

ЛАБОРАТОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

КАФЕДРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ



Лаборатория математических проблем естественных наук – это лаборатория промышленной («интердисциплинарной») математики на механико-математическом факультете МГУ.

В течение последних лет группа сотрудников кафедры дифференциальных уравнений МГУ и Института проблем механики РАН активно участвовала в ряде прикладных научных проектов с российскими корпорациями «Уралхим» и «Уралкалий», с Университетом штата Пенсильвания (США), НТЦ «Космонит» ОАО «Российские космические системы», а также с некоторыми другими промышленными организациями. Результаты этого сотрудничества стали основой для создания прикладной лаборатории.

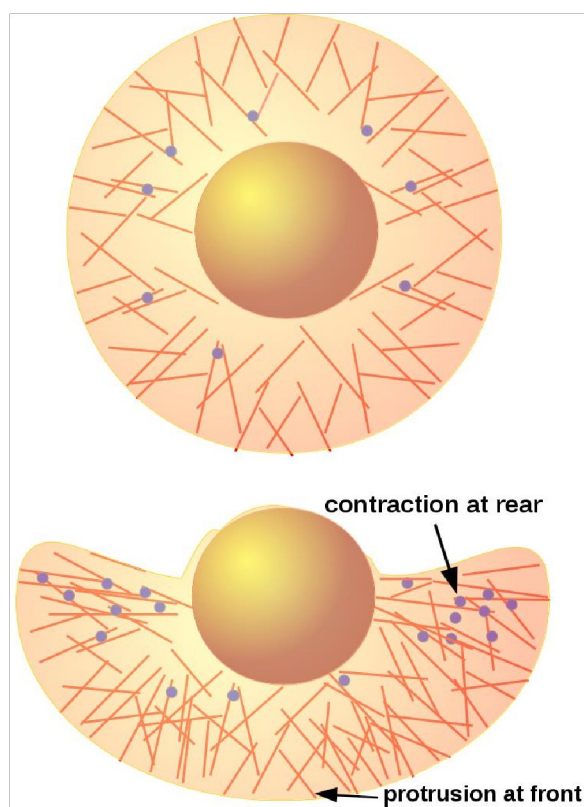
Математическая биология 1.

Хемотаксис

Направленное движение клеток и ансамблей клеток в живых организмах давно привлекало внимание биологов, биохимиков, биофизиков и математиков, создающих математические модели такого движения. Примером может служить направленное движение кровяных частиц к месту пореза на теле человека, выталкивание клетками инородных частиц, преследование «врагов»-бактерий, согласованное движение клеток эпителия к месту ранения с целью регенерации поврежденных тканей и пр. Каким-то образом клетка или группа клеток решает, куда и когда надо «идти».

Проблема направленного движения отдельных клеток и ансамбля клеток как целого— одна из самых актуальных и современных задач современной математической биологии. Построение адекватных математических моделей такого движения очень актуально для проблем медицины и фармакологии. Кроме того, это направление приводит к новым и интересным задачам теории уравнений с частными производными: существование решений типа «бегущих волн» у уравнений и систем параболического типа с нелинейными членами; корректность постановки краевых задач для нелинейных параболических и парабо-эллиптических систем с неклассическими краевыми условиями— они могут быть заданы на неизвестной границе, которая движется с течением времени, и нелокальными, т.е. связывать граничные значения в различных точках границы.

Математические постановки таких задач еще далеко не изучены как с точки зрения качественных свойств, так и с точки зрения построения адекватных численных алгоритмов решения и построения алгоритмов идентификации параметров. Мы собираемся продолжить исследования с точки зрения математики.



2. Физика активных гелей

Очень интересными с теоретической и практической точки зрения являются задачи построения адекватных моделей сред с «активными» элементами. Например, в работах Л.Берлянда показано строгими методами на основе математической модели, что в жидкости с бактериями, которые могут активно реагировать на окружающую обстановку, резко меняется (уменьшается в разы!) вязкость. Позднее эти работы послужили основой для создания уже чисто химическими методами (при отсутствии каких-либо «живых» элементов) жидкостей с очень низкой вязкостью, которые используются в качестве чернил для современных 3D-принтеров. Мы считаем эти исследования очень перспективными. Наша группа предлагает продолжить их, расширив круг моделей сред с активными элементами. Это могут быть иные сплошные среды (не

обязательно классические жидкости) и в качестве активных элементов рассмотрены не обязательно бактерии.

Искусственный интеллект

Часто модели исследуемых систем могут содержать параметры, которые не удастся получить из “первых принципов”, они имеют “феноменологическую” природу, но они могут быть определены путем настройки параметров модели под результаты тех или иных экспериментов. Здесь существенную помощь может оказать применение современных методов искусственного интеллекта, применение электронных самообучающихся систем. Большую роль будут играть различные методы оптимизации, с помощью которых может быть осуществлен поиск неизвестных параметров модели. Здесь к минимуму должна быть сведена невязка между некоторым набором экспериментальных данных и набором расчетных данных, в которые входят параметры, величину которых нужно идентифицировать.

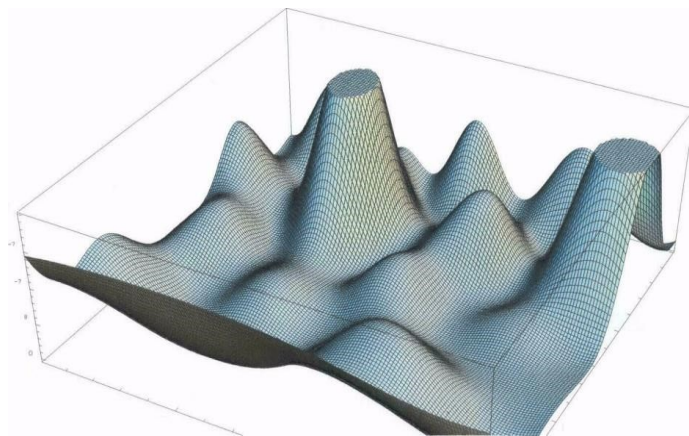


Суперкомпьютер «Ломоносов», установленный в Московском университете в 2009 году

Обратные задачи электродинамики

1. Голографические методы

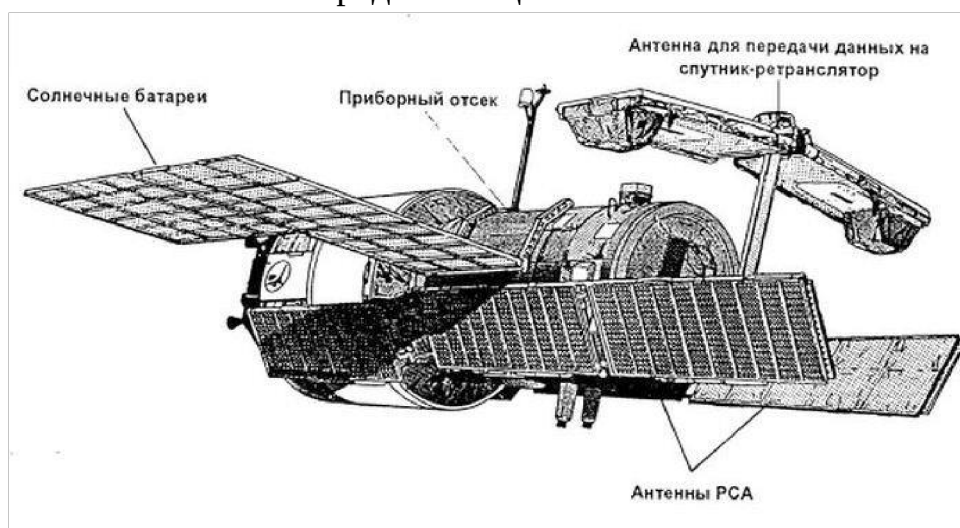
Исследование субволновых возможностей голографических методов. Проблемы восстановления голографическими методами пространственной структуры молекулы по интерференционной картине рассеянного на молекуле расходящегося электронного пучка и опорного также расходящегося электронного пучка. Возможные применения—синтез новых лекарственных препаратов.



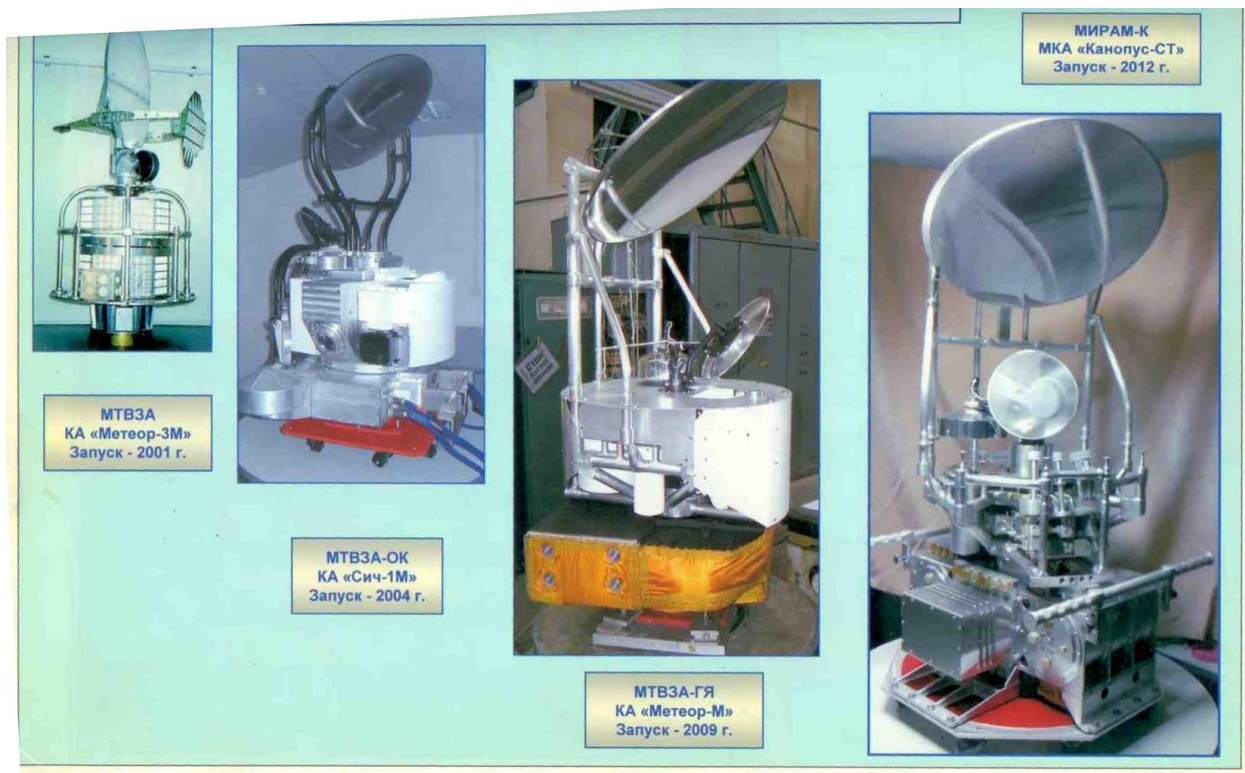
2. Радиометрические и радиолокационные исследования мирового океана

Проблемы радиометрических и радиолокационных исследований мирового океана, совместно с ОАО «Космонит» ОАО «Российские космические системы». Основная проблема— восстановление параметров морского волнения по собственному радиоизлучению океана или отраженным радиосигналам. Созданы программы моделирования собственного и отраженного радиоизлучения участка морской поверхности.

Активная и пассивная космическая радиолокация



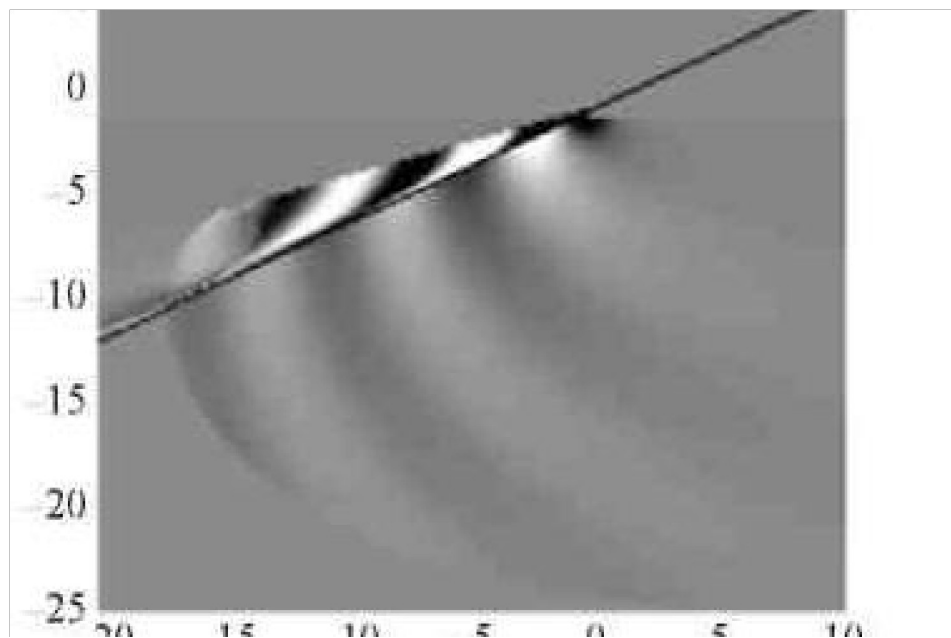
Almaz-1A



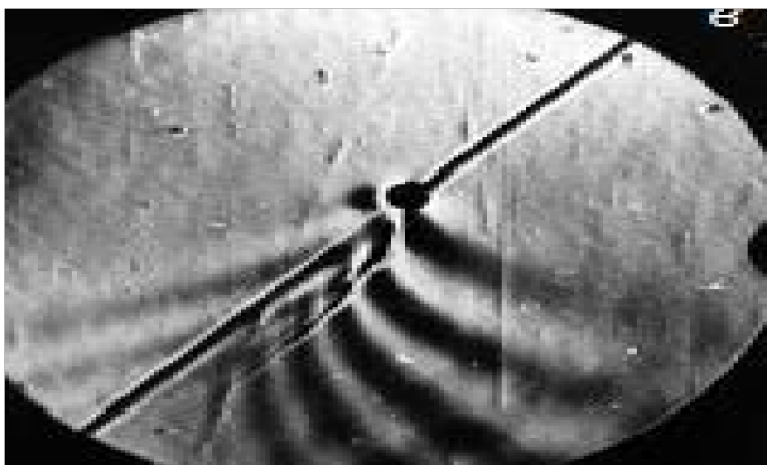
Радиометры

Внутренние волны в океане. Теория и эксперимент

Проблема состоит в создании адекватной модели волнового движения жидкости, вызванного движущимся объектом.



Результат математического моделирования



Результат эксперимента

Математическое моделирование рудников

Совместные проекты с компаниями "Уралхим" и "Уралкалий" относятся к математическому моделированию упругопластических свойств соляных пород, процессов ползучести, пластичности и трещинообразования в соляных рудниках Пермского края. Совместная деятельность тесно связана с вопросами безопасности горных разработок в калийных шахтах. Эта тематика в последнее время стала очень актуальной в связи с несколькими авариями на соляных шахтах в окрестностях города Березняки. Планируется разработка математической модели всей калийной выработки в г.Березняки (Пермский край) с целью прогнозирования явлений, которые могут привести к авариям в будущем.

Условное название проекта– «виртуальный рудник», в настоящее время получены аналитические представления для эффективных характеристик процессов ползучести соляных пластов с глинистым прослойками.





Слоистые соляные горные породы (г.Березняки)

Финансовая математика

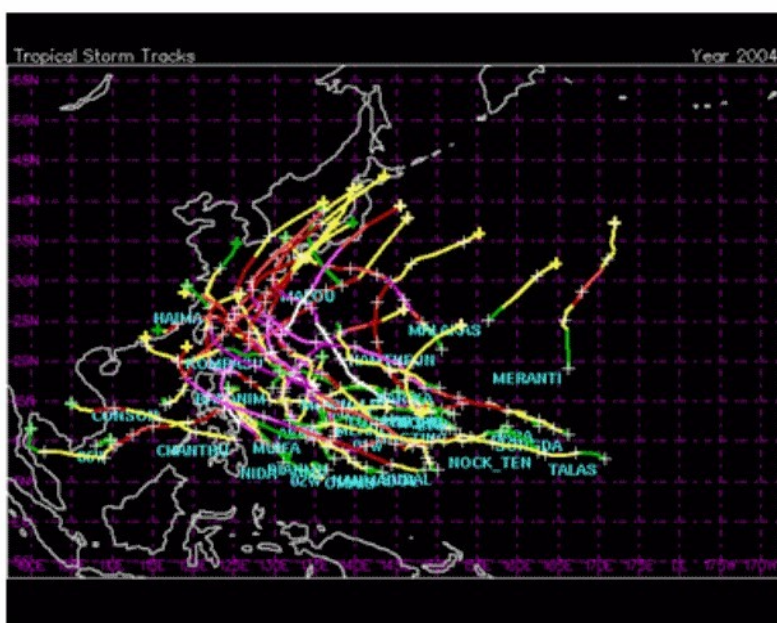
В течение почти двадцати последних лет на кафедре дифференциальных уравнений работает семинар «Математические модели в экономике» (рук. - проф. О.С. Розанова и А.С. Шамаев). Среди участников семинара около 150 дипломников механикоматематического факультета, дипломные работы которых были так или иначе связаны с математическими моделями в экономике. Нас интересуют более всего оригинальные и новые постановки краевых задач для дифференциальных и интегродифференциальных уравнений и систем, которые возникают (а это именно так!) в современной финансовой математике и экономике вообще. В качестве примеров приводим три кандидатские диссертации участников нашего семинара - [К. Хорева](#) (краевые задачи с неизвестной границей, связанные с анализом кредитных рынков), [Г. Камбарбаевой](#) (уравнения типа Фоккера-Планка, возникающие в проблеме управления инвестиционным портфелем, активы которого моделируются стохастическими дифференциальными уравнениями), [А. Чечкина](#) (задачи Коши для параболических уравнений с полиномиальными коэффициентами, возникающие в проблемах управления активами и проблемах хеджирования), статью [А. Асекова и А. Шамаева](#), посвященную построению аналога эффективного фронта в задаче управления активами, в которой используются теоремы Фредгольма для эллиптических операторов в неограниченных областях. Интересные и новые математические проблемы возникают при построении моделей активов с учетом психологии участников рынка (О.С. Розанова). Мы собираемся продолжать практически значимые исследования по финансовой математике в рамках создаваемой лаборатории.

Динамика атмосферы

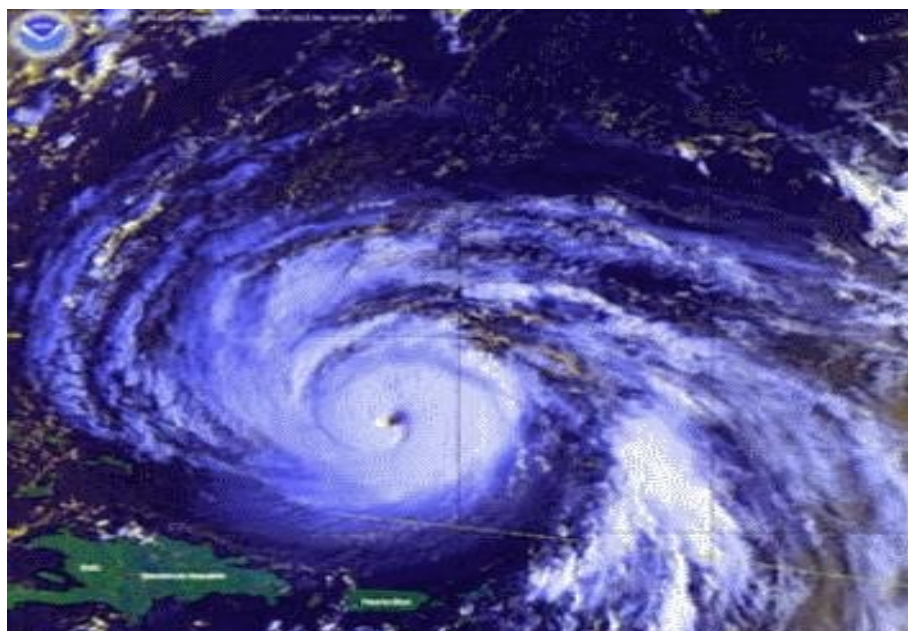
1. Исследование больших атмосферных вихрей

Изучение возможных траекторий долгоживущих крупномасштабных атмосферных вихрей (тайфунов или ураганов), сравнение с реальными траекториями. Исследование их структуры, условий образования, устойчивости в рамках двумерных и трехмерных моделей. Аппроксимации полной модели. Изучение влияния топографии на траекторию движения вихрей. Сотрудничество с учеными Тайваня, Китая, США, Франции.

1. Rozanova, O.S., Turzynsky, M.K. (2018) Nonlinear stability of localized and non-localized vortices in rotating compressible media, Theory, Numerics and Applications of Hyperbolic Problems, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, v. 236, 567-580.
2. Rozanova, O.S., Turzynsky, M.K. (2018) On Systems of Nonlinear ODE Arising in Gas Dynamics: Application to Vortical Motion, Differential and Difference Equations with Applications. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, v. 230, 387-398.
3. Rozanova O.S. (2016) Frozen and almost frozen structures in the compressible rotating fluid Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, 47, № 2, 715-726.
4. Rozanova Olga, Yu Jui-Ling, Hu Chin-Kun (2012) On the position of vortex in a two-dimensional model of atmosphere, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 13, 1941-1954.
5. Rozanova Olga S., Yu Jui-Ling, Hu Chin-Kun (2010) Typhoon eye trajectory based on a mathematical model: comparing with observational data, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 11, № 3, 1847-1861.



<http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>



Литература.

ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ, ПОДГОТОВЛЕННЫХ В РАМКАХ ПРОЕКТА за 2020 год.

1. О.С.Розанова, С.И.Никулин, О некоторых аналитически решаемых задачах теории игр среднего поля, Вестник МГУ. Сер.1. Математика.Механика. №4, 2020.
2. Olga S. Rozanova, Singularity formation for rotational gas dynamics, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Volume 492, Issue 1, 2020 (**Q1**).
3. Bratus A., Drozhzhin S., Yakushkina T. (2019) Evolutionary Adaptation of Permanent Replicator System. In the book "Trends in Biomathematics, Modelling Cells, Flows, Epidemics and Environment", Springer, ISBN978-3-030-46306-9.
4. Ivan Yegorov, Artem S. Novozhilov and Alexander S. Bratus. Open quasispecies models: optimization, and distributed extension. *Journal of Mathematics and Application* (2019).
<https://doi.org/10.1016/j.jmaa.219.123477>
5. Bratus A., Drozhzhin S., Yakushkina T. (2020) Fitness Optimization and Evolution of Permanent Replicator Systems. *Journal of Mathematical Biology* (accepted for publication (**Q1**)).
6. T. N. Bobyleva, A. S. Shamaev. Mathematical Model of a Filter for Water Treatment Using Biofilms (Scopus).

Публикации за 2021 год с краткими комментариями

1..Rozanova, O.S., Chizhonkov E.V. On the conditions for the breaking of oscillations in a cold plasma.. // Z. Angew. Math. Phys. 72, 13. 2021 (**SCOPUS Q1**).

Рассмотрена задача Коши для квазилинейной системы гиперболических уравнений, описывающей плоские одномерные релятивистские колебания электронов в холодной плазме. Для некоторой упрощенной постановки задачи получен критерий существования глобального по времени решения. Для исходной задачи найдено достаточное условие потери гладкости, а также достаточное условие, чтобы решение оставалось гладким хотя бы в течение одного периода колебаний. Кроме того, показано, что в общем случае сколь угодно малые возмущения тривиального состояния приводят к образованию особенностей за конечное время. Далее доказывается, что существуют специальные начальные данные, такие, что соответствующее решение остается гладким все время, даже в релятивистском случае. Тем не менее произвольное малое возмущение общего вида разрушает эти глобальные по времени гладкие решения. Природа особенностей решений проиллюстрирована численными примерами.

2.Romanov I.V., Shamaev A.S. Exact Bounded Boundary Controllability to Rest for the Two- Dimensional Wave Equation, вышла в Journal of Optimization Theory and Applications, 188(3), 925-938, 2021 (**SCOPUS Q1**)

В работе доказывается возможность приведения в полный покой колебаний мембраны с помощью управляющих воздействий, приложенных к границе мембраны. При этом развивается метод управления, который позволяет привести колебательную систему в покой с помощью малых по абсолютной величине управляющих воздействий, а также при наличии ограничений для управляющего воздействия на его производные как по пространственным переменным, так и по времени. Это- важная особенность данной работы, поскольку реальные системы управления всегда обладают подобными ограничениями на управляющее воздействие и на характер режимов его изменения. Впервые предлагается способ управления при подобных ограничениях на управляющее воздействие.

3. Sergei Drozhzhin, Tatiana Yakushikina, Alexander S. Bratus. Fitness optimization and evolution of permanent replicator systems. **Journal of Mathematical Biology** (2021) 82:15, <https://doi.org/10.1007/s00285-021-01548-8>, **WOS, SKOPUS Q1**.

Статья посвящена проблеме эволюционной адаптации систем сложных макромолекул. В этой статье предложена новая математическая модель эволюции биологических сообществ на основании гипотезы о быстром времени активной динамики системы и медленном времени адаптации. В качестве примера приводятся результаты эволюционной адаптации системы катализа макромолекул РНК. Показано, что в результате эволюционного изменения система приобретает

свойство резистентности по отношению к паразитическим макромолекулам, от воздействия которых эта система погибала до начала момента эволюционного изменения.

4. Bobyleva T.N, Shamaev A.S. Mathematical Model of a Filter for Water Treatment Using Biofilms, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) 032081 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1079/3/032081

В работе строится математическая модель очистки воды с помощью биологически активного фильтра. Фильтр представляет собой множество кубиков из полимерного материала, помещенных в цилиндрический сосуд. Каждый кубик спрессован из тонких полимерных стерженьков. На поверхности каждого такого стерженька формируется биологически активная пленка с бактериями, которые поглощают вредные примеси в воде, протекающей по поверхности стерженька. В статье построена модель поглощения вредных примесей в воде в полном сосуде. Ее математическая реализация сводится к решению большого количества (миллионы) обыкновенных дифференциальных уравнений, каждое из которых отвечает за поглощение бактериями вредных примесей на одном из упомянутых стерженьков (примеси для бактерий - питание). В целом модель может быть эффективно использована для оптимизации конструктивных параметров фильтра. Работа проводилась в контакте с сотрудниками Департамента водоснабжения, канализации и водоочистки Московского Строительного университета.

5. Rozanova O.S., Manapov I. Mean field game equations with underlying jump-diffusion process, AIP Conference Proceedings, 2512(2021), № 1, в печати (ArXiv e-prints, № arXiv:2108.00244)

Известно, что многие явления в природе и обществе, в частности, изменение цены рыночного актива, могут быть хорошо описаны процессами скачкообразной диффузии. Эти процессы сочетают в себе случайное блуждание и скачки. Теория игр среднего поля описывает поведение большого числа агентов, преследующих индивидуальные цели при стохастическом оптимальном управлении. Выводы этой теории коренным образом зависят от того, какими свойствами обладает случайный процесс, присутствующий в модели. В данной работе проведено обобщение ранее полученных результатов на случай скачкообразной диффузии и, в частности, показано, как меняется мнение инвестора о стоимости актива в ответ на способ управления.

6. Rozanova O.S., Uspenskaya O.V. On Properties of Solutions of the Cauchy Problem for Two-Dimensional Transport Equations on a Rotating Plane, Moscow University Mathematics Bulletin, 76(2021), № 1, с. 1-8 (SCOPUS Q3)

Поведение решений гиперболических уравнений в случае, когда пространственная размерность задачи больше одного, чрезвычайно сложно. Точные решения могут быть найдены крайне редко, а природа возникающих особенностей неясна. В данной работе мы исследуем систему уравнений переноса на плоскости в присутствии постоянной силы Кориолиса, для которой удалось продвинуться в исследовании решений, и даже разработать алгоритм, позволяющий находить время и место возникающей особенности. Оказалось, что присутствие силы Кориолиса способно устранить образование особенностей.

7. Rozanova O. S., Chizhonkov E. V. Stabilization and blow-up in the relativistic model of cold collisional plasma, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, в печати (ArXiv e-prints 2103.11685), (SCOPUS Q1)

Полная система уравнений, описывающих холодную плазму с учетом соударений, очень сложна. В силу того, что решения в течение конечного времени теряют гладкость, даже численное решение при помощи суперкомпьютера не может быть достоверным. Для того, чтобы теоретически описать черты решения, физики обычно линеаризуют задачу, теряя при этом многие важные черты. Мы в настоящей работе поступаем иначе: выделяем подклассы решений, которые удовлетворяют исходной нелинейной системе уравнений и исследуем их свойства. На этом пути удастся, в частности, разделить решения на стабилизирующиеся к нулю и теряющие гладкость за конечное время.

8. 6. A.S. Bratus, M.C. Litzinger, Y. Todorov, M. Foller-Nord, M. Chaudhary. On optimal therapy protocols in the mathematical model of prostate cancer progression. **Advanced System Science Application**, 04; 83-104, 2021, (1.0), **SKOPUS Q3**.

Статья посвящена актуальной проблеме поиска оптимальной терапии рака предстательной железы, который представляет одну из наиболее распространенных форм ракового заболевания у мужчин. Математическая модель базируется на современных данных медицинских исследований этой болезни. Предложена оптимальная стратегия применения химиотерапевтических лекарственных средств с учетом их негативного воздействия на здоровые клетки и клетки иммунной системы. С результатами этого исследования были ознакомлены врачи НИИ Урологии и интервенционной радиологии им. Н. А. Лопаткина (Москва).

9. Quasispecies Systems: New Approach to Evolutionary Adaptation. Chinese Journal of Physics (2021), (Q2), принята к публикации, (Igor Samokhin, Tatiana Yakushkina, Alexander S. Bratus)

Статья посвящена математической модели эволюционного изменения биологического сообщества видов, один из которых подвергается направленному уничтожению. Такая ситуация является типичной в случае, когда определенный вид раковых клеток и болезнетворных бактерий направленно уничтожаются с помощью лекарственных средств. Построенная математическая модель позволяет прогнозировать процесс, в результате которого происходит смена приоритетов и в процессе мутации и адаптации ландшафта приспособленности преимущество в развитии получают другие виды.

ВЫШЕДШИЕ ПУБЛИКАЦИИ 2021 год

1. Rozanova, O.S., Chizhonkov E.V. On the conditions for the breaking of oscillations in a cold plasma. // Z. Angew. Math. Phys. 72, 13. 2021 <https://doi.org/10.1007/s00033-020-01440-3> (WOS, SCOPUS Q1)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000606856700001>.
2. Romanov I.V., Shamaev A.S. Exact Bounded Boundary Controllability to Rest for the Two-Dimensional Wave Equation // Journal of Optimization Theory and Applications, 188(3), 925-938, 2021, <https://doi.org/10.1007/s10957-021-01817-y> (WOS, SCOPUS Q1)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000616144800004>
3. Sergei Drozhzhin, Tatiana Yakushikina, Alexander S. Bratus. Fitness optimization and evolution of permanent replicator systems. Journal of Mathematical Biology (2021) 82:15, <https://doi.org/10.1007/s00285-021-01548-8> (WOS, SCOPUS Q1)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000617343900001>
4. Rozanova O. S., Chizhonkov E. V. Stabilization and blow-up in the relativistic model of cold collisional plasma, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, Volume 72, Issue 5, Article number 184, 2021, 19 p. <https://doi.org/10.1007/s00033-021-01615-6> (WOS, SCOPUS Q1)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000696831500001>
5. [Olga S. Rozanova](#). Suppression of singularities of solutions of the Euler-Poisson system with density-dependent damping // Physica D: Nonlinear Phenomena, Available online 2 November 2021, 133077, <https://doi.org/10.1016/j.physd.2021.133077> (WOS, SCOPUS Q1)
6. Rozanova O.S., Chizhonkov E.V., Delova M.I. High precision methods for solving a system of cold plasma equations taking into account electron-ion collisions // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling, Volume 36, Issue 3, 2021, p. 139-155, doi: 10/1515/rnam-2021-0012 (WOS, SCOPUS Q1)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000664785600002>
7. Gregory A. Chechkin, Tudor S. Ratiu and Maxim S. Romanov. On the Eringen model for nematic liquid crystals [Sur le modèle d'Eringen pour les cristaux liquides nématiques] // Comptes Rendus. Mécanique, Volume 349, issue 1 (2021), p. 21-27, <https://doi.org/10.5802/crmeca.67> (SCOPUS Q2)
8. Rozanova O.S., Uspenskaya O.V. On Properties of Solutions of the Cauchy Problem for Two-Dimensional Transport Equations on a Rotating Plane // Moscow University Mathematics Bulletin, 76(2021), № 1, p. 1-8 (SCOPUS Q3)

9. A.S. Bratus, M.C. Litzinger, Y. Todorov, M. Foller-Nord, M. Chaudhary. On optimal therapy protocols in the mathematical model of prostate cancer progression. Advanced System Science Application, 04; 83-104, 2021, (1.0) (SCOPUS Q3).
10. Bobyleva T.N, Shamaev A.S. Mathematical Model of a Filter for Water Treatment Using Biofilms, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) 032081 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1079/3/032081
11. Байдулов В.Г. (Baydulov V.G.) О решении обратной задачи движения источника в стратифицированной жидкости ООО ИСПО принт, Волны и вихри в сложных средах: 12-ая международная конференция – школа молодых ученых; 01 – 03 декабря 2021 г., Москва: Сборник материалов школы (2021 г.) ^{РИНЦ}
12. Байдулов В.Г. (Baydulov V.G.) Термомеханические модели радиальных колебаний звезд и условия определяющие положения равновесия ООО ИСПО-принт, Москва Сборник материалов 12-й международной конференция – школы молодых ученых «Волны и вихри в сложных средах», Москва, 01 – 03 декабря 2021. (2021 г.) ^{РИНЦ}
13. Бобылева Т.Н., Шамаев А.С. (Bobyleva T., Shamaev A.) **Homogenization in the problem of long-term loading of a layered elastic-creeping composite** Lecture Notes in Civil Engineering. Springer, Cham. (2021 г.) ^{SCOPUS РИНЦ}
14. Бобылева Т.Н., Шамаев А.С. (Bobyleva T., Shamaev A.) **Vibration damping problems for some models of viscous fluids** Lecture Notes in Civil Engineering. Springer, Cham. (2021 г.) ^{SCOPUS РИНЦ}
15. Князьков Д.Ю. (Knyazkov D.Yu.) Моделирование распространения внутренних гравитационных волн ООО ИСПО принт, Волны и вихри в сложных средах: 12-ая международная конференция – школа молодых ученых; 01 – 03 декабря 2021 г., Москва: Сборник материалов школы (2021 г.) ^{РИНЦ}
16. Овсеевич А.И. (A. I. Ovseevich) Теория управления, целочисленные матрицы и ортогональные полиномы ТРУДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.А. СТЕКЛОВА (2021 г.) ^{WOS SCOPUS РИНЦ}
17. Байдулов В.Г. (Baydulov V.G.) Параметрическое управление колебаниями поплавок Известия РАН Механика твердого тела (2022 г.) ^{WOS SCOPUS РИНЦ}
18. Байдулов В.Г., Князьков Д.Ю., Шамаев А.С. (Baydulov V.G., Knyazkov D., Shamaev A.S.) **Motion of mass source in stratified fluid** Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing (2022 г.) ^{WOS SCOPUS}
19. Романов И.В. (Romanov I.V.) Исследование управляемости для некоторых систем, описываемых интегро-дифференциальными уравнениями Известия РАН. Теория и системы управления (2022 г.) ^{WOS SCOPUS РИНЦ}

2022 год

1. А.С. Братусь С. В. Дрожжин, Т. С. Якушкина. *Математические модели эволюции и динамики репликаторных систем*. Монография, 2022. **Издательство УРСС**, 261 стр.
2. Alexander Bratus. Nicholas Leslie, Michail Chamo , Dmitry Grebennikov , Rostislav Savinkov , Gennady Bocharov and Daniil Yurchenko. *Mathematical Model of Pancreatic Cancer Cell Dynamics Considering the Set of Sequential Mutations and Interaction with the Immune System*. **Mathematics** 2022, 10(19),3557; <https://doi.org/10.3390/math10193557>. **SKOPUS Q1**.
3. A. Bratus, N.Leslie, G. Bocharov, M. Chamo, D.Yurtchenko. *Mathematical model of dynamics pancreatic cancer cells with interaction of immune system. Approach by replicator quasi species systems*. Thesis of the 13 th International Multiconference Bioinformatic of Genome Regulation and Structure/Systems Biology. (BGRS/SB-2022), Novosibirsk, Russia, 04-08 July 2022. <http://bgrssb.icgbio.ru/2022/> DOI 10.18699/SBB -2022-41.
4. S Drozhzhin, T Yakushkina, AS Bratus. [Fitness optimization and evolution of permanent replicator systems](#). (2022) *Journal of Mathematical Biology* 82 (3), 1-26, (Q1).
5. I Samokhin, T Yakushkina, AS Bratus. [Open quasispecies systems: New approach to evolutionary adaptation](#) (2022). *Chinese Journal of Physics* 77, 1770-1781, (Q2.)
6. A Ocheretyanaya, A Bratus. [Mathematical Model of the Infection Spread in Transport Based on the Theory of Porous Medium](#) (2022), *Advances in Systems Science and Applications* 22 (2), 62-72. (Q2).
7. O. Rozanova, I. Manapov, Mean field game equations with underlying jump-diffusion process AIP Conference Proceedings 2522, 060011 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0100745> WoS
8. Rozanova, O.S. Study of small perturbations of a stationary state in a model of upper hybrid plasma oscillations. *Theor Math Phys* 211, 712–723 (2022). <https://doi.org/10.1134/S0040577922050117> WoS Scopus Q3
9. Maria I. Delova, Olga S. Rozanova, The interplay of regularizing factors in the model of upper hybrid oscillations of cold plasma *Journal of Mathematical Analysis and Applications* Volume 515, Issue 2, 15 November 2022, 126449. <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2022.12644> WoS Scopus Q1
10. Rozanova Olga, Chizhonkov Evgeniy, The influence of an external magnetic field on cold plasma oscillations *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik*, том 73, (в печати) WoS Scopus Q1
11. Olga S. Rozanova, Suppression of singularities of solutions of the Euler–Poisson system with density-dependent damping *Physica D: Nonlinear Phenomena* V. 429,

12. Olga S.Rozanova On the behavior of multidimensional radially symmetric solutions of the repulsive Euler-Poisson equations, Physica D: Nonlinear Phenomena, 2022, (в печати) WoS Scopus Q1

13. V Международная конференция «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования» 7.06.2022–30.06.2022, г. Москва, Россия,
http://multiscalemr.ru/ru/sctemm_2022/

Байдулов В.Г., Князьков Д.Ю., Савин А.С., Шамаев А.С. Прямые и обратные задачи динамики поверхности жидкости под действием течений (устное выступление)

14. 20th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics
19.09.2022–25.09.2022, Heraklion, Crete, Greece,

http://history.icnaam.org/icnaam_2022/ICNAAM%202022/icnaam.org/index.html

Knyazkov D., Shamaev A. Rectilinear motion of mass source in non-uniformly stratified fluid (устное выступление)

15. 10th International Conference on Wave Mechanics and Vibrations, Lisbon, Portugal, July 4-6, 2022, <https://www.wmvc2022.org/>

Gavrikov A., Kostin G. Optimal LQR control for longitudinal vibrations of an elastic rod actuated by distributed and boundary inputs (устное выступление)

16. XVI Международная конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (конференция Пятницкого), Москва, Россия, 1–3 июня 2022,

<https://stab22.ipu.ru>

Kostin G. Optimization of thermodynamic processes in heat-conducting rods controlled by a Peltier element (устное выступление)

17. XVI Международная конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (конференция Пятницкого), Москва, Россия, 1–3 июня 2022,

<https://stab22.ipu.ru>

Kostin G., Gavrikov A. Optimal motion of an elastic rod controlled by piezoelectric actuators and boundary forces (устное выступление)

18. 18th IFAC Workshop on Control Applications of Optimization, July 18-22, 2022, Gif sur Yvette, Франция, 18-22 июля 2022, <https://cao2022.sciencesconf.org/>

Kostin G., Gavrikov A. Controllability and optimal control design for an elastic rod actuated by piezoelements (устное выступление)

19. Романов И.В. Исследование управляемости для некоторой динамической системы с распределенными параметрами, описываемой интегро-

дифференциальным уравнением. Изв. РАН, ТиСУ. 2022, №2, стр. 58-61. (Q2 по версии Scopus для переводной версии журнала)

20..Романов И.В., Шамаев А.С. Точное управление распределенной системой, описываемой волновым уравнением с интегральной памятью. Проблемы математического анализа. 2022, Вып. 115, стр. 3-13.

21. Romanov I., Shamaev A. Exact Controllability of the Distributed System Governed by the Wave Equation with Memory. Proceedings of FORM 2022. V. 282.2023.

22. Романов И.В., Шамаев А.С. Об отсутствии управляемости в моделях “наивной механики”. Три исключительных случая. (Принято к публикации в журнале Прикладная математика и механика).

Статьи, принятые к печати.

23. И.В.Романов, А.С.Шамаев. Управляемость в покое для уравнения колебаний пластинки на торе в случае локального силового воздействия. Мат. Заметки, Q2.

19 статей из q1,q2 из 48 статей SCOPUS, 13 из q1

СОТРУДНИКИ ЛАБОРАТОРИИ

Заведующий лабораторией

доктор физико-математических наук, профессор
Шамаев Алексей Станиславович

Иностранный директор

почетный профессор МГУ, профессор Pennsylvania State University

[Берлянд Леонид Викторович](#), co-director of
[Center for Mathematics of Living and Mimetic Matter](#) and [Center for Interdisciplinary Mathematics](#)

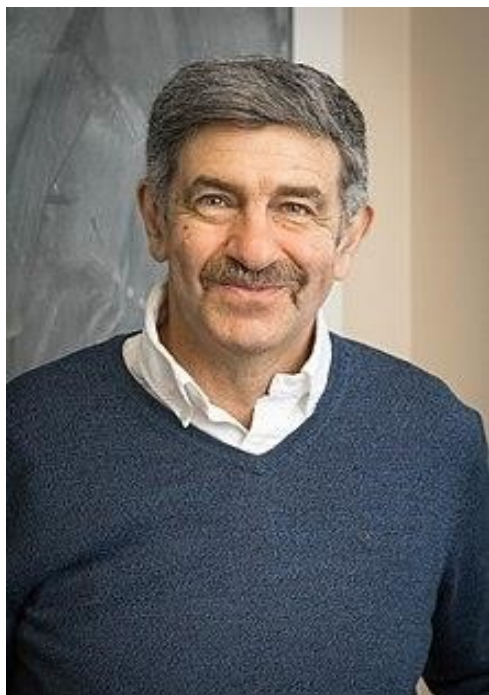
Сотрудники

- Капустина Т.О.
- Розанова О.С.
- Гавриков А.А.
- Князьков Д.Ю.
- Романов М.С.

- Братусь А.С.
- Черник В.В.
- Турцынский М.К.
- Дрожжин С.В.
- Маркин Д.В.

КОНТАКТЫ

Адрес и телефон кафедры дифференциальных уравнений механико-математического факультета МГУ- ГЗ МГУ, 16 этаж, телефон +7 (495) 939 16 31



**Профессор Л.В.Берлянд- иностранный
директор лаборатории**



Профессор А.С.Шамаев- заведующий лабораторией



Профессор А.С.Братусь



Профессор О.С.Розанова



Доцент Т.О.Капустина



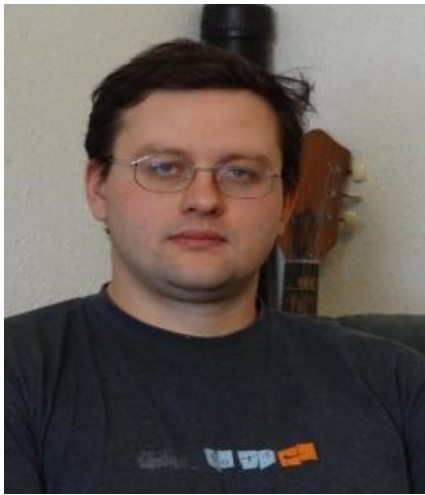
Доцент М.С.Романов



Старший научный сотрудник А.А.Гавриков



Научный сотрудник В.В.Черник



Старший научный сотрудник Д.Ю.Князьков

Zoom Конференция

Home Tools MATH403-202... PDEs_with_D... ML_generative... FDM.pdf Denoising of d... Note Nov 2, 2... [all Ideas - zw... steady state s... decay_rate_of... squimmer_slide... Sign In

Search Replace Page

Export PDF

Adobe Export PDF

Convert PDF Files to Word or Excel Online

Select PDF File

squimmer_slide.pdf

Convert to Microsoft Word (.docx)

Document Language: English (U.S.) Change

Convert

Edit PDF

Create PDF

Comment

Combine Files

Organize Pages

Redact

Download

Create, edit and sign PDF forms & agreements

Start Free Trial

Numerical Result: Stable swimming direction

Spherical swimmer: Stable direction depends on the type of swimmer (pusher/puller). [Lintuvuori et.al, PRL, 2017]

Figure: Red: trajectory of puller, Green: trajectory of pusher

Elongated swimmer: Critical anchoring strength where the stability changes [Berlyand et.al, Comm Physics, Nature, 2020]

- puller ($\beta > 0$) with planar anchoring:
 - when $W < W_{crit}(\beta)$, perp.
 - when $W > W_{crit}(\beta)$, parallel
- pusher ($\beta < 0$) with homeotropic anchoring:
 - when $W < W_{crit}(\beta)$, parallel
 - when $W > W_{crit}(\beta)$, perp.

H. Chi Active Swimmer in Liquid Crystals.

EN 22:12 05.11.2020

Leonid V. Berlyand

Tatiana Kapustina

Hai Chi

Yitzhak Shim...

Alexey

Vitaly Chernik

Maxim Roma...

Jaysa Grafton

Alexander Ga...

Gabriel Cost...

Robert E. Cre...

Spencer Dang

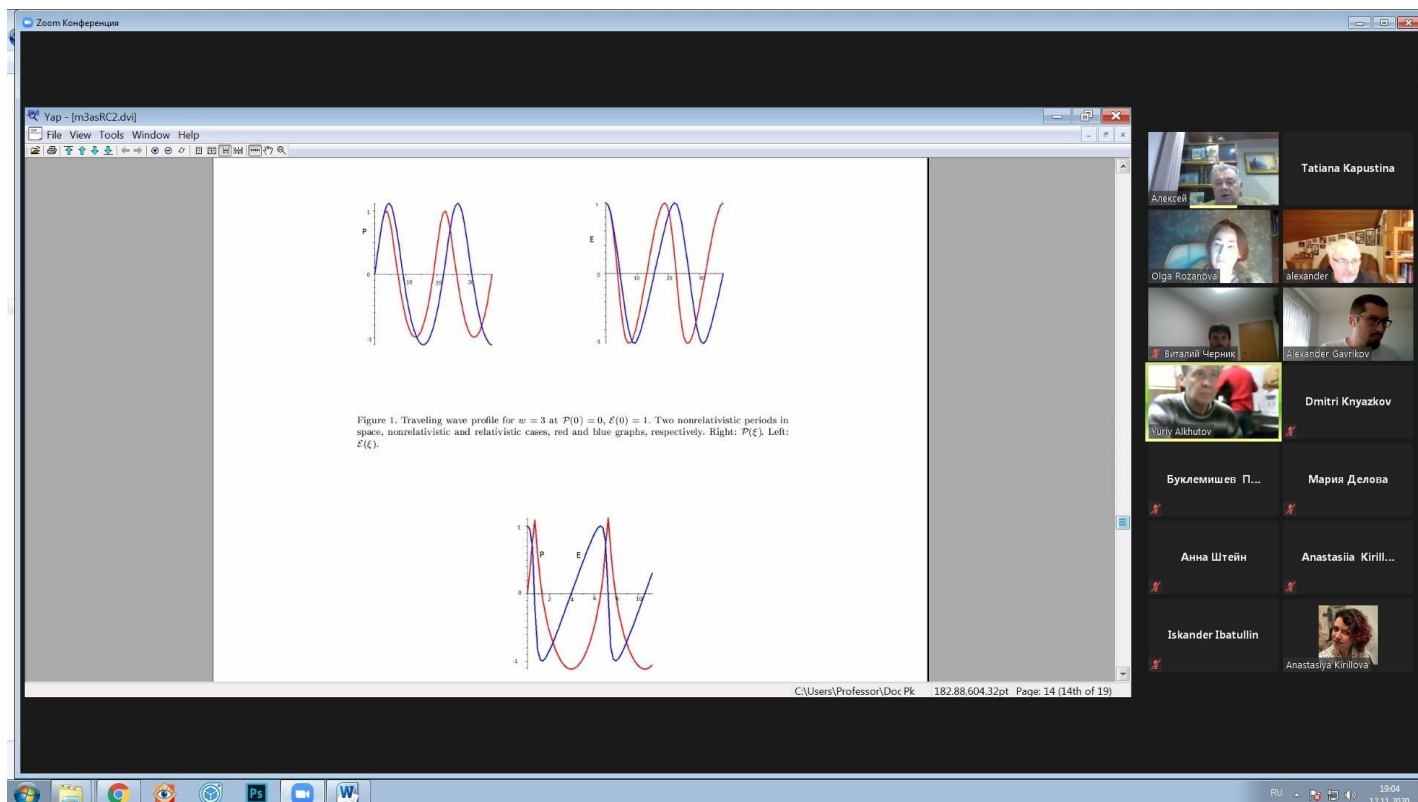
Mykhailo Potom...

Clarke Alexandre

Nung Kwan's iPad

Olya Rozanova

Обсуждение на совместном российско-американском семинаре математической модели движения бактерий в вязкой жидкости со сложной реологией, моделирующей слизистую оболочку. Проблема состоит в создании математической модели, которая бы объяснила ряд наблюдаемых в эксперименте явлений при движении бактерий в вязкой жидкости со сложной реологией- выбор ориентации бактерии при движении, взаимное влияние бактерий друг на друга при движении и пр.

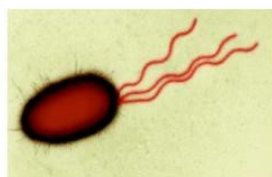


Во втором ряду- **О.Розанова и А.Братусь**, в третьем ряду-**В.Черник и А.Гавриков** .

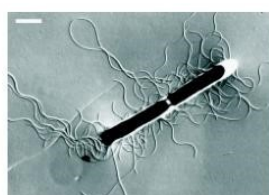
С помощью адекватной математической модели движения бактерий можно было бы дать рекомендации по воздействию различными методами на их концентрацию в медицинских целях.



E. coli

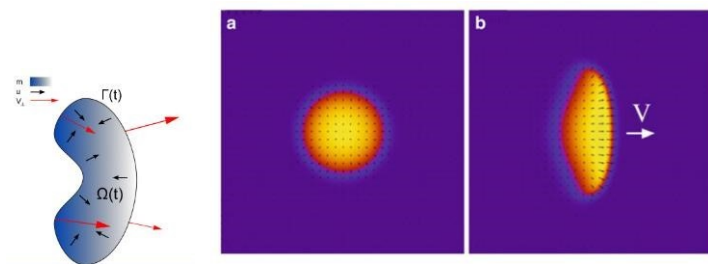


E. coli



Bacillus subtilis

Различные виды бактерий. Видны активные элементы, с помощью которых они осуществляют перемещение в жидкой среде. Создаваемая математическая модель должна учитывать особенности строения бактерий.



Математическое моделирование движения клеток (явление «хемотаксиса»). При возмущении формы клетки или химического состава внутри клетки начинается поступательное движение клетки- как это объяснить? Ведется поиск адекватной математической модели.