45
Афанасьев М.Ю. 133
Байрамов М.А. 91
Балабаев Н.К. 102
Батова А.С. 99, 123
Башкирцева И.А. 60
Безрукова А.В. 46
Белогелов Н.В. 134
Беляев А.В. 47
Беляева Н.Е. 82
Бердыкулова Г.М. 152
Бобкова И.А. 135
Боздаганян М.Е. 113
Болдова А.Е. 124
Бормонтов Е.Н. 52
Браже Н.А. 98
Братусь А.С. 48
Бронс Р. 35
Бугай А.Н. 99, 123, 126
Бульчев А.А. 82
Бурлаков Е.В. 62
Буслаев П.И. 108
Васильева И.А. 147
Васюченко Е.П. 101
Веригин В.А. 102
Виноградова Ю.А. 188
Винокурова Н.А. 136, 137
Вишнякова А.Ю. 161
Владимирова Т.В. 175
Волкова Г.Д. 49
Газарян В.А. 46
Галанин В.В. 125
Гернет Н.Д. 162
Герцен Т.А. 163
Глебов А.А. 126

- Глухов Г.С. 104
Голубкова М.Д. 194
Горицкий Ю.А. 50
Грачев В.А. 51
Грачев Е.А. 122, 129
Грачёв В.В. 195
Грибкова А.К. 104
Грубовчак П. 103
Грумова Н.А. 164
Гудович И.С. 136
Гуреева Т.В. 66
Гурия Г.Т. 127
Гущин И.Ю. 85, 108
Дегтерева Н.С. 83
Докукина И.В. 122, 129
Дубинин Н.Н. 161
Дубинина В.В. 138
Дубинина М.Г. 139
Душанов Э.Б. 99, 103
Дымова И.А. 140
Дёмин А.А. 165
Егоров Е.Е. 88
Ермолаева Е.О. 166, 196
Жиляев П.А. 85
Зайцев П.А. 104
Заляпин В.И. 36
Захаров И.А. 52
Зеликин Н.В. 166, 196
Иванова Н.В. 188
Иванова Н.Н. 167
Иванова О.К. 188
Иноземцева Н.Г. 62
Караваева Н.И. 44
Карякин Ю.В. 168
Касумов У.М. 91
Кашлинов А.В. 63
Киракосов А. 197
Кирилук И.Л. 153
Киселева Д.Г. 84
Кисиль С.И. 122
Коваленко И.Б. 94, 98, 101, 111, 113, 115
Колесников Д.В. 52
Колесников Е.С. 85
Колесникова Е.А. 126
Комаров В.М. 86
Комкина Т.А. 141
Кондела Т. 103
Кондратьев М.С. 86
Коннова Л.П. 169
Конов Д.С. 58
Коробкина Ю.Д.Д. 124
Коробов Н.А. 53
Коротков Е.В. 90
Косарева В.А. 183
Кочегкова Е.В. 142
Краснобаева Л.А. 117
Кремер Н.Ш. 170
Кривицкая А.В. 105
Кривошеев О.И. 154
Кудров А.В. 133
Кузнецова М.С. 143
Кулагин А.Е. 54
Кулакова А.М. 106
Курбатова Ю.А. 46
Кутузова Е.И. 171
Кучерка Н. 103
Лапонин В.С. 42, 55, 128
Левина Е.О. 107
Левинская Д.Д. 175
Лин П.В. 56
Липагина Л.В. 172
Лисицкая Е.В. 162
Лихачев И.В. 102
Лысенина Р.А. 198
Лысенкова М.А. 144
Любимова Н.Ю. 163
Мазуров М.Е. 37, 155
Макарова О.В. 173
Макогонова Н.В. 145
Мариненко А.В. 57
Марков П.Н. 53
Масолова А.О. 69
Матвеева О.В. 88
Микроююков А.А. 155
Минкевич И.Г. 199
Митькова Л.А. 175

- Мокин А.Ю. 64
Муратов М.В. 58
Мустафин Х.С. 108
Надыкто А.Б. 53
Назаренко Е.С. 53, 67
Назаренко К.М. 53, 67
Найштут Ю.С. 51
Нараленкова И.И. 174
Насибова А.Н. 91
Немухин А.В. 106
Немчинова А.В. 87
Нечипоренко Ю.Д. 205
Нечипуренко Ю.Д. 88, 124
Никитин С.А. 137
Никольский И.М. 59
Никонова М.А. 146
Новиков Р.В. 100, 104, 109
Онуфриев А.В. 85
Орехов Ф.С. 113
Очеретяная А.С. 48
Панайотова С.А. 45
Панкратов А.А. 60
Пахомова Е.А. 61
Перепёлкин Е.Е. 62
Петров И.Б. 58
Петрова Ю.В. 175, 181, 187
Петрушин И.С. 110
Пикуленко М.М. 178
Плюснина Т.Ю. 83, 84, 92, 93, 95
Полина Г.Ю. 122
Полозова К.А. 176
Полотовский Г.М. 177
Полякова Р.В. 62
Попова Л.В. 178
Потапова Т.В. 89, 175, 179, 180, 181, 187
Потемкин С.Б. 182
Пояркова Е.И. 183
Пушин Д.М. 127
Пыркина О.Е. 184
Ризниченко Г.Ю. 82, 92, 93, 94, 98, 111
Ролис А.В. 176
Рубин А.Б. 94
Руденко В.М. 90
Рюмина И. 202
Ряшко Л.Б. 47
Савенкова Н.П. 42, 55, 63, 64, 128
Садовников Б.И. 62
Салихова Т.Ю. 127
Самарина Е.А. 129
Самченко А.А. 86
Свешникова А.Н. 124
Семенов Д.А. 88
Серегин А.П. 65
Серовайский С.Я. 185
Складчиков С.А. 42, 55, 128
Сорокин П.Н. 38
Сосенушкин Е.Н. 66
Степанян И.В. 203
Степанян И.К. 186
Страховская М.Г. 113
Сухотерин Е.В. 52
Табачникова О. 204
Тарасова Н.А. 147
Тарасова С.Ю. 175
Тилинова О.М. 129
Тило Т.В. 175, 187
Тихомирова Т.А. 67
Толоконников Г.К. 39
Толченникова В.В. 205
Трифонов А.Ю. 54
Тронева Е.В. 183
Угрозов В.В. 68
Удовиченко Н.С. 64
Устинин Д.М. 94
Фаркова Н.А. 148
Федоров В.А. 94, 101, 111, 115
Филиппов А.Н. 68
Фирсов Д.А. 112
Фёдоров А.В. 69
Халилов Р.И. 91
Холина Е.Г. 113
Холмуродов Х.Т. 103
Хренова М.Г. 105, 106, 107, 112, 114
Хрущев С.С. 83, 84, 92, 93, 94, 95, 111, 115
Хтве Н.Н. 49
Царьков И.Г. 70

Цирельсон В.Г. 107	Шаповалов А.В. 35, 54
Чистякова Ю.А. 95	Шатров А.В. 71
Чмерева О.С. 96	Шитова Ю.Ю. 149
Чуличков А.И. 46	Щербakov А.В. 156
Шайтан А.К. 100, 104, 109, 116	Якушевич Л.В. 117
Шалгин В.С. 36	Ямашев М.В. 122, 129
Шапкина Н.Е. 46	Яновская Е.А. 66, 188

Научное издание

Математика. Компьютер. Образование

Симпозиум с международным участием

Биофизика сложных систем

Вычислительная и системная биология. Молекулярное моделирование

Под редакцией

Г.Ю. Ризниченко и А.Б. Рубина

Тезисы

Выпуск 28

Подписано в печать 27.04.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,32. Уч.-изд. л. 13,13.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная № 1. Заказ № 21-21.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95