

1. Важнейшие результаты научно-исследовательской деятельности в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы за 2018 г.

В материалах ниже приведены важнейшие результаты научно-исследовательской деятельности Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (далее Программа) за 2018 г.

Обозначения:

Полужирный шрифт – материалы, планируемые для представления в доклад Президенту РФ;

Курсив - материалы, планируемые для представления в доклад Правительству РФ;

(*) – материалы, планируемые для представления в доклад председателя УрО РАН;

(**) - материалы, планируемые для представления в отчет УрО РАН.

«Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее - «ИМСС УрО РАН»).

ПФНИ 23: Механика деформирования и разрушения материалов, сред, изделий, конструкций, сооружений и триботехнических систем при механических нагрузках, воздействии физических полей и химически активных сред.

1. Разработан и создан уникальный испытательный стенд для экспериментальных исследований деформационных процессов в крупномасштабных фрагментах строительных и инженерных конструкций и устройств. Габаритные размеры испытуемых конструкций 8×8×12 метров, воздействующие усилия до нескольких тысяч тонн. Стенд позволяет устанавливать закономерности пространственно-временного распределения деформационного отклика элементов конструкции на возникновение критического состояния в отдельных ее частях. Стенд соответствует лучшим мировым образцам. (*)



Разработан и создан уникальный испытательный стенд для экспериментальных исследований деформационных процессов в крупномасштабных фрагментах строительных и инженерных конструкций и устройств

(Рук. д.ф.м.н. Шардаков И.Н.)

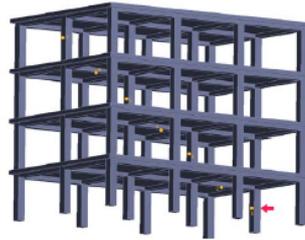
Габаритные размеры испытываемых конструкций 8×8×12 метров, воздействующие усилия до нескольких тысяч тонн.

Стенд позволяет устанавливать закономерности пространственно-временного распределения деформационного отклика элементов конструкции на возникновение критического состояния в отдельных ее частях.

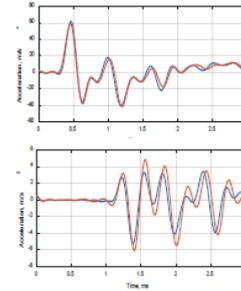
Стенд соответствует лучшим мировым образцам.



Железобетонная конструкция на стенде



Положение датчиков и место воздействия на конструкцию



Сравнение натурального и модельного эксперимента

Разработанный экспериментальный стенд позволяет исследовать фундаментальные закономерности пространственно-временного распределения деформационных процессов в элементах испытываемых конструкций от действия ударных и статических внешних силовых факторов. Технические параметры стенда позволяют изучать упругие и неупругие деформационные явления, а также устанавливать закономерности перехода конструкции к предкритическому и критическому состоянию. Именно крупномасштабность исследуемых конструкций обеспечивает достоверность учета влияния многообразия механизмов взаимодействия элементов конструкций на закономерности деформационного поведения, особенно в критических режимах. Полученные на стенде результаты и закономерности будут использованы в аналитических блоках создаваемых автоматических системах деформационного мониторинга, обеспечивающих безопасность ответственных строительных и инженерных сооружений.

Shardakov I., Shestakov A., Tsvetkov R., Glot I. Investigation of the effect of cracks on the vibration processes in reinforced concrete structures //Frattura ed Integrita Strutturabile. - 2018.- V.46. - P.383-390. DOI: 10.3221/IGF-ESIS.46.35

(Рук. д.ф.м.н. Шардаков И.Н., т.(342) 237-83-18, e-mail: shardakov@icmm.ru).

(файл Шардаков.ppt)

2. Разработана одномерная феноменологическая модель для описания деформационного поведения сплавов с памятью формы. () (**)*

Разработана одномерная феноменологическая модель для описания деформационного поведения сплавов с памятью формы (СПФ), обладающая рядом достоинств:

- 1) способность описать с единых позиций основные макромеханические эффекты, обусловленные фазовыми и структурными превращениями в СПФ;
- 2) возможность учитывать влияние истории деформирования на процессы последующих превращений;

- 3) возможность осуществлять единообразный учет фазовой и структурной составляющих деформации как связанных с образованием ориентированного мартенсита;
- 4) простота численной реализации модели и экспериментальной идентификации ее параметров.

Выполнено экспериментальное подтверждение используемого моделью теоретического представления о взаимосвязи фазовых и структурных деформаций в СПФ на примере никелида титана. Экспериментально проверена гипотеза о независимости пути дальнейшего деформирования от типа начальной деформации: фазовой или структурной. Модель апробирована на решении ряда задач, проведено сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными и с вычислениями с помощью известных моделей, продемонстрировавшее хорошее соответствие результатов.

Тихомирова К.А. Феноменологическое моделирование фазовых и структурных деформаций в сплавах с памятью формы. Одномерный случай // Вычислительная механика сплошных сред. – 2018. – Том 11. – №1. – с. 36-50. DOI: 10.7242/1999-6691/2018.11.1.4

Тихомирова К.А. Экспериментальное и теоретическое исследование взаимосвязи фазовой и структурной деформаций в сплавах с памятью формы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2018. – №1. – С. 40-57. DOI: 10.15593/perm.mech/2018.1.04



Одномерная феноменологическая модель фазовых и структурных деформаций в сплавах с памятью формы

(Рук. д.ф.м.н. Роговой А.А.)

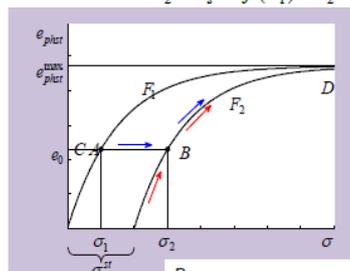
Эффекты, описываемые моделью: монотонная и реверсивная память формы, неоднородное фазовое деформирование, перекрестное упрочнение, изотермические эффекты (в т. ч. мартенситная неупругость и сверхупругость).

Гипотеза 1. Дальнейшее поведение мартенситного элемента под влиянием термодинамического воздействия (структурное превращение, обратное фазовое превращение) однозначно определяется величиной его текущей деформации и не зависит от ее типа (фазовая или структурная).

Гипотеза 2. При обратном фазовом превращении мартенситные элементы исчезают в порядке, противоположном порядку их возникновения в ходе прямого превращения.

Следствие из Гипотезы 1. Предел структурного превращения:

$$\sigma_2 = \sigma_2^{st} = f(\sigma_1) = F_2^{-1}(F_1(\sigma_1))$$



Взаимосвязь диаграмм прямого превращения F_1 и мартенситной неупругости F_2 .

Определяющее соотношение модели:

$$\varepsilon_{plst} = \int_0^{q_0} F_1(\sigma_1(q)) dq + q_0 \varepsilon_V$$

- Прямое фазовое превращение

$$\sigma_1(q) = \sigma \quad \text{при} \quad dq > 0$$

- Структурное превращение

$$\text{если} \quad \sigma > \sigma_2^{st} = f(\sigma_1(q)),$$

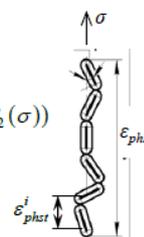
$$\text{то} \quad \sigma_1'(q) \equiv f^{-1}(\sigma) = F_1^{-1}(F_2(\sigma))$$

Обозначения:

$\sigma_1(q)$ - функция управляющего напряжения,

q_0 - текущая объемная доля мартенсита,

ε_V - объемный эффект превращения.



Экспериментальная проверка на примере сплава TiNi:

1. Показана взаимосвязь трех материальных функций F_1 , F_2 и f .
2. Подтверждено выполнение Гипотезы 1 в условиях последующих фазовых и структурных превращений.

(Рук. д.ф.м.н. Роговой А.А., т.(342) 237-84-59, e-mail: rogovoy@icmm.ru).

(файл Роговой.ppt)

3. Впервые выполнено численное моделирование структурирования и индуцируемого полем деформирования магнитной полимеросомы при близких к реальным значениям магнитных и упругих параметров объекта. () (**)*

Магнитные полимеросомы – это мягкие полимерные капсулы с внешним размером 200-600 нм. Мембрана полимеросомы состоит из двух слоёв, в пространстве между которыми находятся наночастицы феррита размером 5-10 нм. Частицы свободно перемещаются внутри мембраны под влиянием, во-первых, тепловой диффузии и, во-вторых,

межчастичных магнитных сил. Эти силы способны вызывать структурирование частиц – образование цепочек.

В нулевом внешнем поле цепи искривлены и свёрнуты, так что полимеросома имеет квазисферическую форму.

Под влиянием поля взаимодействие частиц усиливается, цепи удлиняются, собираются в экваториальной зоне мембраны и распрямляются вдоль направления поля. Они создают механическое напряжение, которое заставляет полимеросому вытягиваться.

Магнитные полимеросомы вызывают большой интерес в наномедицине как дистанционно управляемые контейнеры для транспорта лекарств и как инструменты клеточной нанохирургии. В «ИМСС УрО РАН» впервые выполнено численное моделирование структурирования и индуцируемого полем деформирования магнитной полимеросомы при близких к реальным значениям магнитных и упругих параметров объекта.

A.V. Ryzhkov, Yu.L. Raikher, Coarse-grained molecular dynamics modelling of a magnetic polymerosome // *Nanomaterials* **8** (2018) Art. no. 763 (12 pp.) - Q1 (IF=3.504).

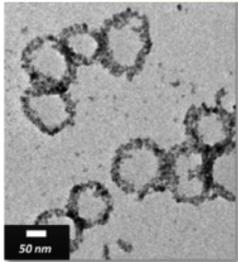
 **Магнитная полимеросома во внешнем поле: структура и форма**
(Рук. д.ф.м.н. Райхер Ю.Л.)

Методом крупнозернистой молекулярной динамики выполнено численное моделирование воздействия поля на МПС при реалистичных значениях материальных параметров

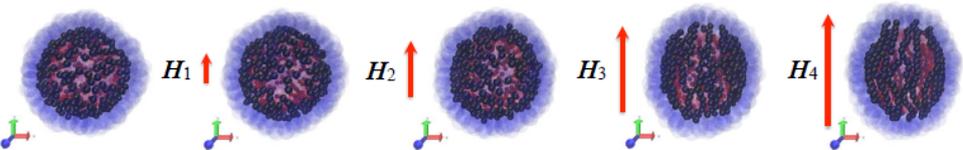
Магнитная полимеросома (МПС) — мягкая капсула с внешним размером 200-600 нм; внутри её двухслойной мембраны находятся и свободно перемещаются наночастицы феррита размером 5-10 нм.

Внешнее поле усиливает взаимодействие частиц, они объединяются в цепи, выстраивающиеся вдоль поля. Цепи натягивают мембрану, и МПС деформируется.

МПС перспективны для наномедицины как дистанционно управляемые контейнеры для доставки лекарств и как инструменты для механического нажима на клетки.



P. Arosio et al.
// *J. Mater. Chem B* **1** (2013) 5317 - Q1



A. Ryzhkov, Yu. Raikher // *Nanomaterials* **8** (2018) 763 (12 pp.) - Q1 WoS

(Рук. д.ф.м.н. Райхер Ю.Л., т.(342) 237-83-23, e-mail: raikher@icmm.ru).

(файл Райхер.ppt)

4. Разработан метод контроля и прогнозирования скорости распространения усталостных трещин в металлах. (*) (**)

Разработан программно-аппаратный комплекс контроля процессов диссипации энергии в металлах при зарождении и распространении усталостных, включающий в себя контактные и бесконтактные методики оценки скорости диссипации энергии в процессе деформирования и разрушения металлов.

Впервые экспериментально получены два характерных режима диссипации энергии при устойчивом режиме распространения. Предложена связь режимов диссипации энергии с механизмами разрушения, подтверждённая по результатам кластерного анализа сигналов акустической эмиссии.

Разработана теоретическая модель, позволяющая прогнозировать остаточную долговечность металлических конструкций при сложном нагружении по данным скорости диссипации энергии без использования дополнительных расчётов напряженно-деформированного состояния в вершине трещины.

Kostina A., Plekhov O. Simulation of cold work evolution in Ti-1Al-1Mn under deformation and failure// Theoretical and applied fracture mechanics. – 2018. – Vol.93. – P.56-63

Vshivkova A.N., Iziyomova A.Yu., Panteleev I.A., Ilinykh A.V., Wildemann V.E., Plekhov O.A. The study of a fatigue crack propagation in titanium Grade 2 using analysis of energy dissipation and acoustic emission data // Engineering Fracture Mechanics (on-line)



Метод контроля и прогнозирования скорости распространения усталостных трещин в металлах

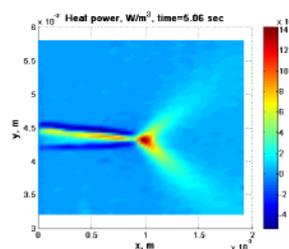
(Рук. д.ф.м.н. Плехов О.А.)

Разработан программно-аппаратный комплекс контроля процессов диссипации энергии в металлах при зарождении и распространении усталостных, включающий в себя контактные и бесконтактные методики оценки скорости диссипации энергии в процессе деформирования и разрушения металлов.

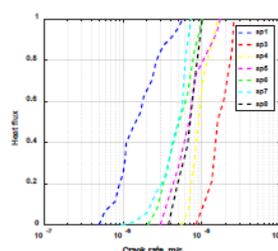
Впервые экспериментально получены два характерных режима диссипации энергии при устойчивом режиме распространения.

Предложена связь режимов диссипации энергии с механизмами разрушения, подтвержденная по результатам кластерного анализа сигналов акустической эмиссии.

Разработана теоретическая модель, позволяющая прогнозировать остаточную долговечность металлических конструкций при сложном нагружении по данным скорости диссипации энергии без использования дополнительных расчётов напряженно-деформированного состояния в вершине трещины.



Диссипация энергии в вершине усталостной трещины



Линейная связь между скоростью распространения усталостной трещины и мощностью диссипации тепла при двусном нагружении образцов из титана BT-1

(Рук. д.ф.м.н. Плехов О.А., т.(342) 237-83-21, e-mail: poa@icmm.ru)
(файл Плехов.ppt)

5. На основе оригинальных экспериментов по ударно-волновому нагружению твердых тел и жидкостей, теоретических результатов по исследованию роли коллективных многомасштабных мод дефектов в механизмах переноса импульса в конденсированных средах предложено объяснение асимптотики вязкости, наблюдаемой для систем с «сильным взаимодействием и эффектов «аномального рассеяния» при формировании автомодельных волновых фронтов и фронтов волн разрушения; установлены «голографические свойства» фронтов по отношению к объемам, охваченных «волнами разрушения».

Оригинальные эксперименты по исследованию автомодельных закономерностей формирования пластических волновых фронтов в жидкостях, металлах и сплавах, инициированию и распространению волн разрушения в хрупких материалах (плавленый кварц) позволили предложить объяснение универсальной асимптотики вязкости, наблюдаемой для систем с «сильным взаимодействием; механизм аномального рассеяния.

Эксперименты по динамическому и ударно-волновому нагружению плавленого кварца в условиях нарастающей интенсивности нагружения установили степенные закономерности пространственно-временных распределений динамики фрагментации, показано

соответствие степенных распределений специальному типу критического поведения твердых тел с дефектами – структурно-скейлинговые переходы.



Предложено объяснение универсальной асимптотики вязкости в системах с сильным взаимодействием, механизм аномального рассеяния

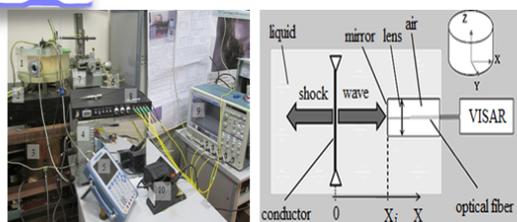


Рис.1. Экспериментальный комплекс. Схема измерения

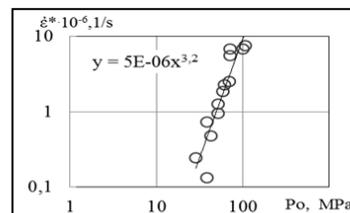


Рис. 2. Степенная асимптотика вязкости при ударно-волновом нагружении жидкости (дистиллированная вода).

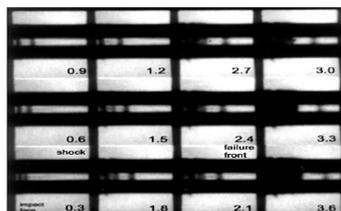


Рис.3. Иницирование и распространение волн разрушения (плавленый кварц, скоростная съемка)

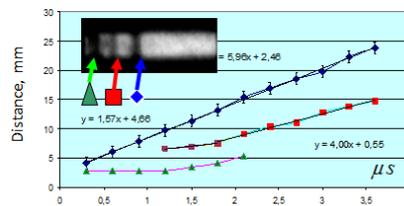


Рис.4. Распространение волны разрушения в стержне из плавленого кварца (тест Тейлора, скорость соударения 560 м/с).

O.B.Naimark, S.V.Uvarov, M.M.Davydova, I.A.Bannikova. Multiscale statistical laws of dynamic fragmentation // *Physical Mesomechanics*, 2017, V.20, n.1, pp.90-101.

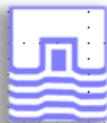
Показано, что условия иницирования и распространения «волн разрушения» соответствуют предельному случаю «фрагментации» - переходу от степенных распределений фрагментов при формировании множественных очагов разрушения, к монодисперным распределениям при «резонансном иницировании» одного очага. Показано, что голографическая природа волновых фронтов волн разрушения характеризует энтропию областей, охваченных волнами разрушения, и определяется набором коллективных мод (диссипативных структур обострения), являющихся степенями свободы волны разрушения..

(Рук. д.ф.м.н. Наймарк О.Б., т.(342) 237-83-12, e-mail: naimark@icmm.ru).

(файл лаб13.ppt)

6. Исследовано формирование островкового углеродного покрытия на активированной азотом поверхности полиуретана.

Плазменные покрытия широко используются для модификации тех или иных свойств материалов. Применимость таких методов в случае мягких упругих полимеров ограничена. Под действием деформации покрытие трескается и отслаивается. Перспективным представляется создание несплошных покрытий. В работе исследовали формирование углеродного островкового покрытия на поверхности эластичного полиуретана. Для получения несплошного покрытия потребовалась дополнительная активация поверхности азотом. В зависимости от количества импульсов магнетронного распыления графитовой мишени на поверхности были получены углеродные островки различной структуры. Предварительные исследования показали, что полученные структуры устойчивы к деформации и имеют хорошую адгезию с полимером.



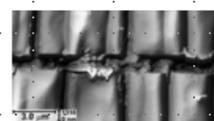
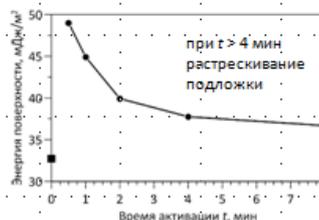
Формирование островкового углеродного покрытия на активированной азотом поверхности полиуретана

Применимость «традиционных» плазменных покрытий для эластомеров ограничена. Деформация материала приводит к повреждению покрытия. Перспективна разработка устойчивых к деформации несплошных покрытий.

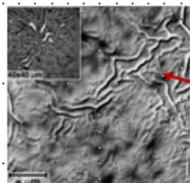
Влияние активации на энергию поверхности



Островковое покрытие при 40% растяжении подложки. Разрушения не происходит.

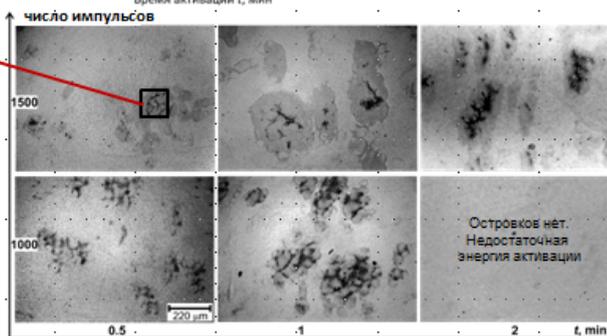


Разрушение сплошного покрытия при 40% растяжении подложки



Материал: полиуретан.

- Покрытие: импульсное магнетронное распыление графитовой мишени.
- Для создания островковых покрытий требуется высокая энергия поверхности → активация поверхности полимера в плазме азота.
- Структура островков зависит от времени активации и числа импульсов напыления



(Рук. д.ф.м.н. Свистков А.Л., т.(342) 237-83-98, e-mail: svistkov@icmm.ru).

(файл лаб 7.ppt)

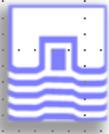
7. Экспериментально и теоретически исследован процесс периодической активизации сейсмического разлома и его акустических предвестников.

На основе физического моделирования деформационной динамики крупного разлома в упругопластичной модели литосферы (на базе ИЗК СО РАН) и прерывистого скольжения берегов разлома в модернизированной слайдер-модели (на базе ОИВТ РАН) с использованием методов корреляции цифровых изображений и акустической эмиссии установлены закономерности формирования и реализации динамической подвижки по модельному разлому.

Впервые экспериментально показано, что в качестве механизма, ответственного за подготовку и реализацию периодических полных активизаций разлома, выступает процесс его сегментации с разделением разрыва по простиранию на серию перемежающихся активных и пассивных сегментов.

Впервые обнаружена синхронизация статистических свойств непрерывной акустической эмиссии при подготовке и реализации динамической подвижки.

Установлены оптимальные параметры и наборы исходных данных для наблюдения эффекта синхронизации статистических свойств акустической эмиссии до и после динамической подвижки.

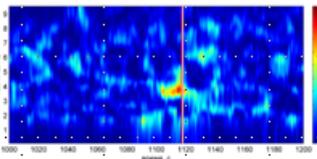


Экспериментальный и теоретический анализ процесса периодической активизации сейсмического разлома и его акустических предвестников

Впервые экспериментально показано, что в качестве механизма, ответственного за подготовку и реализацию периодических полных активизаций разлома, выступает процесс его сегментации с разделением разрыва по простиранию на серию перемежающихся активных и пассивных сегментов.

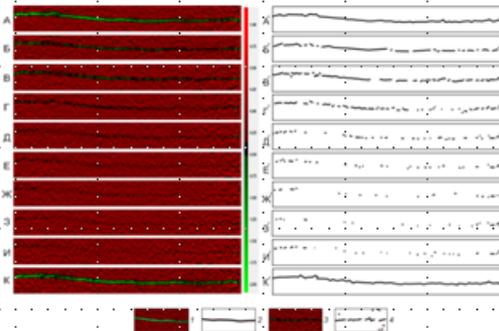
Впервые обнаружена синхронизация статистических свойств непрерывной акустической эмиссии при подготовке и реализации динамической подвижки.

Установлены оптимальные параметры и наборы исходных данных для наблюдения эффекта синхронизации статистических свойств акустической эмиссии до и после динамической подвижки.



Эволюция спектральной меры когерентного поведения многомерного временного ряда ширины мультифрактального спектра акустической эмиссии, зарегистрированной на основании слайдер-модели во временной окрестности сброса усилия (полосами обозначены начало и конец сброса) для временного окна 13.4 секунды

Установлены закономерности формирования и реализации динамической подвижки по модельному разлому на основе физического моделирования деформационной динамики крупного разлома в упругопластичной модели литосферы (на базе ИЗК СО РАН) и прерывистого скольжения берегов разлома в модернизированной слайдер-модели (на базе СИВТ РАН) с использованием методов корреляции цифровых изображений и акустической эмиссии.



Эволюция структуры активных сегментов разрыва в модели между двумя его полными активизациями. 1 – активный разрыв в модели по результатам обработки методом DIC; 2 – активный разрыв на схеме; 3 – совокупность активных сегментов в модели по результатам обработки методом DIC; 4 – совокупность активных сегментов на схеме.

(Рук. д.ф.м.н. Плехов О.А., т.(342) 237-83-21, e-mail: roa@icmm.ru).

(файл лаб 17-2.ppt)

ПФНИ 22: Механика жидкости, газа и плазмы, многофазных и неидеальных сред, механика горения, детонации и взрыва.

1. Предложен подход к обобщению теории Отта-Антонсена, описывающей коллективную динамику больших ансамблей колебательных систем, на случай реальных (неидеальных) ситуаций. Продемонстрировано применение подхода для случая внутреннего шума.(*)

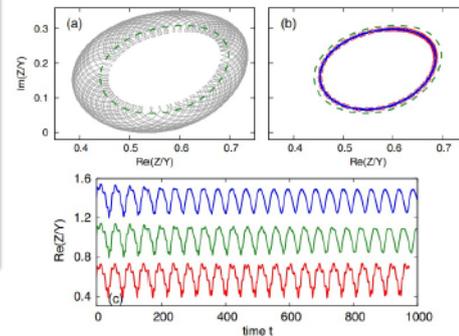
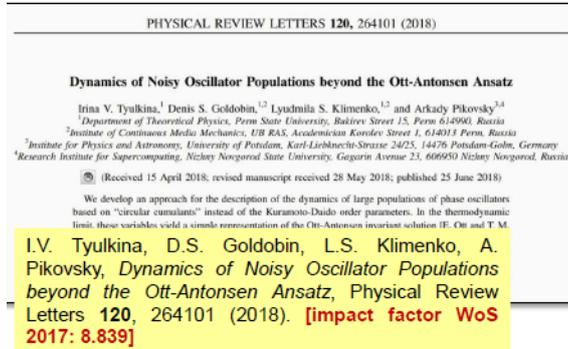


Обобщение теории Отта-Антонсена на популяции реальных осцилляторов

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С.)

Предложен подход к обобщению теории Отта-Антонсена, описывающей коллективную динамику больших ансамблей колебательных систем, на случай реальных (неидеальных) ситуаций.

Продемонстрировано применение подхода для случая внутреннего шума



Внутренний шум ликвидирует многокластерные режимы—«Химеры Абрамса», динамика полностью соответствует математическим моделям обобщенной теории

*В первые часы после публикации работа была отмечена Стивеном Строгацем (Steven Strogatz); за прошедший с момента публикации период по настоящее время рейтинг внимания к работе выше, чем у 83% работ, публикуемых в Physical Review Letters (за аналогичное время).

Теория Отта-Антонсена, разработанная для важного класса ансамблей осцилляторов, позволяет построить точное описание коллективной динамики и существенно продвинуться в понимании фундаментальных механизмов и закономерностей различных коллективных явлений. Вместе с тем, на протяжении десятилетия (с 2008 года) оставались безуспешными попытки ее обобщения на неидеальные ситуации, в которых условия применимости теории слабо нарушены. Д.С. Голдобин, И.В. Тюлькиной и Л.С. Клименко совместно с А. Пиковским предложен подход к построению обобщения. Продемонстрирована реализация подхода для случая систем с внутренним шумом.

I.V. Tyulkina, D.S. Goldobin, L.S. Klimenko, A. Pikovsky, Dynamics of Noisy Oscillator Populations beyond the Ott-Antonsen Ansatz, Physical Review Letters **120**, 264101 (2018). [impact factor WoS 2017: 8.839]

*В первые часы после публикации работа была отмечена Стивеном Строгацем (Steven Strogatz); за прошедший с момента публикации период по настоящее время рейтинг внимания к работе выше, чем у 83% работ, публикуемых в Physical Review Letters (за аналогичное время).

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С., т.(342) 237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com)

(файл Голдобин.ppt)

2. Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование конвекции жидкого натрия в наклонном цилиндре. (*) (**)

Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование особенностей турбулентного конвективного теплообмена жидкого натрия в наклонном коротком цилиндре (диаметр равен высоте) с аксиальным градиентом температуры. Показано, что эффективный аксиальный теплообмен растет при отклонении оси цилиндра от вертикали, имея максимум при наклоне порядка 70 градусов. Обнаружено, что возникающая в цилиндре крупномасштабная циркуляция (КМЦ) жидкого металла подвержена сильным азимутальным колебаниям и, в отличие от наблюдавшихся ранее колебаний в жидкостях с умеренными числами Прандтля, эти колебания сохраняются и при значительных наклонах

полости (до 30 градусов). Численные расчеты подтвердили полученные результаты лабораторных измерений характеристик поля температуры и позволили детально изучить структуру поля скорости, которая недоступна для прямых измерений в течениях жидкого металла.

Khalilov R., Kolesnichenko I., Pavlinov A., Mamykin A., Shestakov A., Frick P. Thermal convection of liquid sodium in inclined cylinders // Phys.Rev.Fluids, 2018. V.3. N4. 043503.

Мандрыкин С.Д., Теймуразов А.С. Турбулентная конвекция жидкого натрия в наклонном цилиндре единичного аспектного отношения // Вычислительная механика сплошных сред, 2018. Т.11. №.3.



Экспериментальное и численное исследование конвекции жидкого натрия в наклонном цилиндре

(Рук. д.ф.м.н. Фрик П.Г.)

Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование особенностей турбулентного конвективного теплообмена жидкого натрия в наклонном цилиндре (диаметр равен высоте) с аксиальным градиентом температуры.

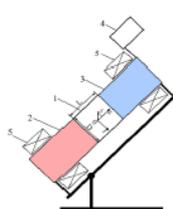
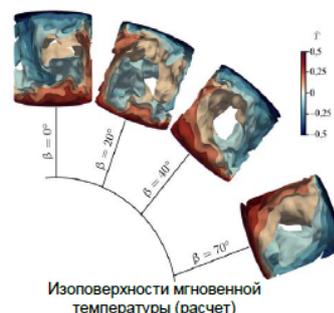
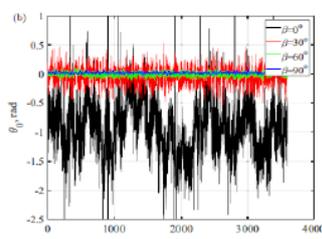


Схема установки и вариации направления крупномасштабной циркуляции натрия при различных углах наклона.



Изоповерхности мгновенной температуры (расчет)

Обнаружены сильные азимутальные колебания крупномасштабной циркуляции жидкого металла, которые сохраняются и при значительных наклонах полости (до 30 градусов).

Численные расчеты подтвердили полученные результаты лабораторных измерений характеристик поля температуры и позволили детально изучить структуру поля скорости, которая недоступна для прямых измерений в течениях жидкого металла.

Khalilov R., Kolesnichenko I., Pavlinov A., Mamykin A., Shestakov A., Frick P. Thermal convection of liquid sodium in inclined cylinders // Phys.Rev.Fluids, 2018. V.3. N4. 043503.

Мандрыкин С.Д., Теймуразов А.С. Турбулентная конвекция жидкого натрия в наклонном цилиндре единичного аспектного отношения // Вычислительная механика сплошных сред, 2018. Т.11. №.3.

(Рук. д.ф.-м.н. Фрик П.Г., т. (342) 237-83-22, frick@icmm.ru).

(файл Фрик.ppt)

3. Экспериментально и теоретически исследовано влияние тепловой конвекции Марангони на динамику поверхностно-активной примеси на поверхности жидкости. Продемонстрирована недооценка в более ранних исследованиях влияния термокапиллярного течения на профиль температуры межфазной поверхности, а также необходимость учета фазовых переходов в слое сурфактанта (*) (**)

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование взаимодействия тепловой конвекции Марангони с адсорбированным слоем нерастворимой поверхностно-активной примеси. Обнаружено, что структура конвективного движения полностью определяется величиной параметра упругости – безразмерного комплекса, показывающего соотношение вкладов концентрационного и теплового механизмов Марангони. При значениях параметра упругости, меньших единицы, у края с большей температурой появляется зона свободной поверхности, где развивается интенсивная термокапиллярная конвекция, тогда как аккумулирующийся вблизи холодного края сурфактант формирует застойную зону. Показано, что полученная в экспериментах зависимость положения границы застойной зоны от величины параметра упругости не совпадает с результатами ранних теоретических исследований, что обусловлено недооценкой конвективного механизма в процессах теплопереноса на межфазной поверхности, а также отсутствием в моделях

возможности фазового перехода в слое сурфактанта. Показано, что в результате учета данных факторов удается получить аналитическое решение, демонстрирующее отличное согласие с экспериментальными данными.

Shmyrov A., Mizev A., Demin V. et al. On the extent of surface stagnation produced jointly by insoluble surfactant and thermocapillary flow // *Advances in Colloid and Interface Science.* – 2018. – Vol. 255. – P. 10-17 (IF = 8.973)

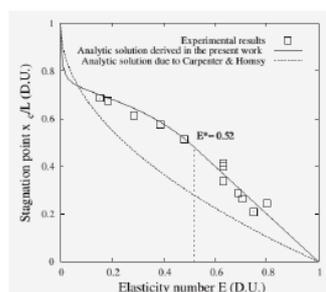


Динамика поверхностно-активной примеси при взаимодействии с тепловой конвекцией Марангони

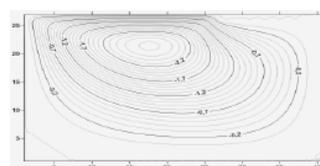
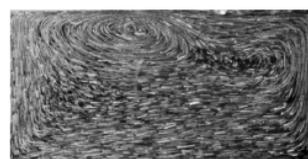
(Рук. к.ф.м.н. Мизёв А.И.)

Экспериментально и теоретически исследовано влияние тепловой конвекции Марангони на динамику поверхностно-активной примеси на поверхности жидкости.

Продемонстрирована недооценка в более ранних исследованиях влияния термокапиллярного течения на профиль температуры межфазной поверхности, а также необходимость учета фазовых переходов в слое сурфактанта.



Положение границы застойной зоны как функция параметра упругости



Структура конвективного течения, полученная в лабораторном и численном экспериментах

Shmyrov A., Mizev A., Demin V. et al. On the extent of surface stagnation produced jointly by insoluble surfactant and thermocapillary flow // *Advances in Colloid and Interface Science.* – 2018. – Vol. 255. – P. 10-17 (IF = 8.973)

Показано, что в результате удается получить аналитическое решение, демонстрирующее отличное согласие с экспериментальными данными.

(Рук. к.ф.м.н. Мизёв А.И., т.(342) 237-83-14, e-mail: alex_mizev@icmm.ru)

(файл Мизев.ppt)

4. Изучено влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение компонент бинарной смеси. (*) (**)

Проведено численное исследование влияния неоднородности тепловых граничных условий на разделение бинарной смеси в поле земной силы тяжести. Конфигурация задачи соответствует реальному эксперименту DCMIX, проведенному на Международной космической станции, когда в углах ячейки стекло находится в контакте с металлом, что вызывает возмущения однородного распределения температуры. Изучено влияние изменения двух параметров: локального отклонения температуры от значения на остальной части границы и длины интервала, на котором возникают температурные искажения. Исследованы случаи симметричных и несимметричных искажений распределения температуры. Моделирование показало существование двух различных режимов массопереноса в смеси с эффектом Соре: диффузионный и конвективный. Диффузионный режим поддерживается до тех пор, пока неоднородность температуры меньше, чем 3-5% от применяемой разности температур и занимает 5% длины границы в каждом углу. Конвективное течение, перемешивая смесь, понижает разделение компонент. Обнаружено возникновение сильного течения, появляющегося на ранних временах и быстро затухающего, которое сильно влияет на разделение компонент смеси.

Mialdun A., Ryzhkov I., Khlybov O., Lyubimova T., Shevtsova V. Measurement of Soret coefficients in a ternary mixture of toluene-methanol-cyclohexane in convection-free environment. *Journal of Chemical Physics.* 2018. 148(4),044506. IF 2.843 <https://doi.org/10.1063/1.5017716>



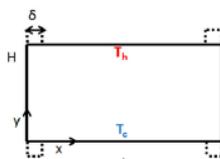
Влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение компонент бинарной смеси

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П.)

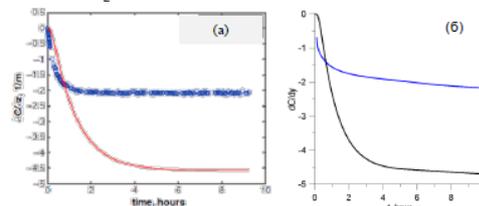
Численно исследовано влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение бинарной смеси в поле земной силы тяжести.

Конфигурация задачи соответствует реальному эксперименту DCMIX, проводившемуся на международной космической станции, когда в углах ячейки стекло находится в контакте с металлом, что вызывает искажение однородного распределения температуры.

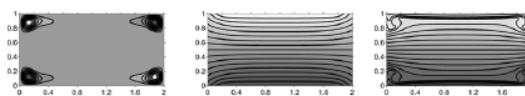
Моделирование показало, что в этом случае при включении нагрева возникает интенсивное конвективное течение. В дальнейшем это течение затухает, но оно успевает оказать значительное влияние на разделение компонент смеси. Таким образом, численное моделирование позволило объяснить требовавшие интерпретации экспериментальные результаты.



Геометрия задачи (ячейка, используемая в эксперименте DCMIX). В углах ячейки возникают искажения однородного распределения температуры



Сопоставление данных о временной зависимости вертикального градиента концентрации в центре полости, полученных для идеальных и неоднородных тепловых граничных условий: (а) экспериментальные данные [Mialdun A., Minetti C., Garonenko Y., Shevtsova V., Dubois F. *Microgravity. Sci. Technol.* 25, (2013)], (б) численные результаты.



Поля функции тока, температуры и концентрации при неоднородных тепловых граничных условиях.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

(файл Любимова.ppt)

5. Исследованы релаксационные процессы в магнитных жидкостях.

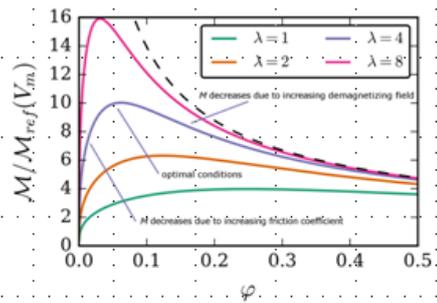
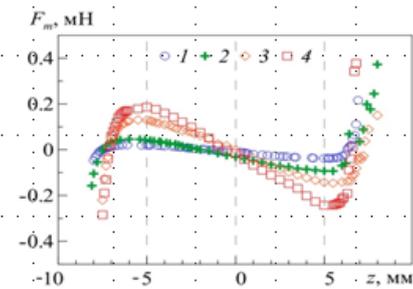
5.1 Получены новые результаты по линейной и нелинейным восприимчивостям магнитной жидкости (феррожидкости) во внешнем постоянном поле.

Исследованы линейные и нелинейные релаксационные процессы в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур. Динамическая восприимчивость на основной, удвоенной и утроенной частотах измерялась мостом взаимной индуктивности в диапазоне зондирующих частот от 4,11 Гц до 81 кГц для пяти различных температур: -25, 0, 25, 50, 75 С. Основное внимание было сфокусировано на исследовании линейных и нелинейных релаксационных процессов в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий. Получены результаты измерения линейной и нелинейной восприимчивостей на основной, второй и третьей гармониках намагниченности в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур.



Исследованы релаксационные процессы в магнитных жидкостях

1. Исследованы линейные и нелинейные релаксационные процессы в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур.
2. Численно определены параметры суперпарамагнитной микросферы, при которых скорость её магнитофоретического движения в заданном градиентном поле оказывается максимальной.
3. Совместно с ИТХ УрО РАН синтезированы магнитные жидкости с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства, измерены частотные зависимости двулучепреломления. Определен характерный размер магнитных частиц, сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.
4. Изучена немонотонная результирующая сила, действующая в тонком пристеночном слое на немагнитное тело, погруженное в полость с магнитной жидкостью, обусловленная как воздействием размагничивающих полей, так и неньютоновскими свойствами жидкости.



5.2 Численно определены параметры суперпарамагнитной микросферы, при которых скорость её магнитофоретического движения в заданном градиентном поле оказывается максимальной.

Равновесная кривая намагничивания суперпарамагнитной микросферы была исследована численно и аналитически. На основе этих результатов получено выражение, связывающие концентрацию магнитной фазы микросферы с её магнитофоретической подвижностью (величиной, показывающей, с какой скоростью будет двигаться микросфера в вязкой жидкости при приложении к ней неоднородного поля). Определены условия, при которых подвижность максимальна.

5.3 Совместно с ИТХ УрО РАН синтезированы магнитные жидкости с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства, измерены частотные зависимости двулучепреломления. Определен характерный размер магнитных частиц, сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.

В кооперации с ИТХ УрО РАН были выполнены работы по синтезу магнитных жидкостей с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства. Измерены частотные зависимости двулучепреломления в переменном магнитном поле. Определен характерный размер магнитных частиц. На основе измерения знака эффекта в постоянном поле сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.

5.4 Изучена немонотонная результирующая сила, действующая в тонком пристеночном слое на немагнитное тело, погруженное в полость с магнитной жидкостью, обусловленная как воздействием размагничивающих полей, так и неньютоновскими свойствами жидкости.

Экспериментально измерена сила, действующая на немагнитное тело, погруженное в магнитную жидкость во внешнем однородном магнитном поле. Пондеромоторная сила достигает максимума вблизи торцов полости с магнитной жидкостью, а в центре полости всегда равна нулю. С ростом напряженности поля пондеромоторная сила увеличивается. При этом в тонкой магнитожидкостной прослойке между торцом цилиндра и полости возникает дополнительная сила,

направленная противоположно пондеромоторной, которая может быть обусловлена как неоднородностью магнитного поля вблизи кромок цилиндра, так и неньютоновскими свойствами самой магнитной жидкости.

(Рук. к.ф.м.н. Иванов А.С., т.(342) 237-83-25, e-mail: lesnichiy@icmm.ru).
(файл лаб 14.ppt)

6. Создана система обработки экспериментальных данных на суперкомпьютерах в режиме реального времени.

Основным методом, который используется для полевых измерений в потоках прозрачных сред, является метод PIV (Particle Image Velocimetry). Несмотря на оптимизацию используемых алгоритмов и рост производительности ПК, современные PIV системы не позволяют производить измерения в реальном времени. Это серьезно ограничивает возможности лабораторного исследования процессов с обратной связью, когда на основе мгновенных распределений скорости производится изменение тех или иных параметров эксперимента. Нами разработан и реализован принципиально новый подход, позволяющий производить обработку экспериментальных данных в режиме реального времени на суперкомпьютерах, открывающий широкие перспективы при исследовании сложных гидродинамических систем и мониторинга технологических процессов. Апробация подхода была успешно осуществлена на лабораторной модели тропического циклона с выделением скрытого тепла. Было показано, что связь между скоростью течения и интенсивностью выделения тепла является ключевым параметром, влияющим на формирование интенсивного циклонического вихря.

В.А. Шапов, А.В. Евграфова, Г.Ф. Масич, А.М. Павлинов, Е.Н. Попова, А.Н. Сухановский, Д.П. Чугунов. «Применение суперкомпьютерной обработки данных от измерительных систем для проведения экспериментов с обратной связью» // Программные системы: теория и приложения, 2018,9:1(36), с. 3–19. DOI: <https://doi.org/10.25209/2079-3316-2018-1-1-3-19>.

(Рук. к.ф.-м.н. Сухановский А.Н., т. (342) 237-83-94, san@icmm.ru).



(файл лаб 4-1.ppt)

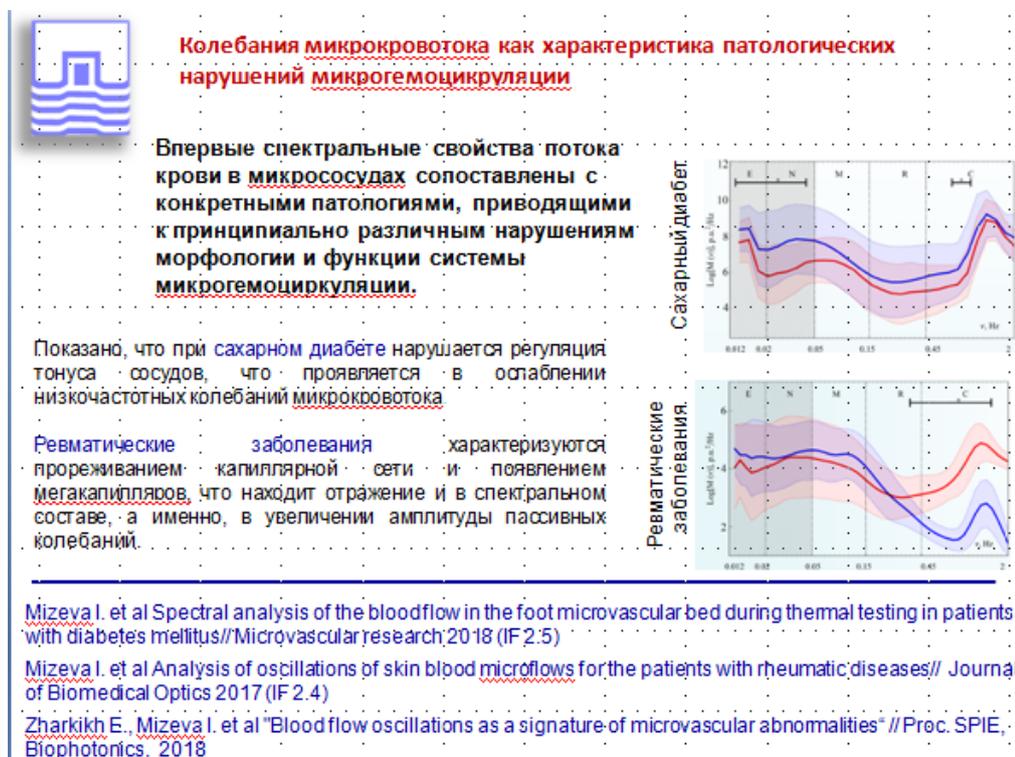
7. Показано, что колебания кровотока являются характеристикой патологических нарушений системы микрогемодициркуляции.

Впервые спектральные свойства потока крови в микрососудах сопоставлены с конкретными патологиями, приводящими к принципиально различным нарушениям морфологии и функции системы микрогемодициркуляции. Проведен мониторинг кровотока в микрососудах методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) в группах контроля, группах с сахарным диабетом 1 и 2 типов и группах пациентов с заболеваниями ревматологического профиля. Протоколы исследования включали в себя регистрацию сигнала ЛДФ в покое и при последовательности температурных тестов. Спектральный состав полученных сигналов изучен при помощи оригинальных алгоритмов основанных на вейвлет-анализе. Известно, что при сахарном диабете нарушается регуляция тонуса сосудов, показано, что это проявляется в ослаблении низкочастотных колебаний микрокровотока. Ревматические заболевания характеризуются прореживанием капиллярной сети и появлением мегакапилляров, что находит отражение и в спектральном составе, а именно, в увеличении амплитуды пассивных колебаний.

Mizeva I. et al Spectral analysis of the blood flow in the foot microvascular bed during thermal testing in patients with diabetes mellitus// Microvascular research 2018 (IF 2.5)

Mizeva I. et al Analysis of oscillations of skin blood microflows for the patients with rheumatic diseases// Journal of Biomedical Optics 2017 (IF 2.4)

Zharkikh E., Mizeva I. et al "Blood flow oscillations as a signature of microvascular abnormalities" // Proc. SPIE, Biophotonics, 2018



(Рук. к.ф.-м.н. Мизёва И.А., т. (342) 237-83-94, mizeva@icmm.ru).

(файл лаб 4-2.ppt)

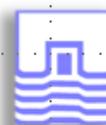
8. Выдвинута и при помощи трехмерного моделирования проверена гипотеза о механизме, вызывающем ослабление поперечного смешивания рек в зоне слияния. Моделирование смешения турбулентных потоков сливающихся рек выполнено на примере крупных рек Пермского края Камы и Вишеры. Найдено, что ниже места слияния формируется двухвихревое течение, которое и служит причиной ослабления перемешивания; при этом движение жидкости в вихрях таково, что вблизи свободной поверхности она перемещается от берегов к середине русла. При достаточно больших расходах на протяжении больших расстояний от места слияния воды рек практически не перемешиваются в горизонтальном направлении по всей глубине.

Эксплуатация водных ресурсов требует проведения на водных объектах мер по организации водопользования, которое может быть рациональным только при понимании происходящих в водоемах процессов. В настоящее время широко обсуждается наблюдаемое в ряде случаев значительное ослабление интенсивности поперечного перемешивания вод при слиянии крупных рек. Поскольку особенности смешения крупных водотоков имеют не только познавательный интерес, но и значительное хозяйственное значение, исследованию этой проблемы посвящено большое число работ.

Для объяснения интересного и важного с точки зрения экологии «подавления» поперечного перемешивания предлагается весьма широкий спектр гипотез, вплоть до отрицания турбулентности в реках. Одним из возможных механизмов, вызывающих это явление, может быть поперечная циркуляция, проявляющаяся как вторичные течения второго рода по Прандтлю. Характерная скорость циркуляционных потоков очень мала и трудно поддается прямому инструментальному измерению, однако, по мнению авторов настоящей работы, циркуляционные потоки могут значительно затруднить поперечное перемешивание при слиянии.

Выдвигаемая гипотеза апробирована в вычислительных экспериментах в рамках трехмерной постановки для размеров реального водного объекта – реки Кама, при впадении в нее реки Вишера. Расчеты показали, что при достаточно больших расходах на протяжении больших расстояний от места слияния воды рек практически не перемешиваются в горизонтальном направлении по всей глубине. Обнаружено, что ниже места слияния формируется двухвихревое течение, которое и служит причиной ослабления перемешивания; при этом движение жидкости в вихрях таково, что вблизи свободной поверхности она перемещается от берегов к середине русла.

Влияние гидродинамических режимов на смешение вод сливающихся рек



(а)

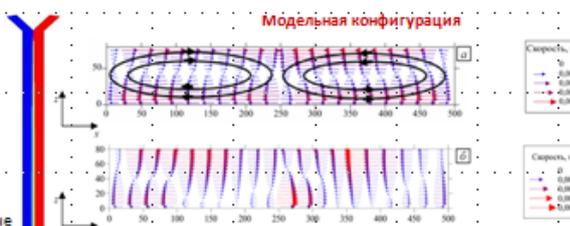
(б)

Поля концентрации сливающихся рек Кама и Вишера. (а) снимок из космоса, (б) Численное моделирование

Воды рек имеют близкие плотности, их температурные режимы и минерализации схожи. Эффекты плотностной стратификации отсутствуют из-за значительного перемешивания вод в реках до зоны слияния.

Выдвинута и при помощи трехмерного моделирования обоснована гипотеза о механизме, вызывающем ослабление поперечного смешивания рек в зоне слияния рек.

Моделирование смешения турбулентных потоков сливающихся рек выполнено на примере крупных рек Пермского края Камы и Вишеры.



Структура вторичного течения в поперечном сечении для скорости течения вод сливающихся рек 0,2 м/с на различных расстояниях от места слияния, м: 700 (а), 10000 (б); для лучшей визуализации вертикальный размер сетки увеличен в 10 раз

Впервые в рамках вычислительного эксперимента в трехмерной постановке на модели с размерами реального крупного водного объекта удалось воспроизвести и визуализировать формирование вторичных течений второго рода, представляющих собой устойчивые поперечные вихревые структуры. Наличие данных структур позволяет объяснить значительное ослабление интенсивности поперечного перемешивания, наблюдаемого при слиянии ряда рек.

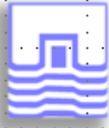
(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-1.ppt)

9. Исследовано движение тяжелой частицы около газового пузырька под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным.

Исследовано движение тяжелой частицы около газового пузырька под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным. Рассматриваемая система находится в несжимаемой жидкости при наличии тяжести. Изучен вклад различных составляющих рассеянного на пузырьке пульсационного поля в суммарную силу, действующую на частицу. Получен векторный вид и модуль этой силы. Построены траектории движения частицы с учетом ее инертности, вибрационной силы, сил Стокса и Бассе. Продемонстрировано, что, как и в нерезонансном случае, траектории движения частицы обладают следующей особенностью. Если начальное положение частицы лежит в плоскости, образованной направлением вибраций и тяжести, то частица не покидает эту плоскость при своем движении, то есть траектории частицы плоские. Однако, если начальное положение частицы не принадлежит этой плоскости, то и траектории частицы не принадлежат какой-либо плоскости.

Результаты применены к вычислению сечения захвата всплывающим пузырем осаждающихся частиц. Показано, что ультразвуковое воздействие может приводить к увеличению сечения захвата, причем наиболее значительное увеличение сечения захвата наблюдается при частотах, близких к резонансным. Таким образом, применяя ультразвуковое воздействие с частотами, близкими к резонансным, даже при малой интенсивности вибраций, можно достичь значительного увеличения вероятности столкновения частиц с пузырьком. Полученные результаты могут быть применены для интенсификации процессов флотации с помощью ультразвука.

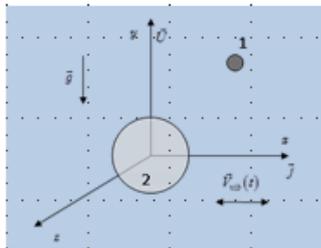


Взаимодействие газового пузырька и твердой частицы под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным

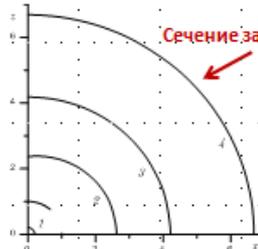
Исследовано движение тяжелой частицы около газового пузырька в несжимаемой жидкости под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным. Построены траектории движения частицы с учетом ее инертности, вибрационной силы, сил Стокса и Басса. Результаты применены к вычислению сечения захвата всплывающим пузырем осаждающихся частиц.

Показано, что ультразвук может привести к увеличению сечения захвата, причем особенно значительное увеличение сечения захвата наблюдается при частотах, близких к резонансным.

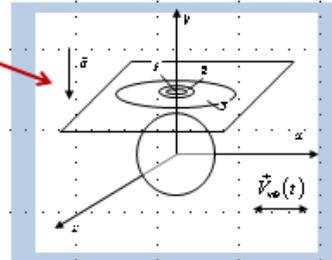
Применяя ультразвуковое воздействие с частотами, близкими к резонансным, даже при малой интенсивности ультразвука, можно достичь значительного увеличения вероятности столкновения частиц с пузырьком. Полученные результаты могут быть применены для интенсификации процессов флотации с помощью ультразвука.



1 – твердая частица,
2 – газовый пузырек



область 1 – в отсутствие вибраций,
область 2 – с учетом вибраций, с частотой 15 кГц,
область 3 – с учетом вибраций, с частотой 6,5 кГц,



область 4 – с учетом вибраций с частотой 6,4 кГц.
Собственная частота колебаний 6399,6 Гц.
Штриховая линия – проекция поперечного сечения пузырька.

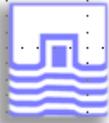
(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

(файл лаб 16-2.ppt)

10. Исследовано влияние вибраций на возникновение термоконвекционной конвекции в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды.

Исследована устойчивость механического равновесия в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды при действии вертикальных высокочастотных вибраций и тяжести.

Для случая подогрева снизу найдено, что вибрации стабилизируют равновесие и приводят к росту длины волны критических возмущений; влияние вибраций на коротковолновую моду неустойчивости является более сильным, чем на длинноволновую, что объясняется различной ролью инерционных эффектов в жидком и пористом слоях; при отношении толщин слоев d , равном 0,15, наблюдается скачкообразный переход от коротковолновых критических возмущений, локализованным в жидком слое, к длинноволновым, охватывающим оба слоя, при этом длина волны увеличивается почти в 10 раз. При нагреве сверху конвекция возникает монотонно, вибрации дестабилизируют равновесие и приводят к уменьшению длины волны критических возмущений.



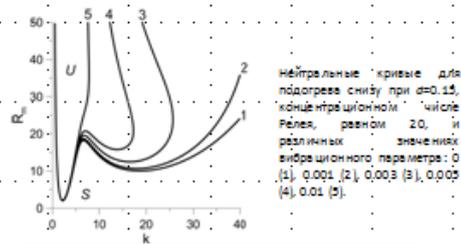
Влияние вибраций на возникновение термоконцентрационной конвекции в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды

Исследована устойчивость механического равновесия в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды, при действии вертикальных высокочастотных вибраций и тяжести.

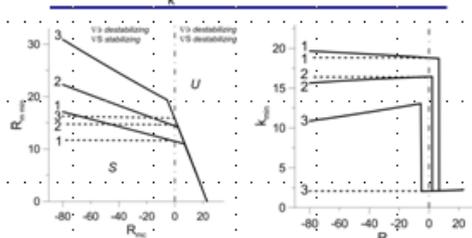
Для случая подогрева снизу найдено, что вибрации стабилизируют равновесие и приводят к росту длины волны критических возмущений; влияние вибраций на коротковолновую моду неустойчивости является более сильным, чем на длинноволновую, что объясняется различной ролью инерционных эффектов в жидком и пористом слоях; при некоторых значениях параметров наблюдается скачкообразный переход от коротковолновых критических возмущений, локализованным в жидком слое, к длинноволновым, охватывающим оба слоя, при этом длина волны увеличивается почти в 10 раз.

При нагреве сверху конвекция возникает монотонно, вибрации дестабилизируют равновесие и приводят к уменьшению длины волны критических возмущений.

Lyubimova T.P., Kolchanova E.A. *Transport in Porous Media*, 122: 97-124 (2018)



Нейтральные кривые для подогрева снизу при $\alpha=0.15$, критическом числе Рейля, равном 20, и различных значениях вибрационного параметра: 0 (1), 0.001 (2), 0.003 (3), 0.005 (4), 0.01 (5).



Минимальное критическое число Рейля и волновое число критических возмущений для подогрева снизу при $\alpha=0.15$ и различных значениях вибрационного параметра: 0 (1), 0.001 (2), 0.003 (3); S - область устойчивости, U - область неустойчивости.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-3.ppt)

11. Исследована устойчивость тонкой паровой пленки на поверхности нагревателя с учетом влияния нерастворимого ПАВ.

Исследована устойчивость двухслойной, двухфазной системы, состоящей из толстого слоя охлаждаемой сверху жидкости, отводящей в процессе конвективного теплопереноса тепло от покрытой паровой пленкой горизонтальной поверхности плоского нагревателя.

Исследована стабилизация неустойчивости Рэлея-Тейлора фазовым переходом и построены зависимости критического теплового потока от толщины паровой пленки. Как осложняющий фактор рассматривалось влияние адсорбированного на поверхности жидкости нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией. Его наличие проявляется в трехкратном понижении теплового потока стабилизации неустойчивости.

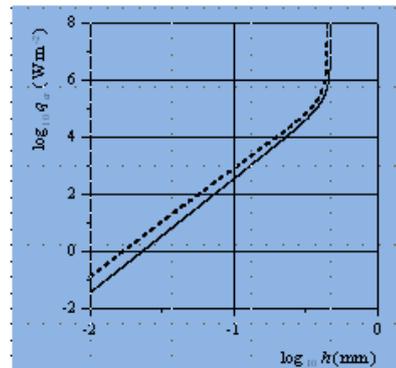
Численно исследована двухслойная двухфазная система, состоящая из тонкого слоя пара, отделяющего плоскую поверхность горизонтального нагревателя от объема охлаждаемой сверху жидкости. В основном состоянии толщина паровой пленки считается постоянной, а тепловые потоки сбалансированными на плоской границе раздела фаз, находящейся при температуре насыщения. Проводится линейный анализ устойчивости возмущений основного состояния. В работе (Kononov et al., 2016) сравнивались результаты линейной задачи, сформулированной исходя из первых принципов, и данных приближения смазки (Tanaka, 1980), где искусственным образом задавался пуазейльевский профиль скорости пара в пленке.



Влияние адсорбированного на межфазной поверхности нерастворимого ПАВ на устойчивость тонкой паровой пленки на поверхности плоского нагревателя.

С учетом конвективного теплообмена в жидкости исследовано влияние адсорбированного на межфазной поверхности нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией на устойчивость толстого слоя охлаждаемой сверху жидкости, отделенной паром от горизонтальной поверхности плоского нагревателя.

Получены зависимости критического теплового потока, необходимого для стабилизации неустойчивости Рэлея-Тейлора, фазовым переходом, от толщины паровой пленки при наличии и в отсутствие ПАВ. Найдено, что наличие ПАВ приводит к трехкратному понижению теплового потока стабилизации неустойчивости.



Зависимость критического теплового потока от толщины паровой пленки при наличии (сплошная линия) и в отсутствие ПАВ (штриховая линия)

Показано, что корректный выбор граничного условия баланса касательных напряжений, куда помимо вязкости пара входит вязкость жидкости, в значительной мере влияет на результат. В настоящей работе допускается наличие нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией, адсорбированного в поверхностном слое жидкости. Как известно, в этом случае происходит смена типа граничного условия на межфазной поверхности, которая проявляется в результате свойства гибкой «мембраны».

Выполненные для воды и водяного пара расчеты указывают на стабилизирующий эффект ПАВ, что проявляется в значительном понижении теплового потока стабилизации неустойчивости.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

(файл лаб 16-4.ppt)

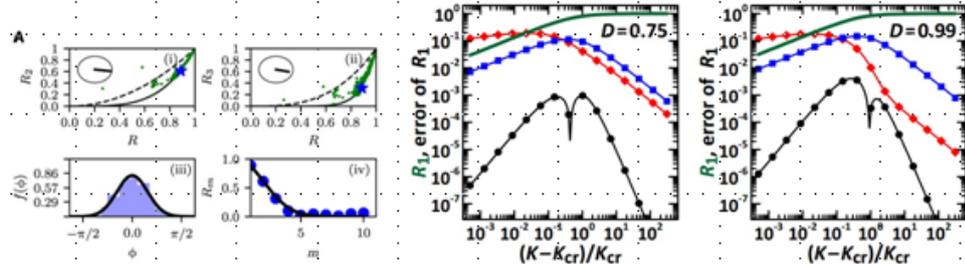
12. Показано, что коллективные явления в сетях биологических осцилляторов, не подчиняющиеся классической теории Отта-Антонсена, хорошо описываются в рамках обобщения теории Отта-Антонсена, предложенного Д.С. Голдобиним и др.

В статье в журнале Science Advances [1] анализируются экспериментальные наблюдения коллективных явлений в сетях биологических осцилляторов и показывается, что они не подчиняются классической теории Отта-Антонсена. Там же предлагается описание, альтернативное теории Отта-Антонсена. Д.С. Голдобиним, И.В. Тюлькиной и Л.С. Клименко совместно с А. Пиковским показано, что разработанный ими ранее подход к обобщению теории Отта-Антонсена на неидеальные ситуации позволяет рассматривать описание, предложенное в [1], как возмущение теории Отта-Антонсена [2]. Более того, подход Голдобина и др. [2] дает гораздо более точные результаты, чем подход [1]. Работа [2] опубликована в разделе срочных сообщений (Fast Track) журнала Chaos.



Применение обобщенного подхода Отта-Антонсена к сетям биологических осцилляторов

Показано, что коллективные явления в сетях биологических осцилляторов, не подчиняющиеся классической теории Отта-Антонсена [1], хорошо описываются в рамках обобщения теории Отта-Антонсена, предложенного Д.С. Голдобиним и др. Подход Д.С. Голдобина и др. [2] дает гораздо более точное описание, чем подход [1].



Экспериментальные данные из [1]

Иллюстрация: погрешность описаний для одной из парадигматических моделей — системы Курамото с внутренним шумом: обобщение теории ОА [2] — черный, классическая теория ОА — синий, подход [1] — красный.

[1] K. M. Hannay, D. B. Forger, and V. Booth, Macroscopic models for networks of coupled biological oscillators, *Science Advances* 4, e1701047 (2018)

[2] D. S. Goldobin, I. V. Tyulkina, L. S. Klimenko, A. Pikovsky, Collective mode reductions for populations of coupled noisy oscillators, *Chaos* 28, 101101 (2018). [impact-factor WoS 2017: 2.415, квартиль Q1]

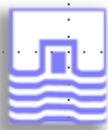
[1] K.M. Hannay, D.B. Forger, V. Booth, Macroscopic models for networks of coupled biological oscillators, *Science Advances* 4, e1701047 (2018). [impact factor WoS 2017: 11.51]

[2] D.S. Goldobin, I.V. Tyulkina, L.S. Klimenko, A. Pikovsky, Collective mode reductions for populations of coupled noisy oscillators, *Chaos* 28, 101101 (2018). [impact factor WoS 2017: 2.415, квартиль Q1]

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С., т.(342)) 237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com
(файл ГДГС-2.ppt)

13. Изучено влияние различия свойств поверхностей на осесимметричные колебания сжатой капли в переменном электрическом поле.

В данной работе рассматриваются колебания капли жидкости в переменном электрическом поле. Капля зажата между двумя параллельными диэлектрическими поверхностями и окружена жидкостью другой плотности. Это поле создает внешнюю вибрационную силу, которая действует на линию контакта трех сред: капля-твердая поверхность-окружающая жидкость. Скорость движения линии контакта пропорциональна сумме отклонения краевого угла и скорости быстрых релаксационных процессов, частоты которых пропорциональны удвоенной частоте электрического поля. Коэффициент пропорциональности (параметр Хокинга) для каждой поверхности разный. Данное условие приводит к затуханию колебаний, которое объясняется взаимодействием линии контакта с твердой поверхностью. При исследовании вынужденных колебаний обнаружены хорошо заметные резонансные эффекты. При любых неравных значениях параметров Хокинга амплитуда колебаний боковой поверхности всегда конечна. Однако, при одинаковых параметрах Хокинга амплитуда неограниченно нарастает в случае малой диссипации. Показано, что по боковой поверхности капли распространяются бегущие капиллярные волны.



Влияние различия свойств поверхностей на осесимметричные колебания сжатой капли в переменном электрическом поле

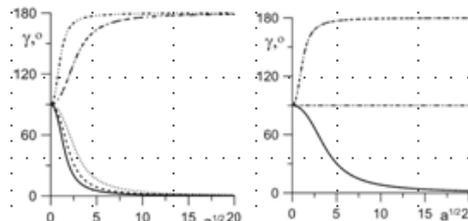
Исследованы вынужденные колебания цилиндрической капли несжимаемой жидкости, зажатой между параллельными пластинами, под действием неоднородного переменного электрического поля.

Рассмотрен случай пластин с разными свойствами поверхности, т.е. разными значениями параметра Хокинга λ .

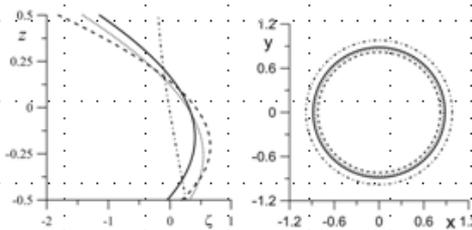
Показано, что диссипация на контактной линии приводит к ограничению максимальной амплитуды колебаний в резонансе и к сдвигу резонансной частоты.

При конечных значениях λ за счет диссипации при движении контактной линии амплитуда колебаний остается ограниченной. Однако при неодинаковых значениях λ для нижней и верхней пластин, амплитуда колебаний остается конечной даже в случае малых или больших λ .

Показано, что «антирезонансные» частоты, при которых нет отклонения линии контакта от равновесного значения ни при каких значениях λ , существуют только в случае одинаковых λ .



Значение краевого угла в зависимости от напряжения



Форма боковой поверхности и линии контакта

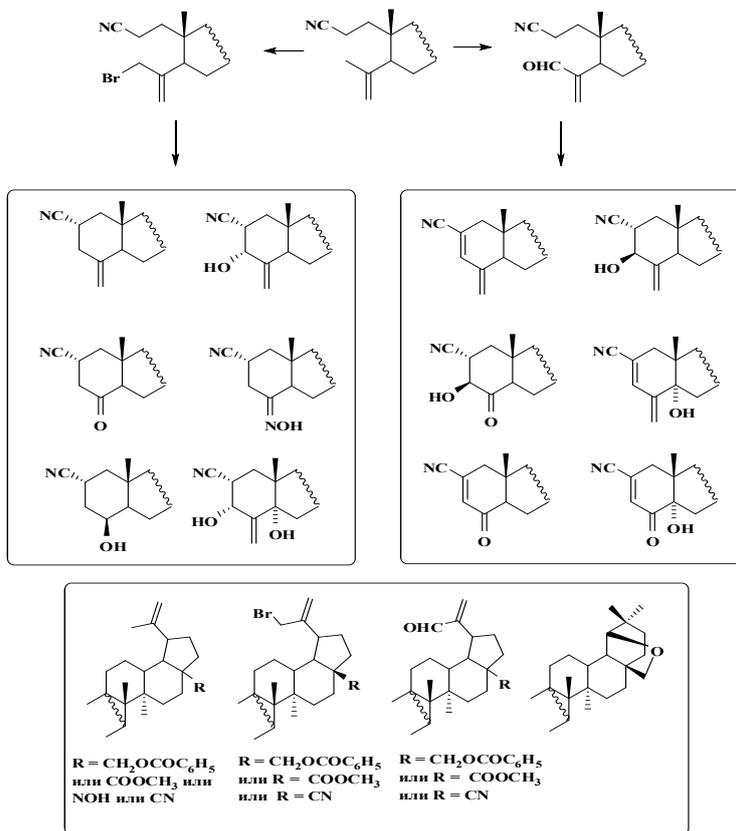
(Рук. к.ф.м.н. Алабужев А.А., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-5.ppt)

«Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ИТХ УрО РАН»).

ПФНИ048: Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний.

1. В условиях аллильного бромирования или окисления по С24 атому из 2-циано-3,4-секотритерпеноидов, полученных из доступного пентациклического тритерпеноида бетулина, синтезированы соответствующие бром-алкены или альдегиды, на основе которых разработаны альтернативные способы синтеза «тритерпеноид-стероидных» гибридов с редуцированной 4,4-гемдиметильной группой в условиях нитрил-анионной циклизации. Для полученных циклических производных реализованы реакции регио- и стереоселективной модификации по С3, С4 и/или С5 положениям цикла А, а также в случае лупановых тритерпеноидов – по С20, С28 и С30 положениям фрагмента изопропилидена. «Тритерпеноид-стероидные» гибриды представляют интерес как потенциальные ингибиторы Р-гликопротеина, который отвечает за развитие одного из механизмов множественной лекарственной устойчивости раковых клеток [I.A. Tolmacheva, A.V. Nazarov, D.V. Eroshenko, V.V. Grishko. Synthesis, cytotoxic evaluation, and molecular docking studies of the semisynthetic “triterpenoid-steroid” hybrids // Steroids. – 2018. – Vol. 140. – P. 131-143].



Лаборатория биологически активных соединений
 Научный руководитель – к.х.н., доцент Гришко В.В.

ПФНИ045: Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов.

1. Разработан метод получения комбинированных оксидных регуляторов горения на углеродной основе, модифицированной оксидами двух металлов, позволяющий синтезировать регуляторы горения с различным соотношением оксидов металлов общей массовой долей оксидной фазы до 20 масс. % и удельной поверхностью от 20 до 400 м²/г. Установлено, что введение в состав высокоэнергетических конденсированных систем на основе циклических нитраминов комбинированных оксидных регуляторов горения, модифицированных оксидами свинца и меди, а также оксидами никеля и меди, с преобладающей массовой долей оксида меди, способствует снижению барического показателя ν закона зависимости скорости горения от давления на 35 %. Показано, что указанные регуляторы горения способствуют снижению значений пиковых температур низкотемпературной (на 10 °С) и высокотемпературной (на 90-100 °С) стадий разложения перхлората аммония.

Лаборатория многофазных дисперсных систем
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Вальцифер В.А.

2. Впервые получены и описаны линейные полиуретанмочевины, обладающие свойствами термопластичности. Доказано, что полученные полимеры имеют с уникально низкие температуры стеклования полимерной матрицы до -100 °С, при концентрации пластификатора ДЭГС не более 40 %, с прочностью не менее 10 МПа при комнатной температуре и не менее 40 МПа при -70°С.

Лаборатория полимерных материалов
 Научный руководитель – к.т.н. Сеничев В.Ю.

«Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ГИ УрО РАН»).

ПФНИ136: Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий.

1. Разработана и опробована на практике новая технология скважинной сейсморазведки - сейсмическое скважинное профилирование. Технология основана на теоретических положениях систем интерференционной регистрации отраженных волн в рамках методики многократных перекрытий (ММП). Основная цель - локализация в пространстве контрастных вертикально-ориентированных тонких скоростных неоднородностей, обусловленных техногенной и природной нарушенностью породного массива. Данная цель достигается за счет высокочастотного спектра сейсмических скважинных данных в диапазоне 600-800 Гц и сформированного для цифровой обработки сейсмограмм ММП графа. Результаты обработки обеспечивают картирование в направлении излучения неоднородностей размерами от 1.6 м до 0.8 м с минимальной протяженностью в 65 м на расстоянии до 200м. Аппаратурное обеспечение включает специализированный скважинный источник с частотой импульса 2000Гц и 24-канальную гидрофонную косу с пьезокерамическими приемниками, регистрирующими объемное сжатие. Данная технология применяется в комплексе с наземными и традиционными скважинными сейсморазведочными исследованиями (рис.1) и использована для контроля развития катастрофических провальных явлений над затопленными калийными рудниками.

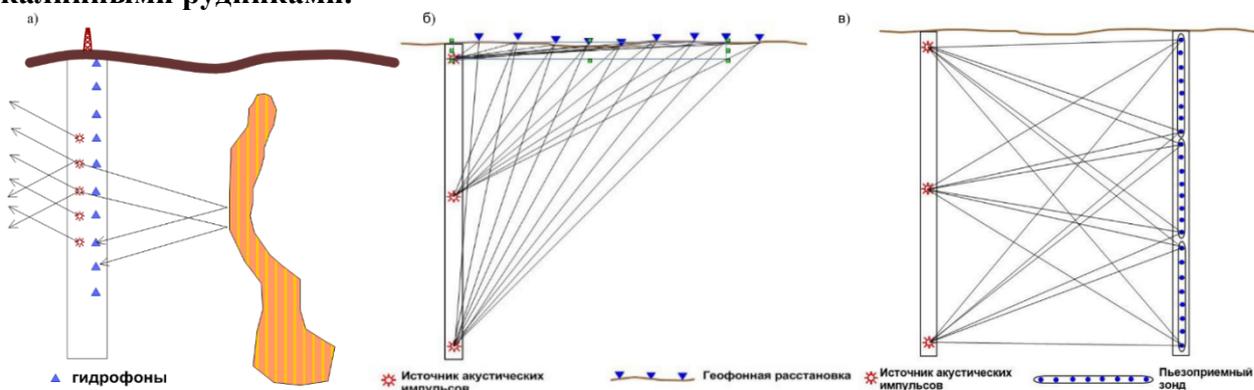


Рис.1. Схемы сейсмических скважинных технологий: а) сейсмическое скважинное профилирование ММП, б) вертикальное скважинное профилирование, в) межскважинное просвечивание

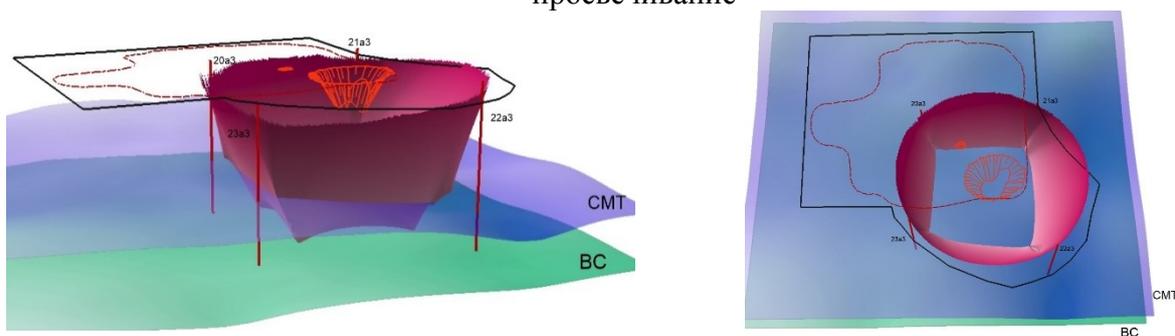


Рис.2. Пространственная (а) и площадная (б) модели зоны дезинтегрированного массива

Санфиров И.А., Чугаев А.В., Бабкин А.И., Лисин В.П., Бобров В.Ю. Горнотехнические приложения малоглубинной скважинной сейсмозазведки / Геофизика. 2018. № 5. С. 24-30.

2. Впервые в соляной толще Верхнекамского месторождения установлено присутствие нового генетического типа рассолов относящихся к палеокарстовым водам (рис.1.), которые сформировались за счет реакции надсолевых сульфатных вод с сильвинитовыми пластами (сингенитовый тренд). Наличие аномалии данного типа, априори, создает угрозу разрушения водозащитной толщи, аварийного прорыва пресных вод в рудник и его затопления. Геологическая природа зоны выщелачивания, выявленная по результатам комплексной интерпретации пространственной сейсмозазведки, площадных электроразведочных исследований, с учетом минерального состава легла в основу физико-геологической модели образования, которая позволила выполнить геомеханические расчеты для оценки возможных условий ведения горных работ на потенциально опасных участках (рис.2).

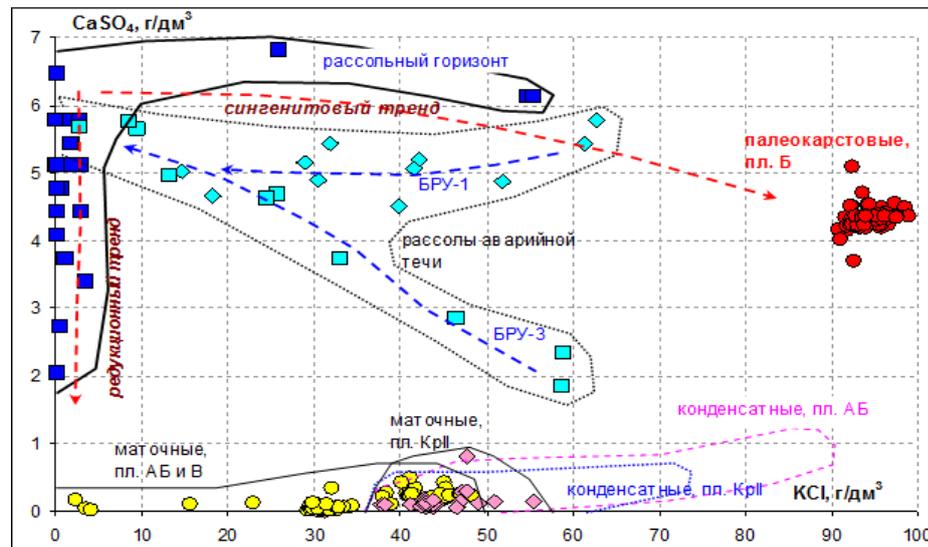


Рис.1. Положение состава палеокарстовых вод на типизационной диаграмме рассолов Верхнекамского месторождения

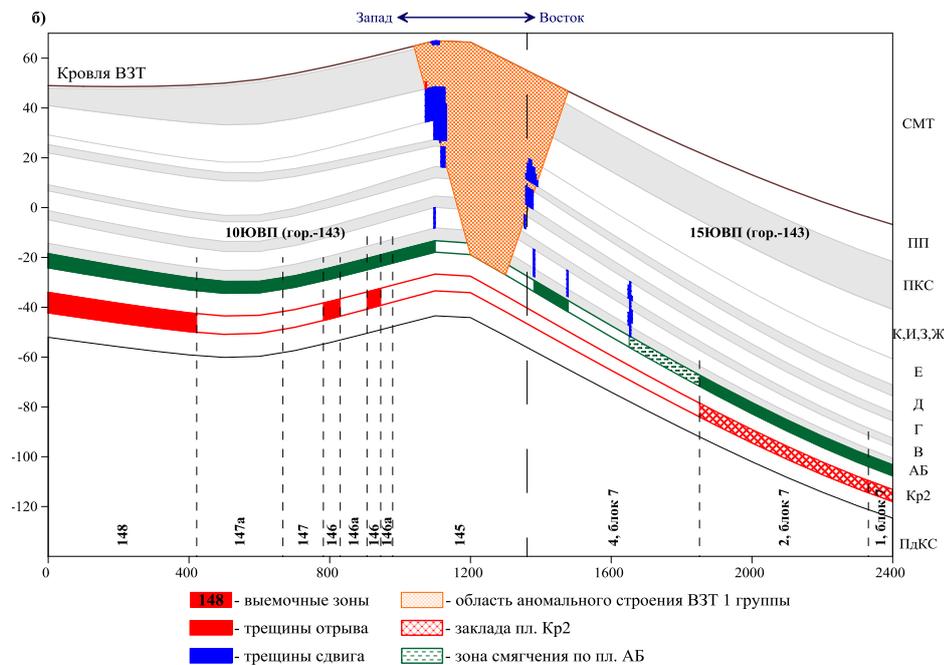


Рис.2. Характер техногенного нарушения сплошности водозащитной толщи

Чайковский И.И. Новый генетический тип рассолов Верхнекамского месторождения // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сб. науч. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. с. 3-7.

Prognosis of lithological variability of the waterblocking strata based on the of complex interpretation of seismic and electrical data / Sanfirov I., Stepanov Y., Baybakova T., Taynitskiy A. // E3S Web Conferences: 7th International Scientific Conference “Problems of Complex Development of Georesources”, Khabarovsk. – 2018. – V. 56. – 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/20185602002.

ПФНИ 132: Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

1.*Разработана синтезированная математическая модель расчета микроклиматических параметров воздуха в горных выработках глубоких рудников, включающая сетевую модель тепло- и массопереноса, модель нестационарного сопряженного теплообмена в системе «воздух – крепь – горные породы» с учетом сжимаемости воздушной среды, влагообмена в рудничной атмосфере и феноменологические модели техногенных источников тепловыделения (рис..). Отличительной особенностью модели является расчет теплообмена между воздухом и массивом горных пород в нестационарной сетевой постановке с учетом адиабатического нагревания и охлаждения воздуха при его движении по вертикальным и наклонным выработкам. Разработанная модель позволяет прогнозировать микроклиматические параметры воздуха глубоких шахт и рудников, характеризующихся сложными и разветвленными сетями горных выработок, высокой температурой вмещающих пород и применением мощных горных машин, что служит фундаментальной основой разработки инновационных систем кондиционирования воздуха.

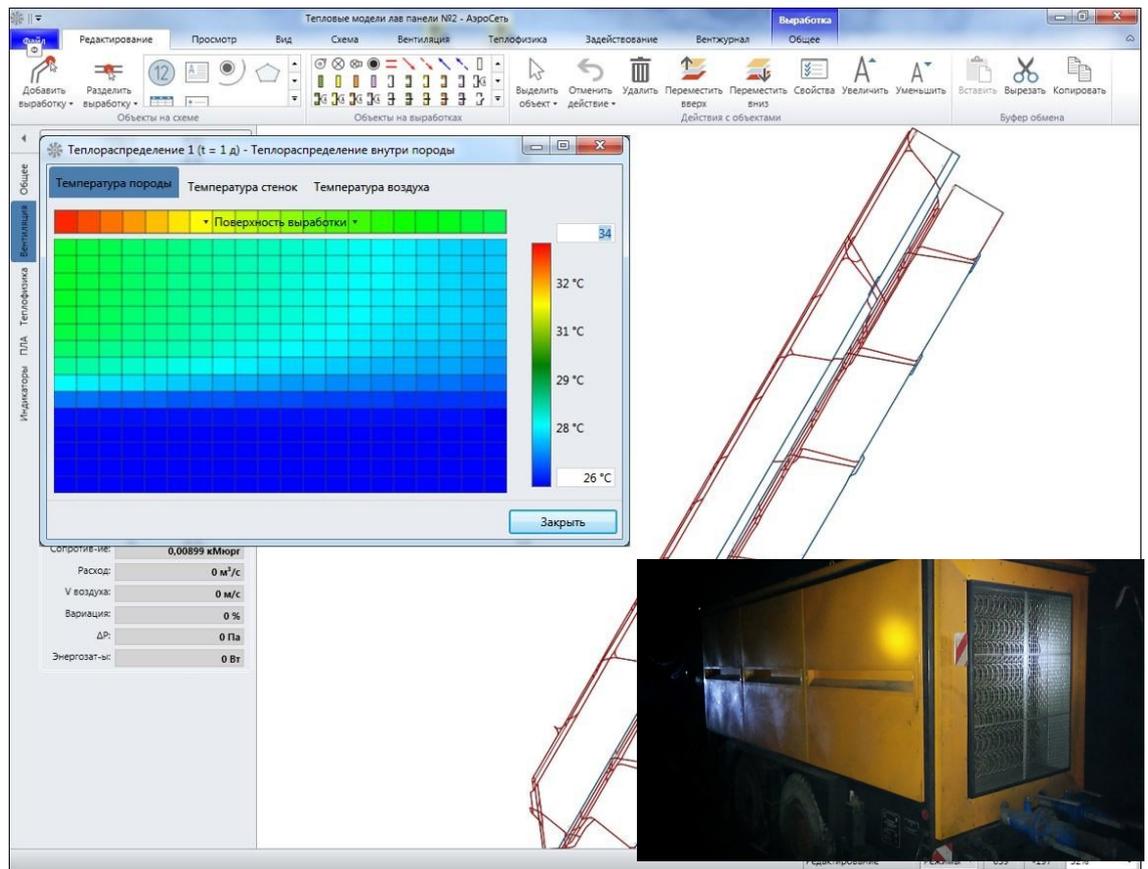


Рисунок . Результаты расчета теплораспределения в сети горных выработок и окружающем породном массиве

Зайцев А.В. Теплотехнические системы нормализации микроклиматических параметров воздуха в глубоких рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» / А.В. Зайцев, Л.Ю. Левин, С.В. Бутаков, М.А. Семин // Горный журнал. — Москва, 2018. — № 6. — С. 34-39.

Левин Л.Ю. Нормализация микроклиматических условий горных выработок при отработке глубокозалегающих запасов калийных рудников // Л.Ю. Левин, А.В. Зайцев, С.В. Бутаков, М.А. Семин // Горный журнал. — Москва, 2018. — № 8. — С. 97-102.

2. (**) Установлены критерии разрушения конструктивных элементов камерной системы разработки, основанные на определении критических значений скоростей поперечного деформирования междукамерных целиков (**рис. 1**). На основе этого подхода создана система дистанционного инструментального мониторинга состояния горных выработок (**рис. 2**). Использование этой системы обеспечивает контроль наступления критических режимов деформирования подработанных толщ и позволяет принимать оперативные решения по реализации дополнительных противоаварийных мероприятий.

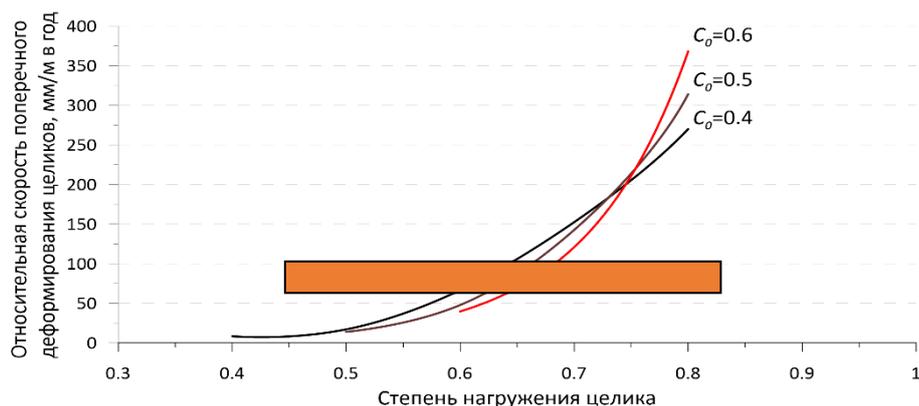


Рис. 1. Изменение относительной скорости поперечного деформирования целиков при различной начальной степени их нагружения

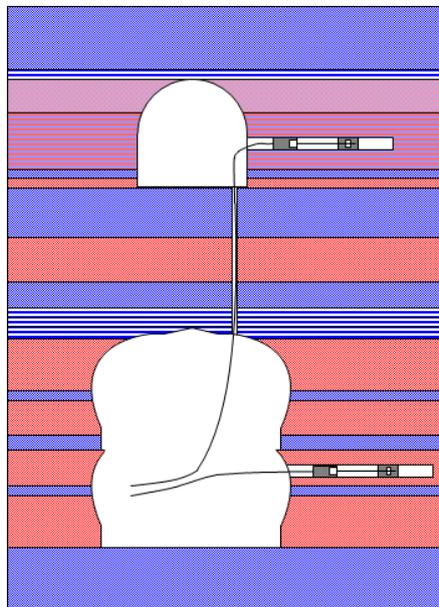


Рис. 2. Схема организации дистанционного контроля

Baryakh A., Lobanov S., Lomakin I., Tsayukov A. Mathematical modelling of limit states for load bearing elements in room-and-pillar mining of saliferous rocks / EUROPEAN ROCK MECHANICS SYMPOSIUM (EUROCK 2018). St. Petersburg, 2018.

Evseev A., Asanov V., Lomakin I., Tsayukov A. Experimental and theoretical studies of undermined strata deformation during room-and-pillar mining / EUROPEAN ROCK MECHANICS SYMPOSIUM (EUROCK 2018). St. Petersburg, 2018.

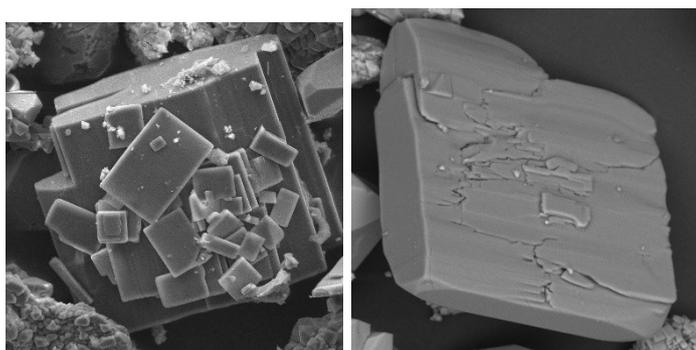
3.(**) Разработана технология переработки глинисто-солевых отходов К-Mg руд (шламов) и использования их, в качестве комплексных удобрений пролонгированного действия для зерновых культур и картофеля. Технология обеспечивает утилизацию отходов калийного производства и получение удобрений содержащих питательные (К, Mg, Ca), мелиорирующие компоненты (глина, доломит) и комплекс микроэлементов.



Рис. Шламы и продукт их переработки - удобрения

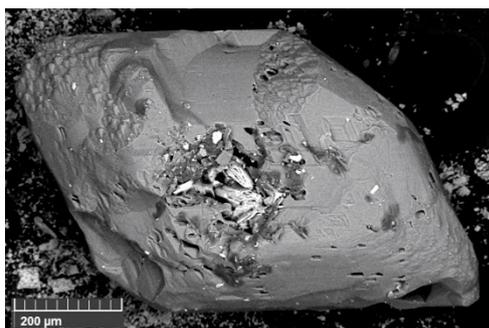
ПФНИ 125: Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.

1. (**) Совместно с МГУ открыты два новых минерала. Оба относятся к группе боратов и происходят из калийно-магниевых солей Верхнекамского и Челкарского месторождений.



Красноштейнит, $\text{Al}_8[\text{B}_2\text{O}_4(\text{OH})_2](\text{OH})_{16}\text{Cl}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Pekov, I.V., Zubkova, N.V., Chaikovskiy, I.I., Chirkova, E.P., Belakovskiy, D.I., Yapaskurt, V.O., Bychkova, Y.V., Lykova, I.S., Britvin, S.N. and Pushcharovsky, D.Y. (2018) Krasnoshteinite, IMA 2018-077. CNMNC Newsletter No. 46, December 2018, page xxxx; Mineralogical Magazine, 82: xxxx–xxxx. (<https://www.mindat.org/min-53190.html>)



Яржемскиит, $\text{K}[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Pekov, I.V., Zubkova, N.V., Korotchenkova, O.V., Chaikovskiy, I.I., Yapaskurt, V.O., Chukanov, N.V., Belakovskiy, D.I., Lykova, I.S., Britvin, S.N. and Pushcharovsky, D.Y. (2018) Yarzhemskiite, IMA 2018-019. CNMNC Newsletter No. 44, August 2018, page xxx; Mineralogical Magazine: 82: xxx–xxx. (<https://www.mindat.org/min-53024.html>)

ПФНИ 138: Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.

1. (**)Разработаны критерии выявления аномалий силы тяжести, обусловленных плотностными неоднородностями геологической и техногенной природы. Совместная интерпретация локальных и динамических аномалий – участков, где за период между съемками происходило изменение гравитационного поля, позволяет оценить интенсивность дезинтеграционных процессов, происходящих в породном массиве. Наибольшую опасность представляют участки совпадения отрицательных локальных аномалий силы тяжести и динамических изменений гравитационного поля (рис.).

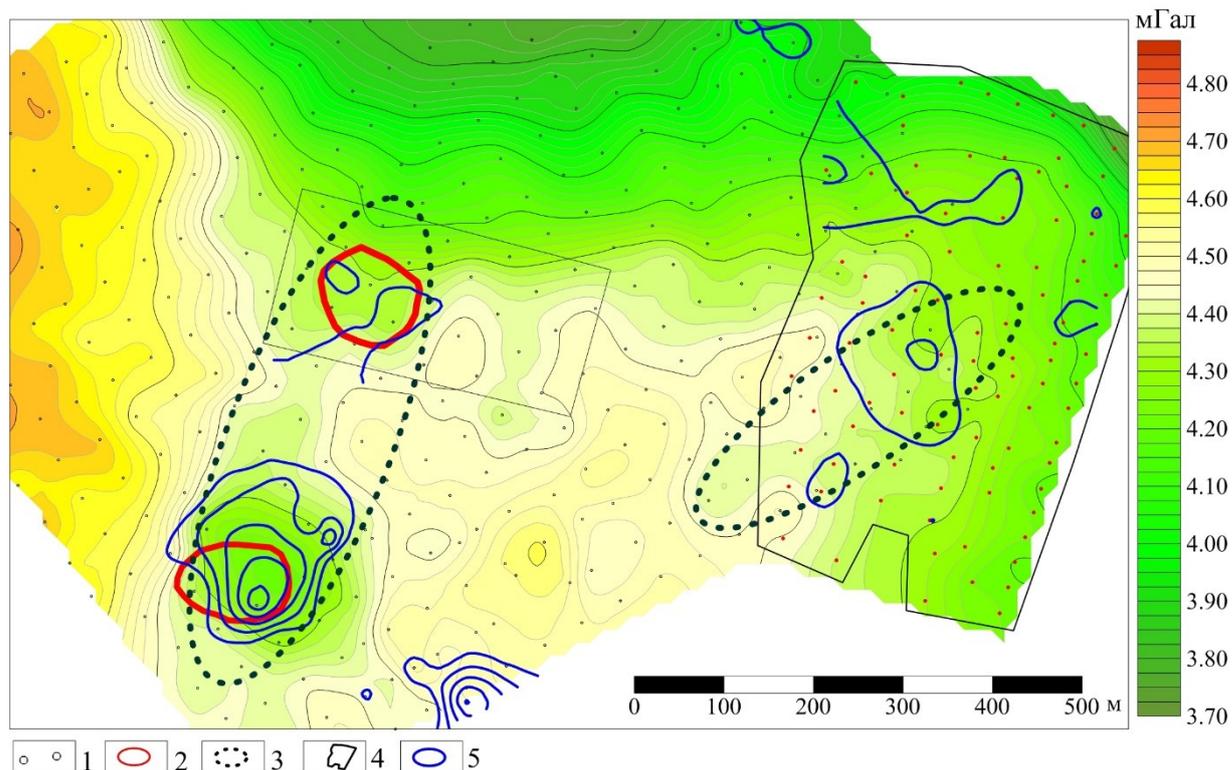


Рис. Гравитационное поле в районе провалов земной поверхности: 1 – пункты гравиметрических наблюдений, 2 – провалы земной поверхности, 3 – контуры локальных аномалий силы тяжести, 3 – участки повторной гравиметрической съемки, 4 – динамические аномалии силы тяжести

Bychkov S.G., Michurin A.V., Simanov A.A. Gravimetric monitoring of technogenic impact on geological environment // Engineering and Mining Geophysics 2018, Almaty, Kazakhstan.

Бычков С.Г., Простолупов Г.В., Щербинина Г.П. Прикладные задачи гравиметрии при обеспечении безопасности отработки месторождения растворимых солей // Геофизика, 2018, №5, С. 4-12.

2. (**)Разработана новая методика оценки регистрационных возможностей системы сейсмологического мониторинга. Методика базируется на расчете очагового спектра сейсмического события с использованием модели Брюна и фактического спектра целевого сигнала в месте установки датчика с учетом поглощения в среде. Наличие модельных сигналов, соответствующих разным источникам, и характеристик сейсмических шумов позволяет произвести моделирование работы алгоритмов-детекторов и оптимизировать их параметры для достижения максимальной эффективности работы сейсмологической сети. Пример расчета минимальной предельно регистрируемой магнитуды для реальной сейсмической сети представлен на рис. 1.

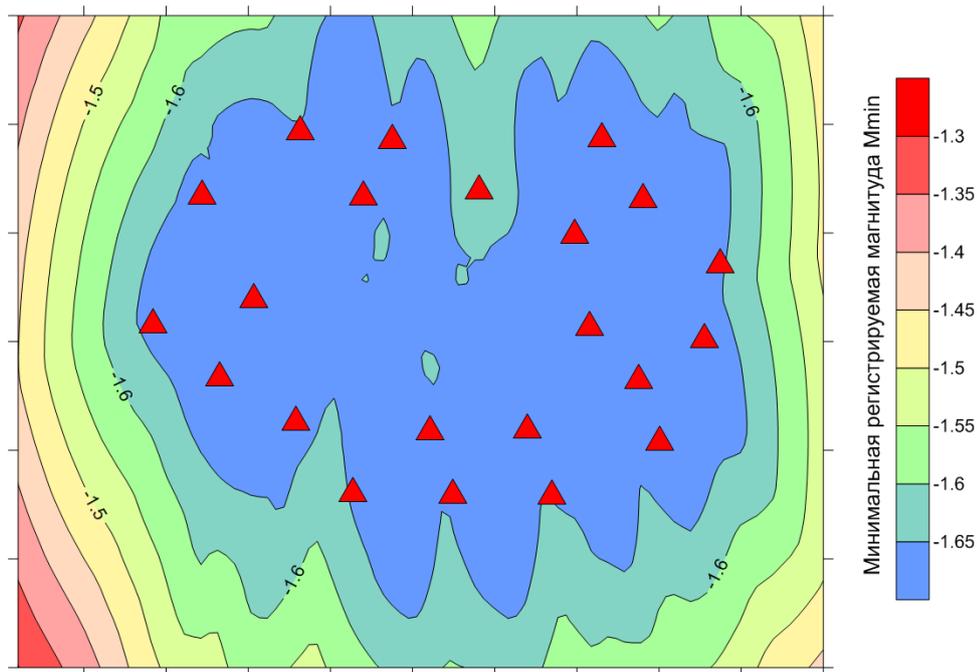


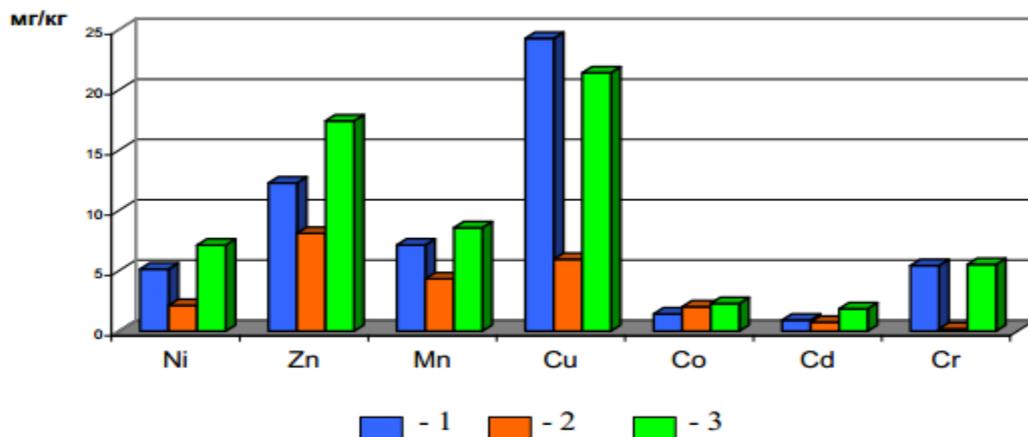
Рис.1. Предельные регистрационные возможности системы локальной мониторинговой системы, полученные с учетом фактического уровня сейсмических шумов и добротности среды

ПФНИ 137: Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества.



1. (**). Результаты экспериментального моделирования поведения систем «отходы – вода» свидетельствуют, что происходящие в угольно-породных отвалах Кизеловского бассейна химико-физические процессы приводят к разрушению прочно связанных с минеральной матрицей соединений, повышению их геохимической подвижности и увеличению содержания миграционно-способных форм. Установлено, что растворимость тяжелых металлов,

определяющая масштабы их эмиссии из угольно-породных отвалов в гидросферу, уменьшается в следующем ряду: $Cd > Sr > Co > Ni > Zn > Mn > Cr > Cu > Fe$.



- 1 - содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов (ТМ) в исходных отходах;
- 2 - суммарное содержание ТМ, перешедших в водную вытяжку;
- 3 - содержание кислоторастворимых форм ТМ в породах после взаимодействия с водой.

Рис. Характер выщелачивания тяжелых металлов из угольно-породных отвалов Кизеловского бассейна

Полученные данные свидетельствуют, что вода выступает не только как растворяющая и транспортирующая поллютанты среда, но и как активный реагент, способствующий активизации миграции тяжелых металлов и органических соединений.

Бачурин Б.А. Геохимические аспекты техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Горный журнал. – 2018. – № 6. – С.40-45 (Scopus)

Бачурин Б.А., Фетисова Н.Ф. Гидрогеохимия техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: мат-лы третьей Всерос. конф. с международ. участием. – Чита [Электронный ресурс]. – Улан-Удэ. Изд-во БНЦ СО РАН. – 2018. – С. 332-335 (РИНЦ)

Бачурин Б.А. Геохимические аспекты техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. научн. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. – С. 48-52 (РИНЦ)

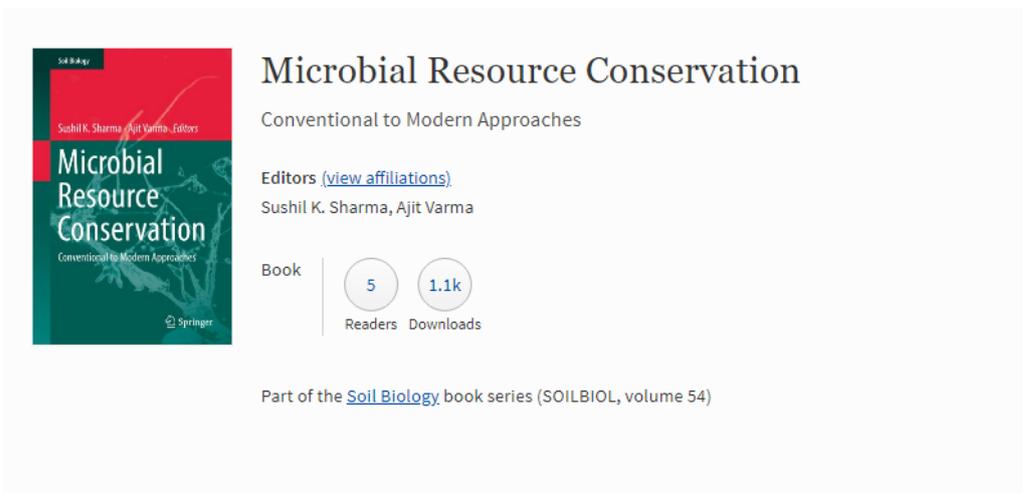
Фетисова Н.Ф. Оценка естественной нейтрализации кислых шахтных вод в условиях Коспашского месторождения Кизеловского угольного бассейна // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. научн. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. – С. 52-55 (РИНЦ).

«Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ИЭГМ УрО РАН»).

ПФНИ 52: Биологическое разнообразие.

1. На основе биоресурсов Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов (реестровый номер Уникальной научной установки www.ckp-rf.ru/usu/73559) проведен биоинформатический анализ данных, полученных в результате секвенирования геномов представителей почвенных актинобактерий *Rhodococcus erythropolis* (штамм ИЭГМ 267, номер в GenBank [MRBQ01000001-MRBQ01000231](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/MRBQ01000001-MRBQ01000231)) и *Rhodococcus ruber* (ИЭГМ 231, номер в GenBank [CCSD01000001-CCSD01000115](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/CCSD01000001-CCSD01000115)) – высокоэффективных продуцентов биосурфактантов и нефтеструктуров. На основе определения целевых нуклеотидных последовательностей родококков экологически значимых видов подобраны праймеры к специфическим участкам генов, кодирующих алкан-монооксигеназу, метан-монооксигеназу, цитохром P450-зависимую монооксигеназу, и выявлено их структурное разнообразие. Полученные данные о консервативных участках гена *alkB* могут быть использованы в качестве возможного филогенетического маркера.

Руководитель: зав. лабораторией алканотрофных микроорганизмов, академик РАН И.Б. Ившина.



Ivshina I.B., Kuyukina M.S. Specialized microbial resource centers: a driving force of the growing bioeconomy. In: S.K. Sharma and A. Varma (Eds), *Microbial Resource Conservation*. *Soil Biology*. 2018. V. 54. P. 111–140 (451 pp.). Springer, 2018. ISBN 978-3-319-96970-1. ISSN 978-3-319-96970-1. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96971-8>. WOS, Scopus.

NCBI Resources How To

Sequence Set Browser [Show help](#)

Project: MRBQ01

MRBQ000000.1 *Rhodococcus erythropolis*

Master | Contigs | Proteins | Download

Accession Product name

Found 64 proteins

| # | Accession | Length | Product name | View |
|----|----------------------------|--------|--------------------------------------|---|
| 1 | OKA16621.1 | 425 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 2 | OKA16622.1 | 407 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 3 | OKA16684.1 | 448 | L-lysine 6-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 4 | OKA16698.1 | 371 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 5 | OKA16708.1 | 416 | steroid C27-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 6 | OKA16785.1 | 194 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 7 | OKA17036.1 | 391 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 8 | OKA16795.1 | 391 | alkane 1-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 9 | OKA16797.1 | 535 | pentachlorophenol monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 10 | OKA16869.1 | 327 | nitronate monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 11 | OKA16886.1 | 102 | antibiotic biosynthesis monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 12 | OKA16897.1 | 329 | nitronate monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 13 | OKA16259.1 | 335 | flavin monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 14 | OKA16520.1 | 329 | alkane 1-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 15 | OKA16459.1 | 422 | steroid C27-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 16 | OKA15960.1 | 426 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |

Рисунок 1 – Скриншот БД NCBI, иллюстрирующий разнообразие целевых генов *Rhodococcus erythropolis* ИЭГМ 267, кодирующих монооксигеназы

ПФНИ 55: Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов.

1. Полиамины оказывают положительный концентрационно-зависимый эффект на образование персистерных клеток *Escherichia coli*, который возрастает в ряду кадаверин → путресцин → спермидин и опосредован их стимулирующим воздействием на экспрессию генов полиаминового модулона. Методом полимеразной цепной реакции в реальном времени с предварительным проведением обратной транскрипции в сочетании с мутационным анализом единичных и двойных генных нокаутов показано, что гены *relA* и *spoT*, входящие в состав полиаминового модулона, наряду с ранее изученными нами (*rpoS*, *rmf*, *yqjD*), участвуют в формировании персистенции *E. coli*. Полученные данные

указывают на то, что в стрессорных условиях (стационарная фаза) действие полиаминов направлено на усиление функции глобальных клеточных регуляторов, обеспечивающих общий стрессорный ответ и развитие персистерного состояния высокой толерантности к стрессам и антибиотикам. Полученные результаты представляют интерес для понимания механизмов формирования бактериальной персистенции и в перспективе могут быть использованы для разработки технологии усиления активности традиционных антибиотиков и разработки новых антибактериальных средств.

Роль генов общего стрессорного ответа в формировании бактериальной персистенции. Хаова Е.А., Кашеварова Н.М, Сидоров Р.Ю., Ткаченко А.Г.

Руководители: чл.-корр. В.А. Демаков, зав. лабораторией адаптации микроорганизмов ИЭГМ профессор А.Г. Ткаченко.

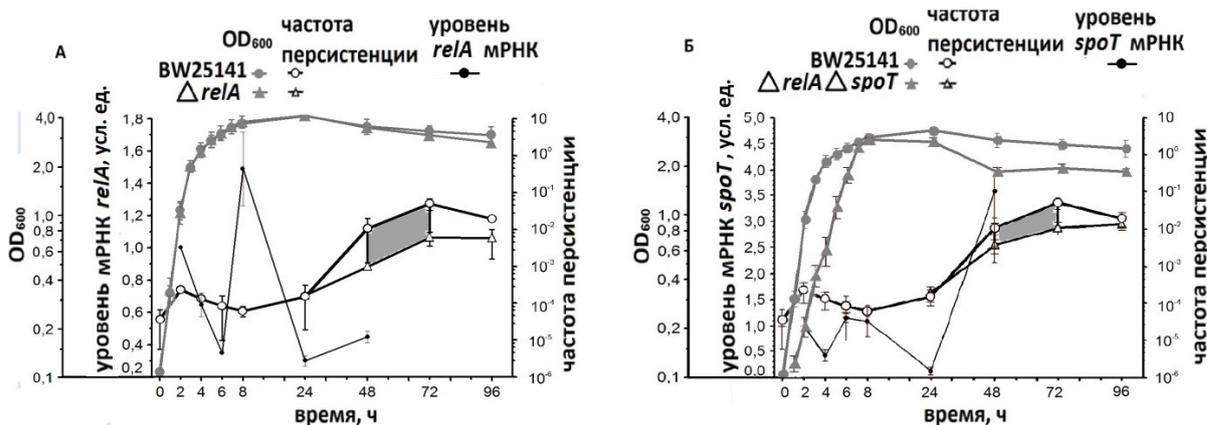


Рисунок. Роль генов *relA* (А) и *spoT* (Б) в персистенции *E. coli*. Затенением отмечены области максимального снижения частоты персистеров в нокаутных штаммах в сравнении с контрольным. Возрастание количества *relA* и *spoT* мРНК родительских штаммов предшествует максимальному уровню частоты персистерных клеток в культуре контрольного штамма.

2. Впервые показано участие регуляторного нуклеотида гуанозинтетрафосфата (p)ppGpp в регуляции дыхания у бактерий *Escherichia coli*. Установлено, что аминокислотное голодание сопровождается резким ингибированием дыхания бактерий, которое отсутствует в мутанте по гену *relA*, кодирующему (p)ppGpp синтазу I, и может предотвращаться ингибиторами трансляции хлорамфениколом и тетрациклином, снижающими уровень (p)ppGpp. Предположительной первичной мишенью (p)ppGpp-зависимого дыхательного контроля является АТФ-синтаза. Резкое ингибирование дыхания, индуцированное аминокислотным голоданием, сопровождается быстрыми изменениями мембранного потенциала и потоков K⁺, а также временным ускорением продукции активных форм кислорода. Высокие уровни супероксида и H₂O₂, а также индукция антиоксидантных систем у мутанта *atpC*, кодирующего ε-субъединицу АТФ-синтазы, свидетельствуют о ее важной роли в контроле продукции активных форм кислорода. Обнаруженная новая функция (p)ppGpp расширяет представление о его роли в метаболическом перепрограммировании клеток в процессе адаптивного ответа на различные стрессы.

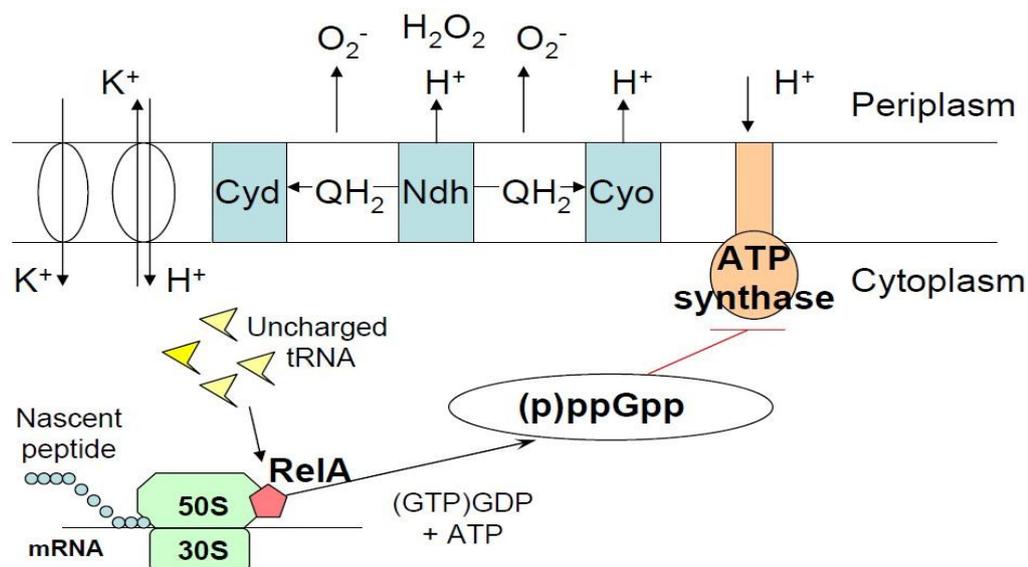


Рисунок. Гипотетический механизм (p)ppGpp-зависимого ингибирования дыхания при изолейциновом голодании *Escherichia coli*. Изолейциновое голодание, индуцированное добавлением валина, вызывает накопление незаряженных транспортных РНК, которые связываются с рибосомальным А-сайтом и запускают RelA-зависимый синтез (p)ppGpp из (GTP)GDP и АТФ. Алармон (p)ppGpp ингибирует выход протонов через АТФ синтетазу, тем самым замедляя перенос электронов в дыхательной цепи и вызывая резкое ингибирование дыхания, которое приводит к ускорению генерации супероксида. Мягкое разобщение с участием K^+/H^+ обменных систем приводит к снижению мембранного потенциала, что снижает образование супероксида. Руководитель: зав. лабораторией физиологии и генетики микроорганизмов ИЭГМ профессор О.Н. Октябрьский.

3. Изучено влияние ацетонитрила на энергетический статус и каталитическую активность клеток нитрилгидролизующих бактерий в суспензии и клеток биопленок. Энергетический статус планктонных клеток и клеток биопленки в монокультуре *Al. faecalis* 2 и смешанной культуры *Al. faecalis* 2 и *R. ruber* gt 1 был определен при десятикратном внесении ацетонитрила каждые 10 минут и каждые сутки. Показано меньшее повреждающее действие ацетонитрила на смешанную культуру, что связано с нитрилгидратазной активностью *R. ruber* gt 1. Биопленки как моно-, так и смешанной культуры более устойчивы к воздействию ацетонитрила, вносимого каждые 10 мин, чем планктонные клетки, что подтверждается менее выраженным снижением содержания АТФ в клетках – в 3 раза для монокультуры и на порядок для бинарной биопленки. Изучено взаимное влияние бактерий *R. ruber* gt 1 и *Al. faecalis* 2 на биопленкообразование и рост в периодической культуре. Показано, что данные штаммы образуют более массивные биопленки в смешанной культуре и в монокультуре при внесении культуральной жидкости другого штамма (рисунок).

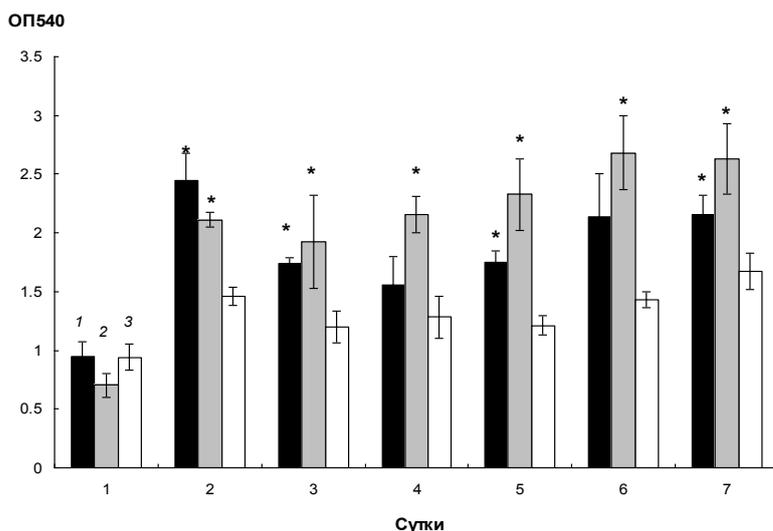
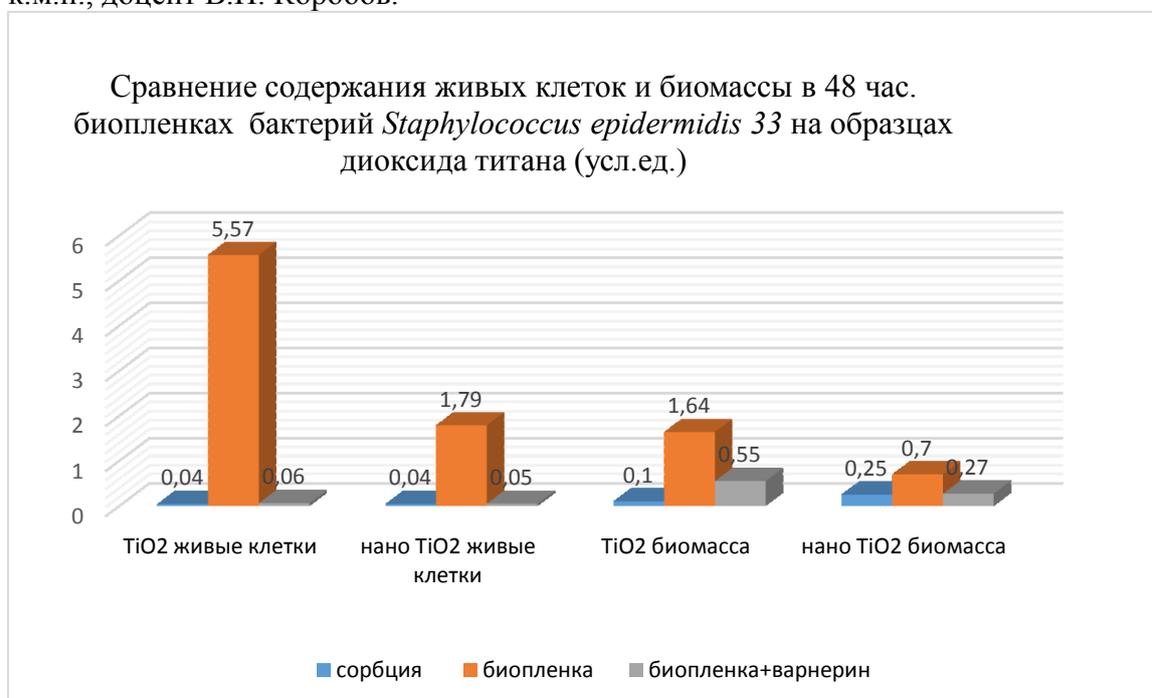


Рисунок. Динамика роста биопленок *R. ruber* gt 1 при добавлении культуральной жидкости 2-х (1) и 4-х (2) сут культуры *Al. faecalis* 2 и без дополнительных добавок (3). Руководитель: зав. лабораторией молекулярной микробиологии и биотехнологии, чл. – корр. РАН В.А. Демаков.

4. Результаты исследований пленкообразующих свойств бактерий *S. epidermidis* 33 на экспериментальных образцах диоксида титана с различными подходами к технологической обработке их поверхностей свидетельствуют об эффективности антибактериального действия низкомолекулярного катионного пептида варнерина как на образцах с наноструктурированным покрытием, так и без него, причем, оно достоверно более выражено на поверхности диоксида титана без покрытия, что может быть связано с большим числом живых клеток в формирующихся в этих условиях бактериальных биопленках. Руководитель: зав. лабораторией биохимии развития микроорганизмов, к.м.н., доцент В.П. Коробов.



ПФНИ 62: Биотехнология.

1. С целью получения устойчивых иммобилизованных биокатализаторов изучено влияние нетоксичных гликолипидных *Rhodococcus*-биосурфактантов на адгезию актинобактерий – биодеструкторов сложных органических загрязнителей к поверхности твердых носителей. На основе данных динамической ИК-термографии в сочетании с высокочувствительной термометрией разработана температурная модель кинетики бактериальной адгезии и обоснована эффективность применения биосурфактантов для создания на поверхности носителя прочного монослоя клеток актинобактерий с высокой каталитической активностью. Руководители: д.б.н. М.С. Куюкина, академик РАН И.Б. Ившина.

Krivoruchko A.V., Iziumova A.Yu., Kuyukina M.S., Plekhov O.A., Naimark O.B., Ivshina I.B. Adhesion of *Rhodococcus ruber* IEGM 342 to polystyrene studied using contact and non-contact temperature measurement techniques // Applied Microbiology and Biotechnology. 2018. V. 102. Iss. 19. P. 8525–8536. Q1. IF 3.34

Осипенко М.А., Куюкина М.С., Писцова О.Н., Ившина И.Б. Программный комплекс “Визуальное прогнозирование и расчет параметров морфогенетического цикла актинобактерий рода *Rhodococcus*”. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018619759. Зарегистрирован в Госреестре программ для ЭВМ 10.08.2018.

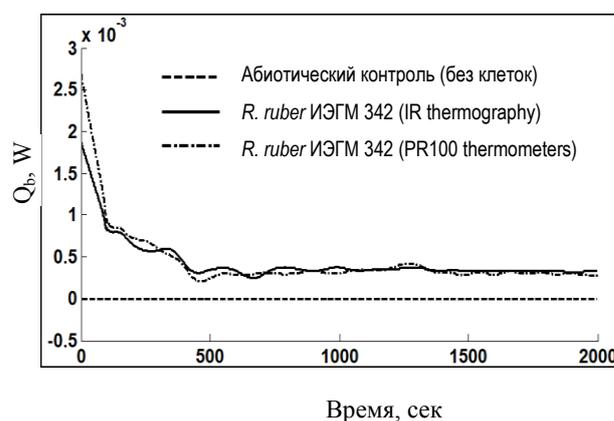
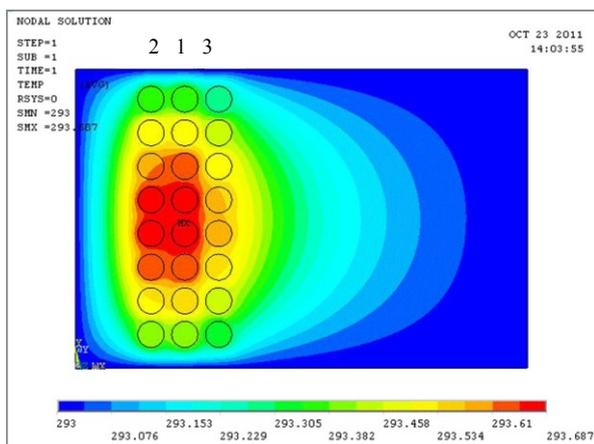


Рисунок – 2D температурная модель адгезии (слева) и динамика термопрофиля (справа) клеток *R. ruber* ИЭГМ 342. Клеточная суспензия ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) родококков помещалась в обработанный биосурфактантом (1) и необработанный (2) полистирольный планшет; (3) – абиотический контроль.

2. Применение соединений растительного происхождения в качестве адьювантов при антибиотикотерапии рассматривается как часть новой стратегии борьбы с антибиотико-резистентными микроорганизмами. Используя *Escherichia coli* как модель, мы показали, что богатые полифенолами или экдистероидами экстракты лекарственных растений и

Таблица 1. Влияние

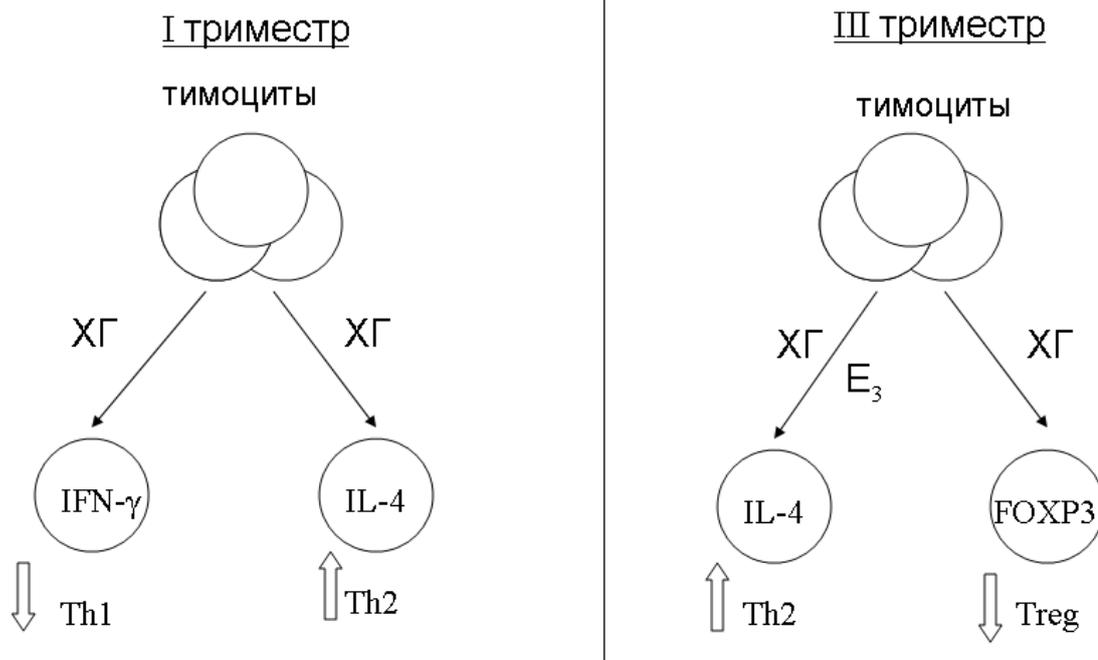
| Цифра | Коефициент | Влияние | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 10 | 10 | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| 5 | 5 | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | ← |

Стрелками обозначено

биопленкообразования. В результате этих изменений предобработка испытуемыми субстратами приводила к значительной модуляции бактерицидной активности антибиотиков, направление и степень которой зависели от типа и дозы субстрата и антибиотика. В большинстве случаев ингибирование роста, вызванное предобработкой, сопровождалось снижением летальной эффективности антибиотиков ципрофлоксацина и цефотаксима как в планктонных культурах, так и в биопленках. Однако в планктонных культурах экстракты толокнянки, брусники, березы, зеленого и черного чая усиливали бактерицидную активность цефотаксима. Экстракты кожицы винограда, серпухи, пажитника и биодобавка Серпистен повышали бактерицидный эффект канамицина. При этом низкие и высокие дозы одного и того же соединения (кверцетин, ресвератрол) могли либо усиливать, либо снижать действие канамицина и ципрофлоксацина. Полученные данные свидетельствуют, что для достижения синергетического эффекта растительных препаратов и антибиотиков необходимо принимать меры по тщательному подбору подходящих комбинаций. Руководитель: зав. лабораторией физиологии и генетики микроорганизмов ИЭГМ, профессор О.Н. Октябрьский.

ПФНИ 59: Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки иммунитета и онкогенеза.

1. При исследовании роли основных гормонов репродукции в регуляции тимического этапа дифференцировки Т-лимфоцитов в период физиологически протекающей беременности установлено, что эффектами обладают хорионический гонадотропин (ХГ) и эстриол (E_3). ХГ в концентрации, соответствующей III триместру беременности, угнетает экспрессию FOXP3 в субпопуляции $CD4^+CD25^+$ -timoцитов. В то время как E_3 в концентрации, соответствующей I триместру беременности, повышает число $CD4^+CD25^+$ тимоцитов, не влияя на экспрессию FOXP3. При оценке гормонального контроля за процессами девиации тимоцитов в Th1 или Th2 функциональный тип показано, что ХГ повышает продукцию IL-4 тимоцитами в концентрациях, свойственных для всего периода беременности, одновременно снижая уровень продукции IFN-gamma. E_3 в концентрации, соответствующей III триместру беременности, также повышает секрецию IL-4 тимоцитами, не влияя на уровень IFN-gamma. Таким образом, изменения иммунной системы во время беременности определяются гормонами репродукции, регулируемыми дифференцировку Т-клеток на тимическом этапе, обуславливая Th2 девиацию. Руководитель: д.м.н., профессор С.В. Ширшев.



Отдел по исследованию политических институтов и процессов ПФИЦ
УрО РАН

ПФНИ 184: Разработка социальных технологий управления обществом; социология власти и управления на региональном и муниципальном уровнях; выявление тенденций развития государства и права в условиях глобализации: взаимосвязь истории и современности.

1. На основе анализа результатов федеральных и региональных выборов 2003–2018 гг. сделан вывод о возрастании степени территориальной однородности голосования населения в субъектах Российской Федерации. Кроссрегиональные различия объясняются преимущественно спецификой региональных политических режимов и эффективностью региональной политики управления электоральным участием.

Публикации: *Panov P., Ross C. (2018) The dynamic nationalisation of voting for United Russia: the stability / instability of regional deviations from national results // East European Politics. Vol. 34. № 1, pp. 97–114. DOI: 10.1080/21599165.2017.1415886; Ковин В.С. Региональная политика управления электоральным участием и президентская кампания 2018 года: публичная активность и электоральная риторика глав российских регионов // Политическая наука. 2018. № 4. (В печати).*

2. (*) На основе результатов лонгитюдного исследования пермского православного сообщества, проведенного в 2014–2018 гг. выявлены основные стратегии изменения религиозной идентичности, определены принципы взаимодействия между священнослужителями и рядовыми верующими, выделен доминирующий тип православного верующего в Пермском крае, для которого характерна неактуальная религиозная идентичность и празднично-заходной характер посещения храма, подтвержден маргинальный статус религии в представлениях среднестатистического верующего.

Публикации: *Рязанова С.В. «Вот люди-то там стоят, а ты не можешь»: посещение церкви в современном пермском православном сообществе. Пермь: Изд-во ПГИК, 2018. –*

172 с. ISBN: 978-5-91201-289-1; *Рязанова С.В.* Прикамье в период обновленческих реформ: выбор между традицией и новацией // Вестник Пермского университета. История. 2018. Вып. 2 (41). С. 128–135. DOI: 10.17072/2219-3111-2018-2-128-135; *Рязанова С.В.* Выбор православия в условиях мировоззренческого плюрализма (Пермский край) // Вестник Православного Свято-Тихоновского университета. Серия 1: Богословие. Философия. Религиоведение. 2018. № 76. С. 130–144. DOI: 10.15382/sturI201876.130-144; *Рязанова С.В.* Внешний облик православного в контексте религиозной идентичности (один исследовательский кейс) // Концепт: философия, религия, культура. 2018. № 2 (6). С. 61–73. DOI: 10.24833/2541-8831-2018-2-6-61-73; *Рязанова С.В.* Православный епископ как персонаж, миф и симулякр в высказываниях пермских верующих // Научный результат. Серия «Социология и управление». 2018. Т. 4. Вып. 3. С. 14–28. DOI: 10.18413/2408-9338-2018-4-3-0-2.

ПФНИ 177: Институциональный анализ политической трансформации России (методологические проблемы, разработка социальных технологий управления обществом в постиндустриальный период).

1. (**) В рамках исследований локальной политики выявлены существенные различия в институциональных моделях рекрутирования глав муниципальных образований в субъектах Российской Федерации, оценены эффекты и издержки участия экономических акторов в деятельности муниципальных представительных учреждений. В отношении промышленных моногородов Урала выявлено изменение политических практик топ-менеджмента градообразующих предприятий, переуступающего формальное участие в локальной публичной власти менеджменту среднего звена, подтверждена устойчивая связь между экономической спецификой и локальной идентичностью в выстраивании политической стратегии публичной власти.

Публикации: *Витковская Т.Б.* Представительный орган местного самоуправления: эффекты и издержки присутствия бизнеса // Вестник Пермского научного центра. 2018. № 3. С. 13–21; *Витковская Т.Б., Назукина М.В.* Промышленные города Урала: специфика локальной идентичности и политических практик // Вестник Пермского университета. Политология. 2018. № 3. С. 148–165. DOI: 10.17072/2218-1067-2018-3-148-165; *Панов П.В.* Рекрутирование глав муниципальных образований: кроссрегиональная вариативность в выборе институциональных моделей // Вестник Пермского научного центра. 2018. № 2. С. 39–47. DOI: 10.7242/1998-2097/2018.2.7; *Подвинцев О.Б., Рябова О.А.* Тенденции трансформации лоббистских структур в органах местного самоуправления малых российских городов (на примере Пермского края) // Вестник Пермского университета. Политология. 2018. № 3. С. 138–147. DOI: 10.17072/2218-1067-2018-3-138-147.

2. *Сформулированы ключевые характеристики пермской идентичности и выделены основные этапы реализации политики идентичности в Пермском регионе, начиная с 1991 г. Разработанная методика анализа региональной идентичности в силу своей универсальности применима для выявления специфики идентичности других субъектов Российской Федерации и проведения кроссрегиональных исследований.*

Публикации: *Назукина М.В.* Между Уралом и Поволжьем: поиски пермской идентичности. Пермь: Печатный салон «Гармония», 2018. – 196 с. ISBN 978-5-9500158-7-8; *Назукина М.В.* Маркеры этничности в региональной идентичности республик России // РЕГИОНОЛОГИЯ REGIONOLOGY. 2018. Т. 26. № 4. С. 698–717. DOI: 10.15507/2413-1407.105.026.201804.698-717.

Отдел истории, археологии и этнографии ПФИЦ УрО РАН

ПФНИ 186: Комплексное исследование этногенеза, этнокультурного облика народов, современных этнических процессов, историко-культурного взаимодействия в России и мире.

1. * В 2018 году завершена реализация научного и издательского проекта "Народы Перми: история и культура". Проект реализовывался в 2015-2018 годах совместно с администрацией города Перми. За четыре года реализации проекта издано 24 монографии, посвященных отдельным народам города Перми. В проект включены следующие народы: русские, татары, башкиры, коми-пермяки, удмурты, украинцы, белорусы, марийцы, чувашаи, армяне, азербайджанцы, грузины, таджики, киргизы, узбеки, осетины, поляки, корейцы, китайцы, евреи, немцы, народы Дагестана, цыгане и болгары. В исследованиях раскрывается этническая история, материальная и духовная культура народа, представлен очерк по его истории в Перми, о современном общественном национально-культурном движении, участии в общественной и культурной жизни краевого центра.

Результаты опубликованы в 24 книгах

Черных А.В. д.и.н., член-корр. РАН

Вайман Д.И., к.и.н.

Каменских М.С., к.и.н.

190. Изучение эволюции человека, обществ и цивилизаций, человек в истории и история повседневности, традиции и инновации в общественном развитии, анализ взаимоотношений власти и общества

1. *В Предуралье в 10-14 веках возникло более 5 ранних городов в основе которых лежали торговые фактории волжских болгар. Они стали не только центрами торговли, но и средоточием различных ремесел, в т.ч. типично городских (ювелирное, стеклодельное и др.) и отличались от большинства иных поселений сложностью планировки и полиэтничностью и поликонфессиональностью. Причиной появления ранних городов была включенность региона в систему дальней транзитной торговли по Камскому торговому, как части Мировой системы транзитной торговли.

Результаты опубликованы в 4 статьях

Белавин А.М., д.и.н., профессор

Крыласова Н.Б., д.и.н., доцент

2. Краткая характеристика научных результатов, получивших наивысшую оценку по уровню качества и научной значимости

ИМСС УрО РАН

23. Механика деформирования и разрушения материалов, сред, изделий, конструкций, сооружений и триботехнических систем при механических нагрузках, воздействии физических полей и химически активных сред

1. Разработан и создан уникальный испытательный стенд для экспериментальных исследований деформационных процессов в крупномасштабных фрагментах строительных и инженерных конструкций и устройств. Габаритные размеры испытываемых конструкций 8×8×12 метров, воздействующие усилия до нескольких тысяч тонн. Стенд позволяет устанавливать закономерности пространственно-временного распределения деформационного отклика элементов конструкции на возникновение критического состояния в отдельных ее частях. Стенд соответствует лучшим мировым образцам.



Разработан и создан уникальный испытательный стенд для экспериментальных исследований деформационных процессов в крупномасштабных фрагментах строительных и инженерных конструкций и устройств

(Рук. д.ф.м.н. Шардаков И.Н.)

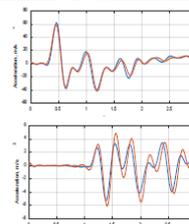
Габаритные размеры испытуемых конструкций 8×8×12 метров, воздействующие усилия до нескольких тысяч тонн.
Стенд позволяет устанавливать закономерности пространственно-временного распределения деформационного отклика элементов конструкции на возникновение критического состояния в отдельных ее частях.
Стенд соответствует лучшим мировым образцам.



Железобетонная конструкция на стенде



Положение датчиков и место воздействия на конструкцию



Сравнение натурального и модельного эксперимента

Аннотация

Разработанный экспериментальный стенд позволяет исследовать фундаментальные закономерности пространственно-временного распределения деформационных процессов в элементах испытуемых конструкций от действия ударных и статических внешних силовых факторов. Технические параметры стенда позволяют изучать упругие и неупругие деформационные явления, а также устанавливать закономерности перехода конструкции к предкритическому и критическому состоянию. Именно крупномасштабность исследуемых конструкций обеспечивает достоверность учета влияния многообразия механизмов взаимодействия элементов конструкций на закономерности деформационного поведения, особенно в критических режимах. Полученные на стенде результаты и закономерности будут использованы в аналитических блоках создаваемых автоматических системах деформационного мониторинга, обеспечивающих безопасность ответственных строительных и инженерных сооружениях. Результаты, полученные на стенде, опубликованы в статье Shardakov I., Shestakov A., Tsvetkov R., Glot I. Investigation of the effect of cracks on the vibration processes in reinforced concrete structures //Frattura ed Integrita Strutturale. - 2018.- V.46. - P.383-390. DOI: 10.3221/IGF-ESIS.46.35

(ИМСС УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН, рук. д.ф.м.н. Шардаков И.Н., т.(342) 237-83-18, e-mail: shardakov@icmm.ru).

(файл Шардаков.ppt)

2. Разработана одномерная феноменологическая модель для описания деформационного поведения сплавов с памятью формы.

Аннотация

Разработана одномерная феноменологическая модель для описания деформационного поведения сплавов с памятью формы (СПФ), обладающая рядом достоинств:

- 1) способность описать с единых позиций основные макромеханические эффекты, обусловленные фазовыми и структурными превращениями в СПФ;
- 2) возможность учитывать влияние истории деформирования на процессы последующих превращений;

- 3) возможность осуществлять единообразный учет фазовой и структурной составляющих деформации как связанных с образованием ориентированного мартенсита;
- 4) простота численной реализации модели и экспериментальной идентификации ее параметров.

Выполнено экспериментальное подтверждение используемого моделью теоретического представления о взаимосвязи фазовых и структурных деформаций в СПФ на примере никелида титана. Экспериментально проверена гипотеза о независимости пути дальнейшего деформирования от типа начальной деформации: фазовой или структурной. Модель апробирована на решении ряда задач, проведено сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными и с вычислениями с помощью известных моделей, продемонстрировавшее хорошее соответствие результатов.



Одномерная феноменологическая модель фазовых и структурных деформаций в сплавах с памятью формы

(Рук. д.ф.м.н. Роговой А.А.)

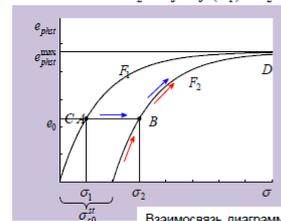
Эффекты, описываемые моделью: монотонная и реверсивная память формы, неоднородное фазовое деформирование, перекрестное упрочнение, изотермические эффекты (в т. ч. мартенситная неупругость и сверхупругость).

Гипотеза 1. Дальнейшее поведение мартенситного элемента под влиянием термосилового воздействия (структурное превращение, обратное фазовое превращение) однозначно определяется величиной его текущей деформации и не зависит от ее типа (фазовая или структурная).

Гипотеза 2. При обратном фазовом превращении мартенситные элементы исчезают в порядке, противоположном порядку их возникновения в ходе прямого превращения.

Следствие из Гипотезы 1. Предел структурного превращения:

$$\sigma_2 = \sigma_2^* = f(\sigma_1) = F_2^{-1}(F_1(\sigma_1))$$



Взаимосвязь диаграмм прямого превращения F_1 и мартенситной неупругости F_2 .

Определяющее соотношение модели:

$$\varepsilon_{phaz} = \int_0^{q_0} F_1(\sigma_1(q)) dq + q_0 \varepsilon_Y$$

● Прямое фазовое превращение

$$\sigma_1(q) = \sigma \text{ при } dq > 0$$

● Структурное превращение

$$\text{если } \sigma > \sigma_2^* = f(\sigma_1(q)),$$

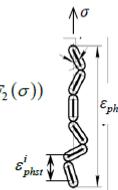
$$\text{то } \sigma_1'(q) \equiv f^{-1}(\sigma) = F_1^{-1}(F_2(\sigma))$$

Обозначения:

$\sigma_1(q)$ - функция управляющего напряжения,

q_0 - текущая объемная доля мартенсита,

ε_Y - объемный эффект превращения.



Экспериментальная проверка на примере сплава TiNi:

1. Показана взаимосвязь трех материальных функций F_1 , F_2 и f .
2. Подтверждено выполнение Гипотезы 1 в условиях последующих фазовых и структурных превращений.

Представленные результаты опубликованы в статьях:

- Тихомирова К.А. Феноменологическое моделирование фазовых и структурных деформаций в сплавах с памятью формы. Одномерный случай // Вычислительная механика сплошных сред. – 2018. – Том 11. – №1. – с. 36-50. DOI: 10.7242/1999-6691/2018.11.1.4
- Тихомирова К.А. Экспериментальное и теоретическое исследование взаимосвязи фазовой и структурной деформаций в сплавах с памятью формы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2018. – №1. – С. 40-57. DOI: 10.15593/perm.mech/2018.1.04

(ИМСС УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН, рук. д.ф.м.н. Роговой А.А., т.(342) 237-84-59, e-mail: rogovoy@icmm.ru).

(файл Роговой.ppt)

3. Впервые выполнено численное моделирование структурирования и индуцируемого полем деформирования магнитной полимеросомы при близких к реальным значениям магнитных и упругих параметров объекта.

Аннотация

Магнитные полимеросомы – это мягкие полимерные капсулы с внешним размером 200-600 нм. Мембрана полимеросомы состоит из двух слоёв, в пространстве между которыми находятся наночастицы феррита размером 5-10 нм. Частицы свободно перемещаются внутри мембраны под влиянием, во-первых, тепловой диффузии и, во-вторых, межчастичных магнитных сил. Эти силы способны вызывать структурирование частиц – образование цепочек.

В нулевом внешнем поле цепи искривлены и свёрнуты, так что полимеросома имеет квазисферическую форму.

Под влиянием поля взаимодействие частиц усиливается, цепи удлиняются, собираются в экваториальной зоне мембраны и распрямляются вдоль направления поля. Они создают механическое напряжение, которое заставляет полимеросому вытягиваться.

Магнитные полимеросомы вызывают большой интерес в наномедицине как дистанционно управляемые контейнеры для транспорта лекарств и как инструменты клеточной нанохрургии. В «ИМСС УрО РАН» впервые выполнено численное моделирование структурирования и индуцируемого полем деформирования магнитной полимеросомы при близких к реальным значениям магнитных и упругих параметров объекта.

Представленные результаты опубликованы в статье:

A.V. Ryzhkov, Yu.L. Raikher, Coarse-grained molecular dynamics modelling of a magnetic polymerosome // *Nanomaterials* **8** (2018) Art. no. 763 (12 pp.) - Q1 (IF=3.504).

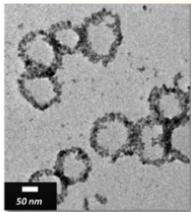
 **Магнитная полимеросома во внешнем поле: структура и форма**
(Рук. д.ф.м.н. Райхер Ю.Л.)

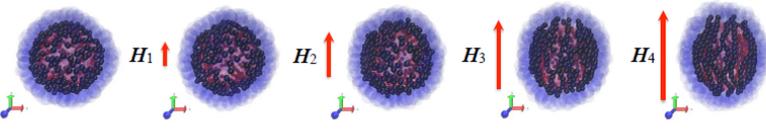
Методом крупнозернистой молекулярной динамики выполнено численное моделирование воздействия поля на МПС при реалистичных значениях материальных параметров

Магнитная полимеросома (МПС) — мягкая капсула с внешним размером 200-600 нм; внутри её двухслойной мембраны находятся и свободно перемещаются наночастицы феррита размером 5-10 нм.

Внешнее поле усиливает взаимодействие частиц, они объединяются в цепи, выстраивающиеся вдоль поля. Цепи натягивают мембрану, и МПС деформируется.

МПС перспективны для наномедицины как дистанционно управляемые контейнеры для доставки лекарств и как инструменты для механического нажима на клетки.


P. Arosio et al.
// *J. Mater. Chem B* 1 (2013) 5317 - Q1



A. Ryzhkov, Yu. Raikher // *Nanomaterials* 8 (2018) 763 (12 pp.) - Q1 WoS

(ИМСС УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН, рук. д.ф.м.н. Райхер Ю.Л., т.(342) 237-83-23, e-mail: raikher@icmm.ru).

(файл Райхер.ppt)

4. Разработан метод контроля и прогнозирования скорости распространения усталостных трещин в металлах.

Аннотация

Разработан программно-аппаратный комплекс контроля процессов диссипации энергии в металлах при зарождении и распространении усталостных, включающий в себя контактные и бесконтактные методики оценки скорости диссипации энергии в процессе деформирования и разрушения металлов.

Впервые экспериментально получены два характерных режима диссипации энергии при устойчивом режиме распространения. Предложена связь режимов диссипации энергии с механизмами разрушения, подтвержденная по результатам кластерного анализа сигналов акустической эмиссии.

Разработана теоретическая модель, позволяющая прогнозировать остаточную долговечность металлических конструкций при сложном нагружении по данным скорости диссипации энергии без использования дополнительных расчетов напряженно-деформированного состояния в вершине трещины.



Метод контроля и прогнозирования скорости распространения усталостных трещин в металлах

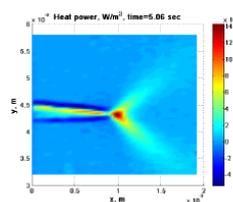
(Рук. д.ф.м.н. Плехов О.А.)

Разработан программно-аппаратный комплекс контроля процессов диссипации энергии в металлах при зарождении и распространении усталостных, включающий в себя контактные и бесконтактные методики оценки скорости диссипации энергии в процессе деформирования и разрушения металлов.

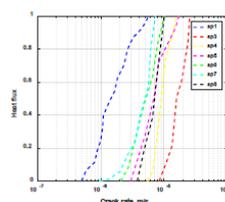
Впервые экспериментально получены два характерных режима диссипации энергии при устойчивом режиме распространения.

Предложена связь режимов диссипации энергии с механизмами разрушения, подтвержденная по результатам кластерного анализа сигналов акустической эмиссии.

Разработана теоретическая модель, позволяющая прогнозировать остаточную долговечность металлических конструкций при сложном нагружении по данным скорости диссипации энергии без использования дополнительных расчетов напряженно-деформированного состояния в вершине трещины.



Диссипация энергии в вершине усталостной трещины



Линейная связь между скоростью распространения усталостной трещины и мощностью диссипации тепла при двусносном нагружении образцов из титана BT-1

Представленные результаты опубликованы в статьях:

- Kostina A., Plekhov O. Simulation of cold work evolution in Ti-1Al-1Mn under deformation and failure// Theoretical and applied fracture mechanics. – 2018. – Vol.93. – P.56-63
- Vshivkova A.N., Iziumova A.Yu., Pantelev I.A., Ilinykh A.V., Wildemann V.E., Plekhov O.A. The study of a fatigue crack propagation in titanium Grade 2 using analysis of energy dissipation and acoustic emission data // Engineering Fracture Mechanics (online)

(ИМСС УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН, рук. д.ф.м.н. Плехов О.А., т.(342) 237-83-21, e-mail: poa@icmm.ru)

(файл Плехов.ppt)

5. На основе оригинальных экспериментов по ударно-волновому нагружению твердых тел и жидкостей, теоретических результатов по исследованию роли коллективных многомасштабных мод дефектов в механизмах переноса импульса в конденсированных средах предложено объяснение асимптотики вязкости, наблюдаемой для систем с «сильным взаимодействием и эффектов «аномального рассеяния» при формировании автомодельных волновых фронтов и фронтов волн разрушения; установлены «голографические свойства» фронтов по отношению к объемам, охваченных «волнами разрушения».

Аннотация

Оригинальные эксперименты по исследованию автомодельных закономерностей формирования пластических волновых фронтов в жидкостях, металлах и сплавах, инициированию и распространению волн разрушения в хрупких материалах (плавленый кварц) позволили предложить объяснение универсальной асимптотики вязкости, наблюдаемой для систем с «сильным взаимодействием; механизм аномального рассеяния. Эксперименты по динамическому и ударно-волновому нагружению плавленого кварца в условиях нарастающей интенсивности нагружения установили степенные закономерности пространственно-временных распределений динамики фрагментации, показано соответствие степенных распределений специальному типу критического поведения твердых тел с дефектами – структурно-скейлинговые переходы.



Предложено объяснение универсальной асимптотики вязкости в системах с сильным взаимодействием, механизм аномального рассеяния

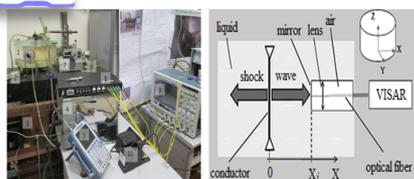


Рис.1. Экспериментальный комплекс. Схема измерения

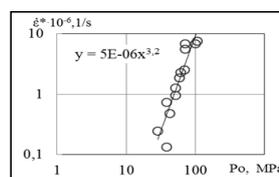


Рис. 2. Степенная асимптотика вязкости при ударно-волновом нагружении жидкости (дистиллированная вода).

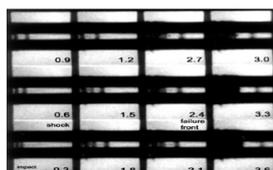


Рис.3. Иницирование и распространение волн разрушения (плавленый кварц, скоростная съемка)

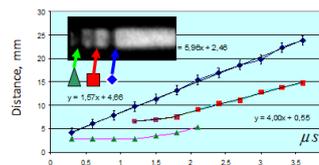


Рис.4. Распространение волны разрушения в стержне из плавленного кварца (тест Тейлора, скорость соударения 560 м/с).

O.B.Naimark, S.V.Uvarov, M.M.Davydova, I.A.Bannikova. Multiscale statistical laws of dynamic fragmentation // *Physical Mesomechanics*, 2017, V.20, n.1, pp.90-101.

Показано, что условия инициирования и распространения «волн разрушения» соответствуют предельному случаю «фрагментации» - переходу от степенных распределений фрагментов при формировании множественных очагов разрушения, к монодисперсным распределениям при «резонансном инициировании» одного очага. Показано, что голографическая природа волновых фронтов волн разрушения характеризует энтропию областей, охваченных волнами разрушения, и определяется набором коллективных мод (диссипативных структур обострения), являющихся степенями свободы волны разрушения..

(Рук. д.ф.м.н. Наймарк О.Б., т.(342) 237-83-12, e-mail: naimark@icmm.ru).

(файл лаб13.ppt)

6. Исследовано формирование островкового углеродного покрытия на активированной азотом поверхности полиуретана.

Аннотация

Плазменные покрытия широко используются для модификации тех или иных свойств материалов. Применимость таких методов в случае мягких упругих полимеров ограничена. Под действием деформации покрытие трескается и отслаивается. Перспективным представляется создание несплошных покрытий. В работе исследовали формирование углеродного островкового покрытия на поверхности эластичного полиуретана. Для получения несплошного покрытия потребовалась дополнительная

активация поверхности азотом. В зависимости от количества импульсов магнетронного распыления графитовой мишени на поверхности были получены углеродные островки различной структуры. Предварительные исследования показали, что полученные структуры устойчивы к деформации и имеют хорошую адгезию с полимером.



(Рук. д.ф.м.н. Свистков А.Л., т.(342) 237-83-98, e-mail: svistkov@icmm.ru).

(файл лаб 7.ppt)

7. Экспериментально и теоретически исследован процесс периодической активизации сейсмического разлома и его акустических предвестников.

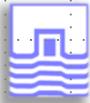
Аннотация

На основе физического моделирования деформационной динамики крупного разлома в упругопластичной модели литосферы (на базе ИЗК СО РАН) и прерывистого скольжения берегов разлома в модернизированной слайдер-модели (на базе ОИВТ РАН) с использованием методов корреляции цифровых изображений и акустической эмиссии установлены закономерности формирования и реализации динамической подвижки по модельному разлому.

Впервые экспериментально показано, что в качестве механизма, ответственного за подготовку и реализацию периодических полных активизаций разлома, выступает процесс его сегментации с разделением разрыва по простиранию на серию перемежающихся активных и пассивных сегментов.

Впервые обнаружена синхронизация статистических свойств непрерывной акустической эмиссии при подготовке и реализации динамической подвижки.

Установлены оптимальные параметры и наборы исходных данных для наблюдения эффекта синхронизации статистических свойств акустической эмиссии до и после динамической подвижки.

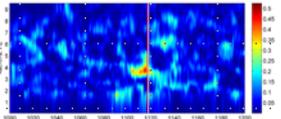


Экспериментальный и теоретический анализ процесса периодической активизации сейсмического разлома и его акустических предвестников

Впервые экспериментально показано, что в качестве механизма, ответственного за подготовку и реализацию периодических полных активизаций разлома, выступает процесс его сегментации с разделением разрыва по пространству на серию перемежающихся активных и пассивных сегментов.

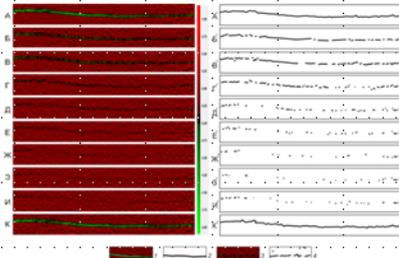
Впервые обнаружена синхронизация статистических свойств непрерывной акустической эмиссии при подготовке и реализации динамической подвижки.

Установлены оптимальные параметры и наборы исходных данных для наблюдения эффекта синхронизации статистических свойств акустической эмиссии до и после динамической подвижки.



Эволюция спектральной меры когерентного поведения многомерного временного ряда ширины мультифрактального спектра акустической эмиссии, зарегистрированной на основании слайдер-модели во временной окрестности сброса уступа (полосками обозначены начало и конец сброса) для временного окна 13.4 секунды

Установлены закономерности формирования и реализации динамической подвижки по модельному разлому на основе физического моделирования деформационной динамики крупного разлома в упругопластичной модели литосферы (на базе ИЭК СО РАН) и прерывистого скольжения берегов разлома в модернизированной слайдер-модели (на базе ОИГТ РАН) с использованием методов корреляции цифровых изображений и акустической эмиссии.



Эволюция структуры активных сегментов разрыва в модели между двумя его полными активизациями. 1 – активный разрыв в модели по результатам обработки методом DIC; 2 – активный разрыв на схеме; 3 – совокупность активных сегментов в модели по результатам обработки методом DIC; 4 – совокупность активных сегментов на схеме.

(Рук. д.ф.м.н. Плехов О.А., т.(342) 237-83-21, e-mail: roa@icmm.ru).

(файл лаб 17-2.ppt)

22. Механика жидкости, газа и плазмы, многофазных и неидеальных сред, механика горения, детонации и взрыва

- Предложен подход к обобщению теории Отта-Антонсена, описывающей коллективную динамику больших ансамблей колебательных систем, на случай реальных (неидеальных) ситуаций. Продемонстрировано применение подхода для случая внутреннего шума.

Аннотация

Теория Отта-Антонсена, разработанная для важного класса ансамблей осцилляторов, позволяет построить точное описание коллективной динамики и существенно продвинулось в понимании фундаментальных механизмов и закономерностей различных коллективных явлений. Вместе с тем, на протяжении десятилетия (с 2008 года) оставались безуспешными попытки ее обобщения на неидеальные ситуации, в которых условия применимости теории слабо нарушены. Д.С. Голдобиным, И.В. Тюлькиной и Л.С. Клименко совместно с А. Пиковским предложен подход к построению обобщения. Продемонстрирована реализация подхода для случая систем с внутренним шумом.

I.V. Tyulkina, D.S. Goldobin, L.S. Klimenko, A. Pikovsky, Dynamics of Noisy Oscillator Populations beyond the Ott-Antonsen Ansatz, Physical Review Letters **120**, 264101 (2018). [impact factor WoS 2017: 8.839]

*В первые часы после публикации работа была отмечена Стивенем Строгацем (Steven Strogatz); за прошедший с момента публикации период по настоящее время рейтинг внимания к работе выше, чем у 83% работ, публикуемых в Physical Review Letters (за аналогичное время).

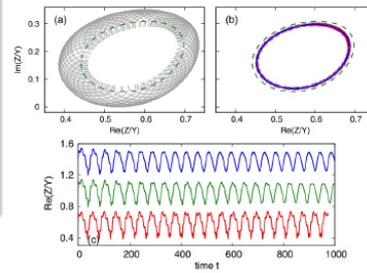
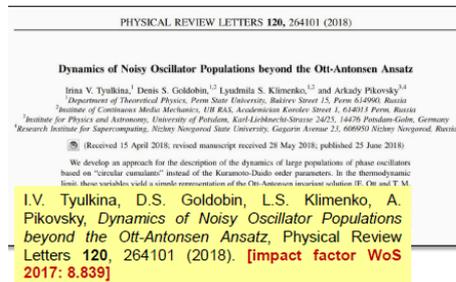


Обобщение теории Отта-Антонсена на популяции реальных осцилляторов

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С.)

Предложен подход к обобщению теории Отта-Антонсена, описывающей коллективную динамику больших ансамблей колебательных систем, на случай реальных (неидеальных) ситуаций.

Продемонстрировано применение подхода для случая внутреннего шума



Внутренний шум ликвидирует многокластерные режимы «Химеры Абрамса», динамика полностью соответствует математическим моделям обобщенной теории

*В первые часы после публикации работа была отмечена Стивеном Стротацем (Steven Strogatz), за прошедший с момента публикации период по настоящее время рейтинг внимания к работе выше, чем у 83% работ, публикуемых в Physical Review Letters (за аналогичное время).

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С., т.(342) 237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com)

(файл Голдобин.ppt)

9. Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование конвекции жидкого натрия в наклонном цилиндре.

Аннотация

Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование особенностей турбулентного конвективного теплообмена жидкого натрия в наклонном коротком цилиндре (диаметр равен высоте) с аксиальным градиентом температуры. Показано, что эффективный аксиальный теплообмен растет при отклонении оси цилиндра от вертикали, имея максимум при наклоне порядка 70 градусов. Обнаружено, что возникающая в цилиндре крупномасштабная циркуляция (КМЦ) жидкого металла подвержена сильным азимутальным колебаниям и, в отличие от наблюдавшихся ранее колебаний в жидкостях с умеренными числами Прандтля, эти колебания сохраняются и при значительных наклонах полости (до 30 градусов). Численные расчеты подтвердили полученные результаты лабораторных измерений характеристик поля температуры и позволили детально изучить структуру поля скорости, которая недоступна для прямых измерений в течениях жидкого металла.

Khalilov R., Kolesnichenko I., Pavlinov A., Mamykin A., Shestakov A., Frick P. Thermal convection of liquid sodium in inclined cylinders // Phys.Rev.Fluids, 2018. V.3. N4. 043503.

Мандрыкин С.Д., Теймуразов А.С. Турбулентная конвекция жидкого натрия в наклонном цилиндре единичного аспектного отношения // Вычислительная механика сплошных сред, 2018. Т.11. №3.



Экспериментальное и численное исследование конвекции жидкого натрия в наклонном цилиндре

(Рук. д.ф.м.н. Фрик П.Г.)

Впервые выполнено экспериментальное и численное исследование особенностей турбулентного конвективного теплообмена жидкого натрия в наклонном цилиндре (диаметр равен высоте) с аксиальным градиентом температуры.

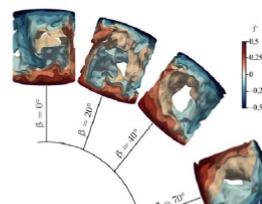
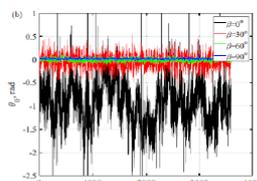
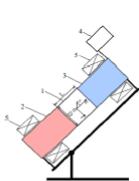


Схема установки и вариации направления крупномасштабной циркуляции натрия при различных углах наклона.

Изоповерхности мгновенной температуры (расчет)

Обнаружены сильные азимутальные колебания крупномасштабной циркуляции жидкого металла, которые сохраняются и при значительных наклонах полости (до 30 градусов).

Численные расчеты подтвердили полученные результаты лабораторных измерений характеристик поля температуры и позволили детально изучить структуру поля скорости, которая недоступна для прямых измерений в течениях жидкого металла.

Khailov R., Kolesnichenko I., Pavlinov A., Mamykin A., Shestakov A., Frick P. Thermal convection of liquid sodium in inclined cylinders // *Phys.Rev.Fluids*, 2018. V.3. N4. 043503.

Мандрыкин С.Д., Теймуразов А.С. Турбулентная конвекция жидкого натрия в наклонном цилиндре единичного аспектного отношения // *Вычислительная механика сплошных сред*, 2018. Т.11. №3.

(Рук. д.ф.-м.н. Фрик П.Г., т. (342) 237-83-22, frick@icmm.ru).
(файл Фрик.ppt)

10. Экспериментально и теоретически исследовано влияние тепловой конвекции Марангони на динамику поверхностно-активной примеси на поверхности жидкости. Продемонстрирована недооценка в более ранних исследованиях влияния термокапиллярного течения на профиль температуры межфазной поверхности, а также необходимость учета фазовых переходов в слое сурфактанта.

Аннотация

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование взаимодействия тепловой конвекции Марангони с адсорбированным слоем нерастворимой поверхностно-активной примеси. Обнаружено, что структура конвективного движения полностью определяется величиной параметра упругости – безразмерного комплекса, показывающего соотношение вкладов концентрационного и теплового механизмов Марангони. При значениях параметра упругости, меньших единицы, у края с большей температурой появляется зона свободной поверхности, где развивается интенсивная термокапиллярная конвекция, тогда как аккумулирующийся вблизи холодного края сурфактант формирует застойную зону. Показано, что полученная в экспериментах зависимость положения границы застойной зоны от величины параметра упругости не совпадает с результатами ранних теоретических исследований, что обусловлено недооценкой конвективного механизма в процессах теплопереноса на межфазной поверхности, а также отсутствием в моделях возможности фазового перехода в слое сурфактанта. Показано, что в результате учета данных факторов удастся получить аналитическое решение, демонстрирующее отличное согласие с экспериментальными данными.

Shmyrov A., Mizev A., Demin V. et al. On the extent of surface stagnation produced jointly by insoluble surfactant and thermocapillary flow // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2018. – Vol. 255. – P. 10-17 (**IF = 8.973**)

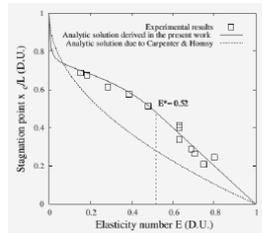


Динамика поверхностно-активной примеси при взаимодействии с тепловой конвекцией Марангони

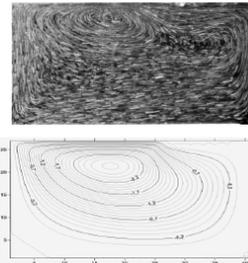
(Рук. к.ф.м.н. Мизёв А.И.)

Экспериментально и теоретически исследовано влияние тепловой конвекции Марангони на динамику поверхностно-активной примеси на поверхности жидкости.

Продемонстрирована недооценка в более ранних исследованиях влияния термокапиллярного течения на профиль температуры межфазной поверхности, а также необходимость учета фазовых переходов в слое сурфактанта.



Положение границы застойной зоны как функция параметра упругости



Структура конвективного течения, полученная в лабораторном и численном экспериментах

Shmyrov A., Mizev A., Demin V. et al. On the extent of surface stagnation produced jointly by insoluble surfactant and thermocapillary flow // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2018. – Vol. 255. – P. 10-17 (IF = 8.973)

Показано, что в результате удается получить аналитическое решение, демонстрирующее отличное согласие с экспериментальными данными.

(Рук. к.ф.м.н. Мизёв А.И., т.(342) 237-83-14, e-mail: alex_mizev@icmm.ru)
(файл Мизев.ppt)

11. Изучено влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение компонент бинарной смеси.

Аннотация

Проведено численное исследование влияния неоднородности тепловых граничных условий на разделение бинарной смеси в поле земной силы тяжести. Конфигурация задачи соответствует реальному эксперименту DCMIX, проведенному на Международной космической станции, когда в углах ячейки стекло находится в контакте с металлом, что вызывает возмущения однородного распределения температуры. Изучено влияние изменения двух параметров: локального отклонения температуры от значения на остальной части границы и длины интервала, на котором возникают температурные искажения. Исследованы случаи симметричных и несимметричных искажений распределения температуры. Моделирование показало существование двух различных режимов массопереноса в смеси с эффектом Соре: диффузионный и конвективный. Диффузионный режим поддерживается до тех пор, пока неоднородность температуры меньше, чем 3-5% от применяемой разности температур и занимает 5% длины границы в каждом углу. Конвективное течение, перемешивая смесь, понижает разделение компонент. Обнаружено возникновение сильного течения, появляющегося на ранних временах и быстро затухающего, которое сильно влияет на разделение компонент смеси.

Mialdun A., Ryzhkov I., Khlybov O., Lyubimova T., Shevtsova V. Measurement of Soret coefficients in a ternary mixture of toluene-methanol-cyclohexane in convection-free environment. *Journal of Chemical Physics*. 2018. 148(4),044506. IF 2.843 <https://doi.org/10.1063/1.5017716>



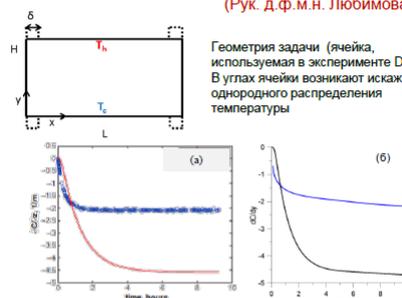
Влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение компонент бинарной смеси

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П.)

Численно исследовано влияние неоднородности тепловых граничных условий на разделение бинарной смеси в поле земной силы тяжести.

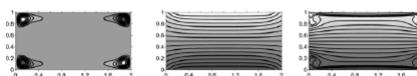
Конфигурация задачи соответствует реальному эксперименту DCMIX, проводившемуся на международной космической станции, когда в углах ячейки стекло находится в контакте с металлом, что вызывает искажение однородного распределения температуры.

Моделирование показало, что в этом случае при включении нагрева возникает интенсивное конвективное течение. В дальнейшем это течение затухает, но оно успевает оказать значительное влияние на разделение компонент смеси. Таким образом, численное моделирование позволило объяснить требовавшие интерпретации экспериментальные результаты.



Геометрия задачи (ячейка, используемая в эксперименте DCMIX). В углах ячейки возникают искажения однородного распределения температуры

Сопоставление данных о временной зависимости вертикального градиента концентрации в центре полости, полученных для идеальных и неоднородных тепловых граничных условий: (а) экспериментальные данные [Mialdud A., Minetti C., Gaponenko Y., Shevtsova V., Dubois F. Microgravity. Sci. Technol. 25, (2013)], (б) численные результаты.



Поля функции тока, температуры и концентрации при неоднородных тепловых граничных условиях.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

(файл Любимова.ppt)

12. Исследованы релаксационные процессы в магнитных жидкостях.

Аннотация

1. Получены новые результаты по линейной и нелинейным восприимчивостям магнитной жидкости (феррожидкости) во внешнем постоянном поле.

Исследованы линейные и нелинейные релаксационные процессы в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур. Динамическая восприимчивость на основной, удвоенной и утроенной частотах измерялась мостом взаимной индуктивности в диапазоне зондирующих частот от 4,11 Гц до 81 кГц для пяти различных температур: -25, 0, 25, 50, 75 С. Основное внимание было сфокусировано на исследовании линейных и нелинейных релаксационных процессов в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий. Получены результаты измерения линейной и нелинейной восприимчивостей на основной, второй и третьей гармониках намагниченности в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур.

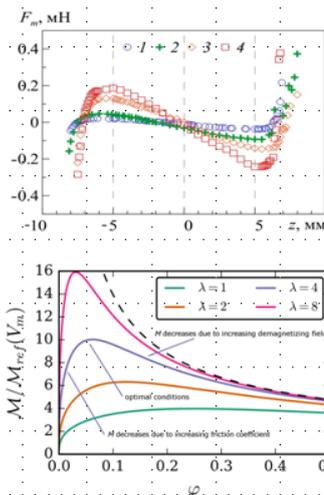
2. Численно определены параметры суперпарамагнитной микросферы, при которых скорость её магнитофоретического движения в заданном градиентном поле оказывается максимальной.

Равновесная кривая намагничивания суперпарамагнитной микросферы была исследована численно и аналитически. На основе этих результатов получено выражение, связывающее концентрацию магнитной фазы микросферы с её магнитофоретической подвижностью (величиной, показывающей, с какой скоростью будет двигаться микросфера в вязкой жидкости при приложении к ней неоднородного поля). Определены условия, при которых подвижность максимальна.



Исследованы релаксационные процессы в магнитных жидкостях

1. Исследованы линейные и нелинейные релаксационные процессы в концентрированном образце магнитной жидкости с высоким уровнем межчастичных взаимодействий в широком диапазоне напряженностей внешнего поля и температур.
2. Численно определены параметры суперпарамагнитной микросферы, при которых скорость её магнитофоретического движения в заданном градиентном поле оказывается максимальной.
3. Совместно с ИТХ УрО РАН синтезированы магнитные жидкости с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства, измерены частотные зависимости двулучепреломления. Определен характерный размер магнитных частиц, сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.
4. Изучена немонотонная результирующая сила, действующая в тонком пристеночном слое на немагнитное тело, погруженное в полость с магнитной жидкостью, обусловленная как воздействием размагничивающих полей, так и неньютоновскими свойствами жидкости.



3. Совместно с ИТХ УрО РАН синтезированы магнитные жидкости с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства, измерены частотные зависимости двулучепреломления. Определен характерный размер магнитных частиц, сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.

В кооперации с ИТХ УрО РАН были выполнены работы по синтезу магнитных жидкостей с чешуйчатыми частицами и исследованы их свойства. Измерены частотные зависимости двулучепреломления в переменном магнитном поле. Определен характерный размер магнитных частиц. На основе измерения знака эффекта в постоянном поле сделан вывод о нормальной ориентации магнитных моментов к плоскости частиц.

4. Изучена немонотонная результирующая сила, действующая в тонком пристеночном слое на немагнитное тело, погруженное в полость с магнитной жидкостью, обусловленная как воздействием размагничивающих полей, так и неньютоновскими свойствами жидкости.

Экспериментально измерена сила, действующая на немагнитное тело, погруженное в магнитную жидкость во внешнем однородном магнитном поле. Пондеромоторная сила достигает максимума вблизи торцов полости с магнитной жидкостью, а в центре полости всегда равна нулю. С ростом напряженности поля пондеромоторная сила увеличивается. При этом в тонкой магнитожидкостной прослойке между торцом цилиндра и полости возникает дополнительная сила, направленная противоположно пондеромоторной, которая может быть обусловлена как неоднородностью магнитного поля вблизи кромок цилиндра, так и неньютоновскими свойствами самой магнитной жидкости.

(Рук. к.ф.м.н. Иванов А.С., т.(342) 237-83-25, e-mail: lesnichiy@icmm.ru).

(файл лаб 14.ppt)

13. Создана система обработки экспериментальных данных на суперкомпьютерах в режиме реального времени.

Аннотация

Основным методом, который используется для полевых измерений в потоках прозрачных сред, является метод PIV (Particle Image Velocimetry). Несмотря на оптимизацию используемых алгоритмов и рост производительности ПК, современные PIV системы не позволяют производить измерения в реальном времени. Это серьезно ограничивает

возможности лабораторного исследования процессов с обратной связью, когда на основе мгновенных распределений скорости производится изменение тех или иных параметров эксперимента. Нами разработан и реализован принципиально новый подход, позволяющий производить обработку экспериментальных данных в режиме реального времени на суперкомпьютерах, открывающий широкие перспективы при исследовании сложных гидродинамических систем и мониторинга технологических процессов. Апробация подхода была успешно осуществлена на лабораторной модели тропического циклона с выделением скрытого тепла. Было показано, что связь между скоростью течения и интенсивностью выделения тепла является ключевым параметром, влияющим на формирование интенсивного циклонического вихря.

В.А. Шапов, А.В. Евграфова, Г.Ф. Масич, А.М. Павлинов, Е.Н. Попова, А.Н. Сухановский, Д.П. Чугунов. «Применение суперкомпьютерной обработки данных от измерительных систем для проведения экспериментов с обратной связью» // Программные системы: теория и приложения, 2018,9:1(36), с. 3–19. DOI: <https://doi.org/10.25209/2079-3316-2018-1-1-3-19>.

(Рук. к.ф.-м.н. Сухановский А.Н., т. (342) 237-83-94, san@icmm.ru).



(файл лаб 4-1.ppt)

14. Показано, что колебания кровотока являются характеристикой патологических нарушений системы микрогемодикуляции.

Аннотация

Впервые спектральные свойства потока крови в микрососудах сопоставлены с конкретными патологиями, приводящими к принципиально различным нарушениям морфологии и функции системы микрогемодикуляции. Проведен мониторинг кровотока в микрососудах методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) в группах контроля, группах с сахарным диабетом 1 и 2 типов и группах пациентов с заболеваниями ревматологического профиля. Протоколы исследования включали в себя регистрацию сигнала ЛДФ в покое и при последовательности температурных тестов. Спектральный состав полученных сигналов изучен при помощи оригинальных алгоритмов основанных на вейвлет-анализе. Известно, что при сахарном диабете нарушается регуляция тонуса сосудов, показано, что это проявляется в ослаблении низкочастотных колебаний микрокровотока. Ревматические заболевания характеризуются прореживанием капиллярной сети и появлением мегакапилляров, что находит отражение и в спектральном составе, а именно, в увеличении амплитуды пассивных колебаний.

Mizeva I. et al Spectral analysis of the blood flow in the foot microvascular bed during thermal testing in patients with diabetes mellitus// Microvascular research 2018 (IF 2.5)

Mizeva I. et al Analysis of oscillations of skin blood microflows for the patients with rheumatic diseases// Journal of Biomedical Optics 2017 (IF 2.4)

Zharkikh E., Mizeva I. et al "Blood flow oscillations as a signature of microvascular abnormalities" // Proc. SPIE, Biophotonics, 2018

Колебания микрокровотока как характеристика патологических нарушений микрогемодикуляции

Впервые спектральные свойства потока крови в микрососудах сопоставлены с конкретными патологиями, приводящими к принципиально различным нарушениям морфологии и функции системы микрогемодикуляции.

Показано, что при сахарном диабете нарушается регуляция тонуса сосудов, что проявляется в ослаблении низкочастотных колебаний микрокровотока.

Ревматические заболевания характеризуются прореживанием капиллярной сети и появлением мегакапилляров, что находит отражение и в спектральном составе, а именно, в увеличении амплитуды пассивных колебаний.

Сахарный диабет

Ревматические заболевания

Mizeva I. et al Spectral analysis of the bloodflow in the foot microvascular bed during thermal testing in patients with diabetes mellitus// Microvascular research 2018 (IF 2.5)

Mizeva I. et al Analysis of oscillations of skin blood microflows for the patients with rheumatic diseases// Journal of Biomedical Optics 2017 (IF 2.4)

Zharkikh E., Mizeva I. et al "Blood flow oscillations as a signature of microvascular abnormalities" // Proc. SPIE, Biophotonics, 2018

(Рук. к.ф.-м.н. Мизёва И.А., т. (342) 237-83-94, mizeva@icmm.ru).

(файл лаб 4-2.ppt)

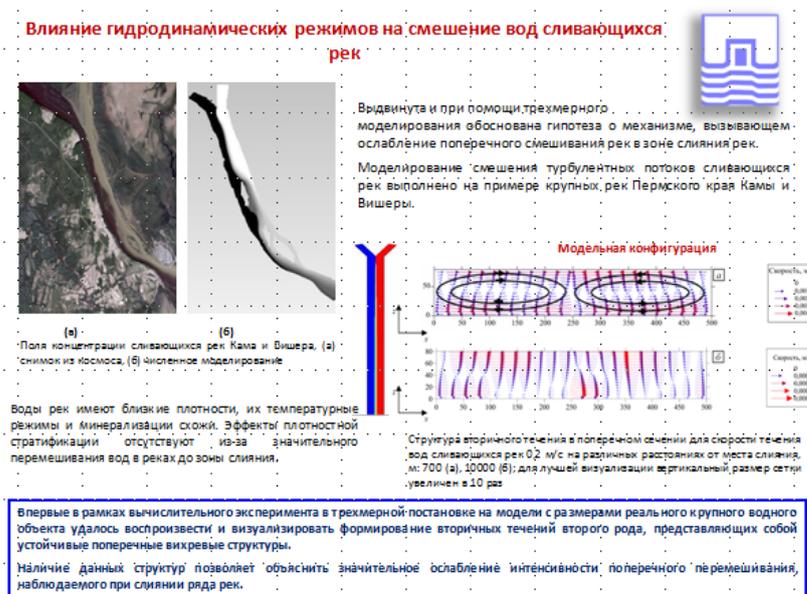
15. Выдвинута и при помощи трехмерного моделирования проверена гипотеза о механизме, вызывающем ослабление поперечного смешивания рек в зоне слияния. Моделирование смешения турбулентных потоков сливающихся рек выполнено на примере крупных рек Пермского края Камы и Вишеры. Найдено, что ниже места слияния формируется двухвихревое течение, которое и служит причиной ослабления перемешивания; при этом движение жидкости в вихрях таково, что вблизи свободной поверхности она перемещается от берегов к середине русла. При достаточно больших расходах на протяжении больших расстояний от места слияния воды рек практически не перемешиваются в горизонтальном направлении по всей глубине.

Аннотация

Эксплуатация водных ресурсов требует проведения на водных объектах мер по организации водопользования, которое может быть рациональным только при понимании происходящих в водоемах процессов. В настоящее время широко обсуждается наблюдаемое в ряде случаев значительное ослабление интенсивности поперечного перемешивания вод при слиянии крупных рек. Поскольку особенности смешения крупных водотоков имеют не только познавательный интерес, но и значительное хозяйственное значение, исследованию этой проблемы посвящено большое число работ.

Для объяснения интересного и важного с точки зрения экологии «подавления» поперечного перемешивания предлагается весьма широкий спектр гипотез, вплоть до отрицания турбулентности в реках. Одним из возможных механизмов, вызывающих это явление, может быть поперечная циркуляция, проявляющаяся как вторичные течения второго рода по Прандтлю. Характерная скорость циркуляционных потоков очень мала и трудно поддается прямому инструментальному измерению, однако, по мнению авторов настоящей работы, циркуляционные потоки могут значительно затруднить поперечное перемешивание при слиянии.

Выдвигаемая гипотеза апробирована в вычислительных экспериментах в рамках трехмерной постановки для размеров реального водного объекта – реки Кама, при впадении в нее реки Вишера. Расчеты показали, что при достаточно больших расходах на протяжении больших расстояний от места слияния воды рек практически не перемешиваются в горизонтальном направлении по всей глубине. Обнаружено, что ниже места слияния формируется двухвихревое течение, которое и служит причиной ослабления перемешивания; при этом движение жидкости в вихрях таково, что вблизи свободной поверхности она перемещается от берегов к середине русла.



(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-1.ppt)

16. Исследовано движение тяжелой частицы около газового пузырька под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным.

Аннотация

Исследовано движение тяжелой частицы около газового пузырька под действием ультразвука с параметрами, близкими к резонансным. Рассматриваемая система находится в несжимаемой жидкости при наличии тяжести. Изучен вклад различных составляющих рассеянного на пузыре пульсационного поля в суммарную силу, действующую на частицу. Получен векторный вид и модуль этой силы. Построены траектории движения частицы с учетом ее инертности, вибрационной силы, сил Стокса и Бассе. Продемонстрировано, что, как и в нерезонансном случае, траектории движения частицы обладают следующей особенностью. Если начальное положение частицы лежит в плоскости, образованной направлением вибраций и тяжести, то частица не покидает эту плоскость при своем движении, то есть траектории частицы плоские. Однако, если начальное положение частицы не принадлежит этой плоскости, то и траектории частицы не принадлежат какой-либо плоскости.

Результаты применены к вычислению сечения захвата всплывающим пузырем осаждающихся частиц. Показано, что ультразвуковое воздействие может приводить к увеличению сечения захвата, причем наиболее значительное увеличение сечения захвата наблюдается при частотах, близких к резонансным. Таким образом, применяя ультразвуковое воздействие с частотами, близкими к резонансным, даже при малой

интенсивности вибраций, можно достичь значительного увеличения вероятности столкновения частиц с пузырьком. Полученные результаты могут быть применены для интенсификации процессов флотации с помощью ультразвука.



(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

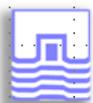
(файл лаб 16-2.ppt)

17. Исследовано влияние вибраций на возникновение термоконцентрационной конвекции в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды.

Аннотация

Исследована устойчивость механического равновесия в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды при действии вертикальных высокочастотных вибраций и тяжести.

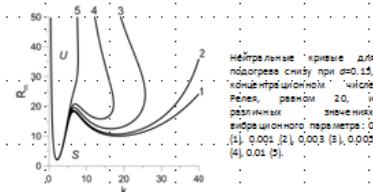
Для случая подогрева снизу найдено, что вибрации стабилизируют равновесие и приводят к росту длины волны критических возмущений; влияние вибраций на коротковолновую моду неустойчивости является более сильным, чем на длинноволновую, что объясняется различной ролью инерционных эффектов в жидком и пористом слоях; при отношении толщин слоев d , равном 0.15, наблюдается скачкообразный переход от коротковолновых критических возмущений, локализованным в жидком слое, к длинноволновым, охватывающим оба слоя, при этом длина волны увеличивается почти в 10 раз. При нагреве сверху конвекция возникает монотонно, вибрации дестабилизируют равновесие и приводят к уменьшению длины волны критических возмущений.



Влияние вибраций на возникновение термоконвекционной конвекции в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды

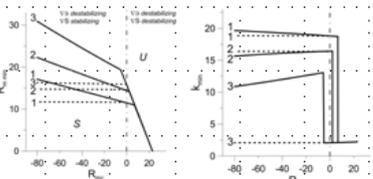
Исследована устойчивость механического равновесия в системе горизонтальных слоев бинарной жидкости и насыщенной пористой среды, при действии вертикальных высокочастотных вибраций и тяжести.

Для случая подогрева снизу найдено, что вибрации стабилизируют равновесие и приводят к росту длины волны критических возмущений; влияние вибраций на коротковолновую моду неустойчивости является более сильным, чем на длинноволновую, что объясняется различной ролью инерционных эффектов в жидком и пористой слоях; при некоторых значениях параметров наблюдается скачкообразный переход от коротковолновых критических возмущений, локализованных в жидком слое, к длинноволновым, охватывающим оба слоя, при этом длина волны увеличивается почти в 10 раз.



Нейтральные кривые для подогрева снизу при $\alpha=0.15$, «число пористой среды» число Рейлея, равным 10, и различных значениях вибрационного параметра: 0 (1), 0.003 (2), 0.003 (3), 0.003 (4), 0.01 (5).

При нагреве сверху конвекция возникает монотонно, вибрации дестабилизируют равновесие и приводят к уменьшению длины волны критических возмущений.



Lyubimova T.P., Kolkhanova, E.A. Transport in Porous Media, 122: 97-124 (2018)

Минимальное критическое число Рейлея и волновое число критических возмущений для подогрева сверху при $\alpha=0.15$ и различных значениях вибрационного параметра: 0 (1), 0.003 (2), 0.005 (3); S - область устойчивости, U - область неустойчивости.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-3.ppt)

18. Исследована устойчивость тонкой паровой пленки на поверхности нагревателя с учетом влияния нерастворимого ПАВ.

Аннотация

Исследована устойчивость двухслойной, двухфазной системы, состоящей из толстого слоя охлаждаемой сверху жидкости, отводящей в процессе конвективного теплопереноса тепло от покрытой паровой пленкой горизонтальной поверхности плоского нагревателя.

Исследована стабилизация неустойчивости Рэлея-Тейлора фазовым переходом и построены зависимости критического теплового потока от толщины паровой пленки. Как осложняющий фактор рассматривалось влияние адсорбированного на поверхности жидкости нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией. Его наличие проявляется в трехкратном понижении теплового потока стабилизации неустойчивости.

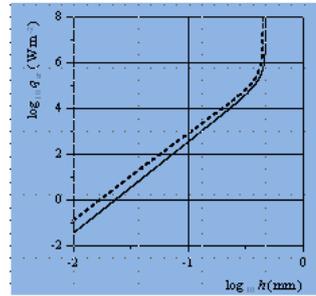
Численно исследована двухслойная двухфазная система, состоящая из тонкого слоя пара, отделяющего плоскую поверхность горизонтального нагревателя от объема охлаждаемой сверху жидкости. В основном состоянии толщина паровой пленки считается постоянной, а тепловые потоки сбалансированными на плоской границе раздела фаз, находящейся при температуре насыщения. Проводится линейный анализ устойчивости возмущений основного состояния. В работе (Kononov et al., 2016) сравнивались результаты линейной задачи, сформулированной исходя из первых принципов, и данных приближения смазки (Tanaka, 1980), где искусственным образом задавался пуазейльевский профиль скорости пара в пленке.



Влияние адсорбированного на межфазной поверхности нерастворимого ПАВ на устойчивость тонкой паровой пленки на поверхности плоского нагревателя.

С учетом конвективного теплообмена в жидкости исследовано влияние адсорбированного на межфазной поверхности нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией на устойчивость толстого слоя подхлаждаемой сверху жидкости, отделенной паром от горизонтальной поверхности плоского нагревателя.

Получены зависимости критического теплового потока, необходимого для стабилизации неустойчивости Рэлея-Тейлора, фазовым переходом, от толщины паровой пленки при наличии и в отсутствие ПАВ. Найдено, что наличие ПАВ приводит к трехкратному понижению теплового потока стабилизации неустойчивости.



Зависимость критического теплового потока от толщины паровой пленки при наличии (сплошная линия) и в отсутствие ПАВ (штриховая линия)

Показано, что корректный выбор граничного условия баланса касательных напряжений, куда помимо вязкости пара входит вязкость жидкости, в значительной мере влияет на результат. В настоящей работе допускается наличие нерастворимого ПАВ с высокой поверхностной концентрацией, адсорбированного в поверхностном слое жидкости. Как известно, в этом случае происходит смена типа граничного условия на межфазной поверхности, которая проявляется в результате свойства гибкой «мембраны».

Выполненные для воды и водяного пара расчеты указывают на стабилизирующий эффект ПАВ, что проявляется в значительном понижении теплового потока стабилизации неустойчивости.

(Рук. д.ф.м.н. Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru
(файл лаб 16-4.ppt)

19. Показано, что коллективные явления в сетях биологических осцилляторов, не подчиняющиеся классической теории Отта-Антонсена, хорошо описываются в рамках обобщения теории Отта-Антонсена, предложенного Д.С. Голдобиним и др.

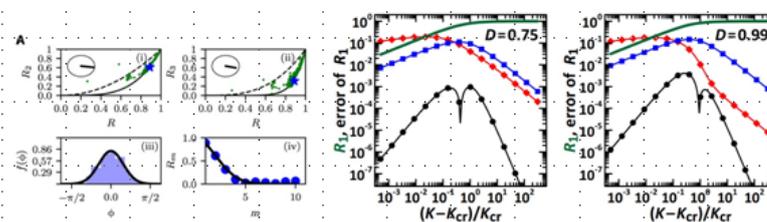
Аннотация

В статье в журнале Science Advances [1] анализируются экспериментальные наблюдения коллективных явлений в сетях биологических осцилляторов и показывается, что они не подчиняются классической теории Отта-Антонсена. Там же предлагается описание, альтернативное теории Отта-Антонсена. Д.С. Голдобиним, И.В. Тюлькиной и Л.С. Клименко совместно с А. Пиковским показано, что разработанный ими ранее подход к обобщению теории Отта-Антонсена на неидеальные ситуации позволяет рассматривать описание, предложенное в [1], как возмущение теории Отта-Антонсена [2]. Более того, подход Голдобина и др. [2] дает гораздо более точные результаты, чем подход [1]. Работа [2] опубликована в разделе срочных сообщений (Fast Track) журнала Chaos.



Применение обобщенного подхода Отта-Антонсена к сетям биологических осцилляторов

Показано, что коллективные явления в сетях биологических осцилляторов, не подчиняющиеся классической теории Отта-Антонсена [1], хорошо описываются в рамках обобщения теории Отта-Антонсена, предложенного Д.С. Голдобиним и др. Подход Д.С. Голдобина и др. [2] дает гораздо более точное описание, чем подход [1].



Экспериментальные данные из [1]

Иллюстрация: погрешность описаний для одной из парадигматических моделей — системы Курамото с внутренним шумом: обобщение теории Отта [2] — черный, классическая теория ОА — синий, подход [1] — красной.

[1] K. M. Hannay, D. B. Forger, and V. Booth, Macroscopic models for networks of coupled biological oscillators, Science Advances 4, e1701047 (2018).

[2] D. S. Goldobin, I. V. Tyulkina, L. S. Klimenko, A. Pikovsky, Collective mode reductions for populations of coupled noisy oscillators, Chaos 28, 101101 (2018). [impact-factor WoS 2017: 2.415, квартиль Q1]

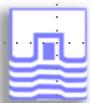
- [1] K.M. Hannay, D.B. Forger, V. Booth, Macroscopic models for networks of coupled biological oscillators, Science Advances 4, e1701047 (2018). [impact factor WoS 2017: 11.51]
[2] D.S. Goldobin, I.V. Tyulkina, L.S. Klimenko, A. Pikovsky, Collective mode reductions for populations of coupled noisy oscillators, Chaos 28, 101101 (2018). [impact factor WoS 2017: 2.415, квартиль Q1]

(Рук. к.ф.м.н. Голдобин Д.С., т.(342)) 237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com
(файл ГДГС-2.ppt)

20. Изучено влияние различия свойств поверхностей на осесимметричные колебания сжатой капли в переменном электрическом поле.

Аннотация

В данной работе рассматриваются колебаний капли жидкости в переменном электрическом поле. Капля зажата между двумя параллельными диэлектрическими поверхностями и окружена жидкостью другой плотности. Это поле создает внешнюю вибрационную силу, которая действует на линию контакта трех сред: капля-твердая поверхность-окружающая жидкость. Скорость движения линии контакта пропорциональна сумме отклонения краевого угла и скорости быстрых релаксационных процессов, частоты которых пропорциональны удвоенной частоте электрического поля. Коэффициент пропорциональности (параметр Хокинга) для каждой поверхности разный. Данное условие приводит к затуханию колебаний, которое объясняется взаимодействием линии контакта с твердой поверхностью. При исследовании вынужденных колебаний обнаружены хорошо заметные резонансные эффекты. При любых неравных значениях параметров Хокинга амплитуда колебаний боковой поверхности всегда конечна. Однако, при одинаковых параметрах Хокинга амплитуда неограниченно нарастает в случае малой диссипации. Показано, что по боковой поверхности капли распространяются бегущие капиллярные волны.



Влияние различия свойств поверхностей на осесимметричные колебания сжатой капли в переменном электрическом поле

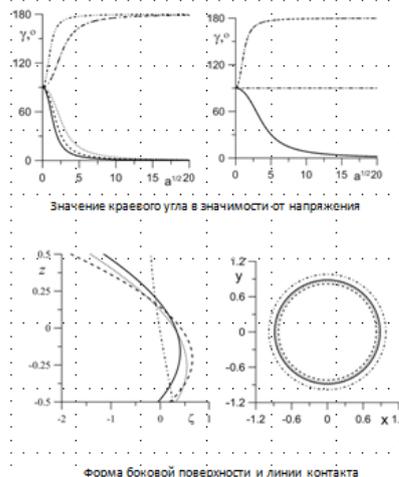
Исследованы вынужденные колебания цилиндрической капли несжимаемой жидкости, зажатой между параллельными пластинами, под действием неоднородного переменного электрического поля.

Рассмотрен случай пластин с разными свойствами поверхности, т.е. разными значениями параметра Хоккинга λ .

Показано, что диссипация на контактной линии приводит к ограничению максимальной амплитуды колебаний в резонансе и к сдвигу резонансной частоты.

При конечных значениях λ за счет диссипации при движении контактной линии амплитуда колебаний остается ограниченной. Однако при неодинаковых значениях λ для нижней и верхней пластин, амплитуда колебаний остается конечной даже в случае малых или больших λ .

Показано, что «антирезонансные» частоты, при которых нет отклонения линии контакта от равновесного значения, ни при каких значениях λ существуют только в случае одинаковых λ .



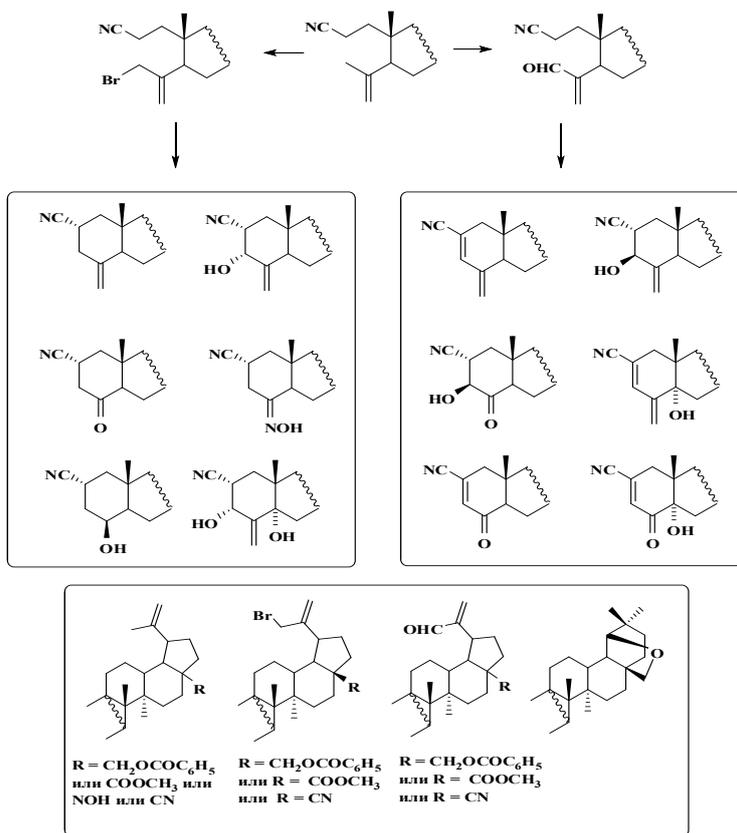
(Рук. к.ф.м.н. Алабушев А.А., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

(файл лаб 16-5.ppt)

«Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ИТХ УрО РАН»).

ПФНИ048: Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний.

1. В условиях аллильного бромирования или окисления по С24 атому из 2-циано-3,4-секотритерпеноидов, полученных из доступного пентациклического тритерпеноида бетулина, синтезированы соответствующие бром-алкены или альдегиды, на основе которых разработаны альтернативные способы синтеза «тритерпеноид-стероидных» гибридов с редуцированной 4,4-гемдиметильной группой в условиях нитрил-анионной циклизации. Для полученных циклических производных реализованы реакции регио- и стереоселективной модификации по С3, С4 и/или С5 положениям цикла А, а также в случае лупановых тритерпеноидов – по С20, С28 и С30 положениям фрагмента изопропилидена. «Тритерпеноид-стероидные» гибриды представляют интерес как потенциальные ингибиторы Р-гликопротеина, который отвечает за развитие одного из механизмов множественной лекарственной устойчивости раковых клеток [I.A. Tolmacheva, A.V. Nazarov, D.V. Eroshenko, V.V. Grishko. Synthesis, cytotoxic evaluation, and molecular docking studies of the semisynthetic “triterpenoid-steroid” hybrids // Steroids. – 2018. – Vol. 140. – P. 131-143].



Лаборатория биологически активных соединений
 Научный руководитель – к.х.н., доцент Гришко В.В.

ПФНИ045: Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов.

1. Разработан метод получения комбинированных оксидных регуляторов горения на углеродной основе, модифицированной оксидами двух металлов, позволяющий синтезировать регуляторы горения с различным соотношением оксидов металлов общей массовой долей оксидной фазы до 20 масс. % и удельной поверхностью от 20 до 400 м²/г. Установлено, что введение в состав высокоэнергетических конденсированных систем на основе циклических нитраминов комбинированных оксидных регуляторов горения, модифицированных оксидами свинца и меди, а также оксидами никеля и меди, с преобладающей массовой долей оксида меди, способствует снижению барического показателя ν закона зависимости скорости горения от давления на 35 %. Показано, что указанные регуляторы горения способствуют снижению значений пиковых температур низкотемпературной (на 10 °С) и высокотемпературной (на 90-100 °С) стадий разложения перхлората аммония.

Лаборатория многофазных дисперсных систем
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Вальцифер В.А.

2. Впервые получены и описаны линейные полиуретанмочевины, обладающие свойствами термопластичности. Доказано, что полученные полимеры имеют с уникально низкие температуры стеклования полимерной матрицы до -100 °С, при концентрации пластификатора ДЭГС не более 40 %, с прочностью не менее 10 МПа при комнатной температуре и не менее 40 МПа при -70°С.

Лаборатория полимерных материалов
 Научный руководитель – к.т.н. Сеничев В.Ю.

«Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ГИ УрО РАН»).

ПФНИ136: Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий.

1. Разработана и опробована на практике новая технология скважинной сейсморазведки - сейсмическое скважинное профилирование. Технология основана на теоретических положениях систем интерференционной регистрации отраженных волн в рамках методики многократных перекрытий (ММП). Основная цель - локализация в пространстве контрастных вертикально-ориентированных тонких скоростных неоднородностей, обусловленных техногенной и природной нарушенностью породного массива. Данная цель достигается за счет высокочастотного спектра сейсмических скважинных данных в диапазоне 600-800 Гц и сформированного для цифровой обработки сейсмограмм ММП графа. Результаты обработки обеспечивают картирование в направлении излучения неоднородностей размерами от 1.6 м до 0.8 м с минимальной протяженностью в 65 м на расстоянии до 200м. Аппаратурное обеспечение включает специализированный скважинный источник с частотой импульса 2000Гц и 24-канальную гидрофонную косу с пьезокерамическими приемниками, регистрирующими объемное сжатие. Данная технология применяется в комплексе с наземными и традиционными скважинными сейсморазведочными исследованиями (рис.1) и использована для контроля развития катастрофических провальных явлений над затопленными калийными рудниками.

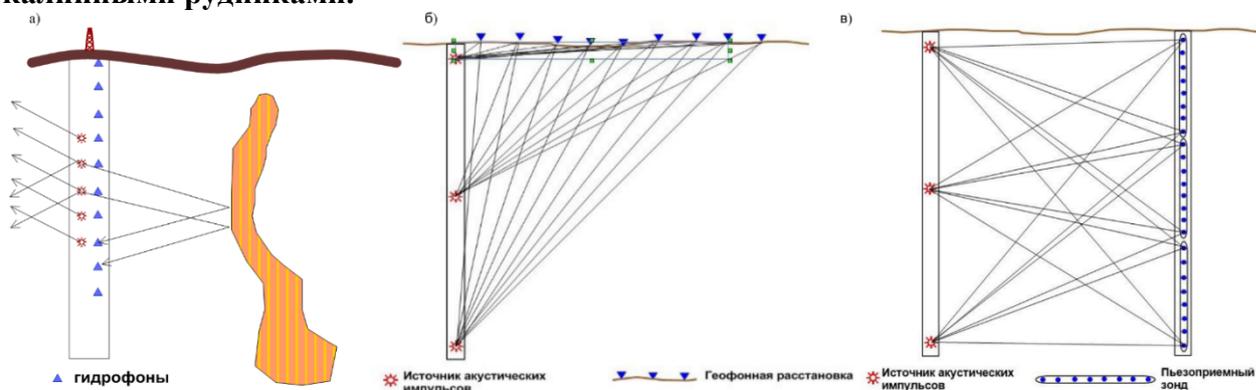


Рис.1. Схемы сейсмических скважинных технологий: а) сейсмическое скважинное профилирование ММП, б) вертикальное скважинное профилирование, в) межскважинное просвечивание

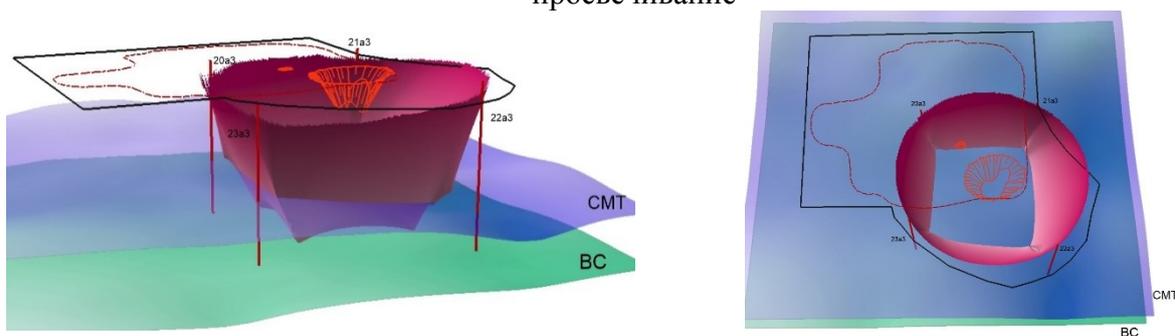


Рис.2. Пространственная (а) и площадная (б) модели зоны дезинтегрированного массива

Санфиров И.А., Чугаев А.В., Бабкин А.И., Лисин В.П., Бобров В.Ю. Горнотехнические приложения малоглубинной скважинной сейсморазведки / Геофизика. 2018. № 5. С. 24-30.

2. Впервые в соляной толще Верхнекамского месторождения установлено присутствие нового генетического типа рассолов относящихся к палеокарстовым водам (рис.1.), которые сформировались за счет реакции надсолевых сульфатных вод с сильвинитовыми пластами (сингенитовый тренд). Наличие аномалии данного типа, априори, создает угрозу разрушения водозащитной толщи, аварийного прорыва пресных вод в рудник и его затопления. Геологическая природа зоны выщелачивания, выявленная по результатам комплексной интерпретации пространственной сейсморазведки, площадных электроразведочных исследований, с учетом минерального состава легла в основу физико-геологической модели образования, которая позволила выполнить геомеханические расчеты для оценки возможных условий ведения горных работ на потенциально опасных участках (рис.2).

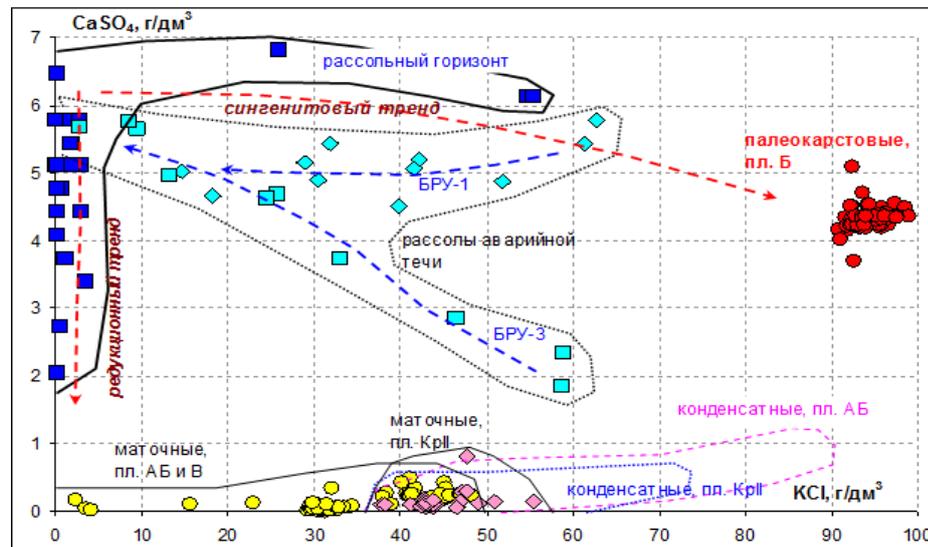


Рис.1. Положение состава палеокарстовых вод на типизационной диаграмме рассолов Верхнекамского месторождения

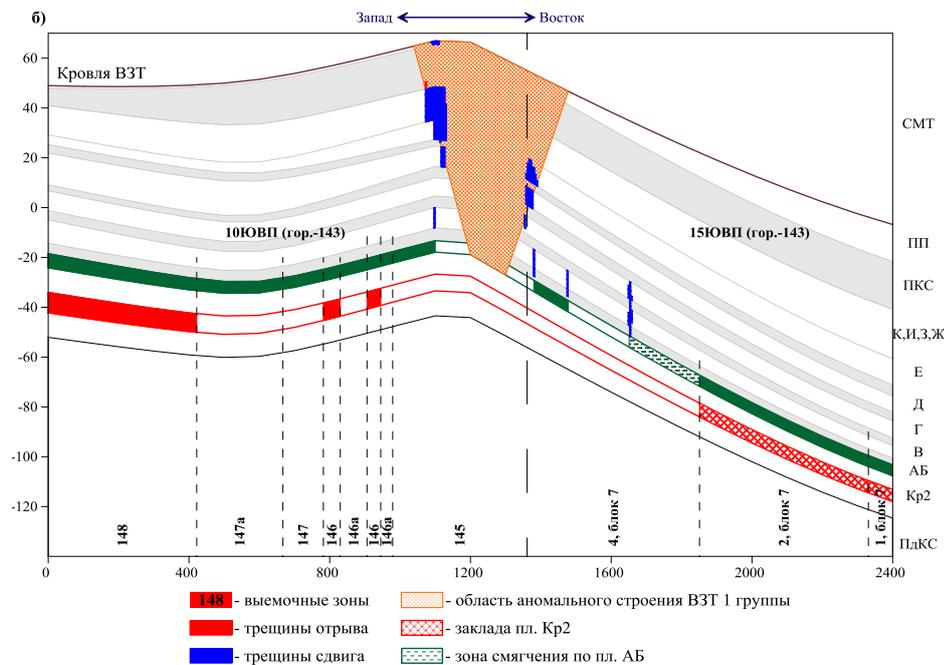


Рис.2. Характер техногенного нарушения сплошности водозащитной толщи

Чайковский И.И. Новый генетический тип рассолов Верхнекамского месторождения // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сб. науч. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. с. 3-7.

Prognosis of lithological variability of the waterblocking strata based on the of complex interpretation of seismic and electrical data / Sanfirov I., Stepanov Y., Baybakova T., Taynitskiy A. // E3S Web Conferences: 7th International Scientific Conference “Problems of Complex Development of Georesources”, Khabarovsk. – 2018. – V. 56. – 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/20185602002.

ПФНИ 132: Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

1.*Разработана синтезированная математическая модель расчета микроклиматических параметров воздуха в горных выработках глубоких рудников, включающая сетевую модель тепло- и массопереноса, модель нестационарного сопряженного теплообмена в системе «воздух – крепь – горные породы» с учетом сжимаемости воздушной среды, влагообмена в рудничной атмосфере и феноменологические модели техногенных источников тепловыделения (рис..). Отличительной особенностью модели является расчет теплообмена между воздухом и массивом горных пород в нестационарной сетевой постановке с учетом адиабатического нагревания и охлаждения воздуха при его движении по вертикальным и наклонным выработкам. Разработанная модель позволяет прогнозировать микроклиматические параметры воздуха глубоких шахт и рудников, характеризующихся сложными и разветвленными сетями горных выработок, высокой температурой вмещающих пород и применением мощных горных машин, что служит фундаментальной основой разработки инновационных систем кондиционирования воздуха.

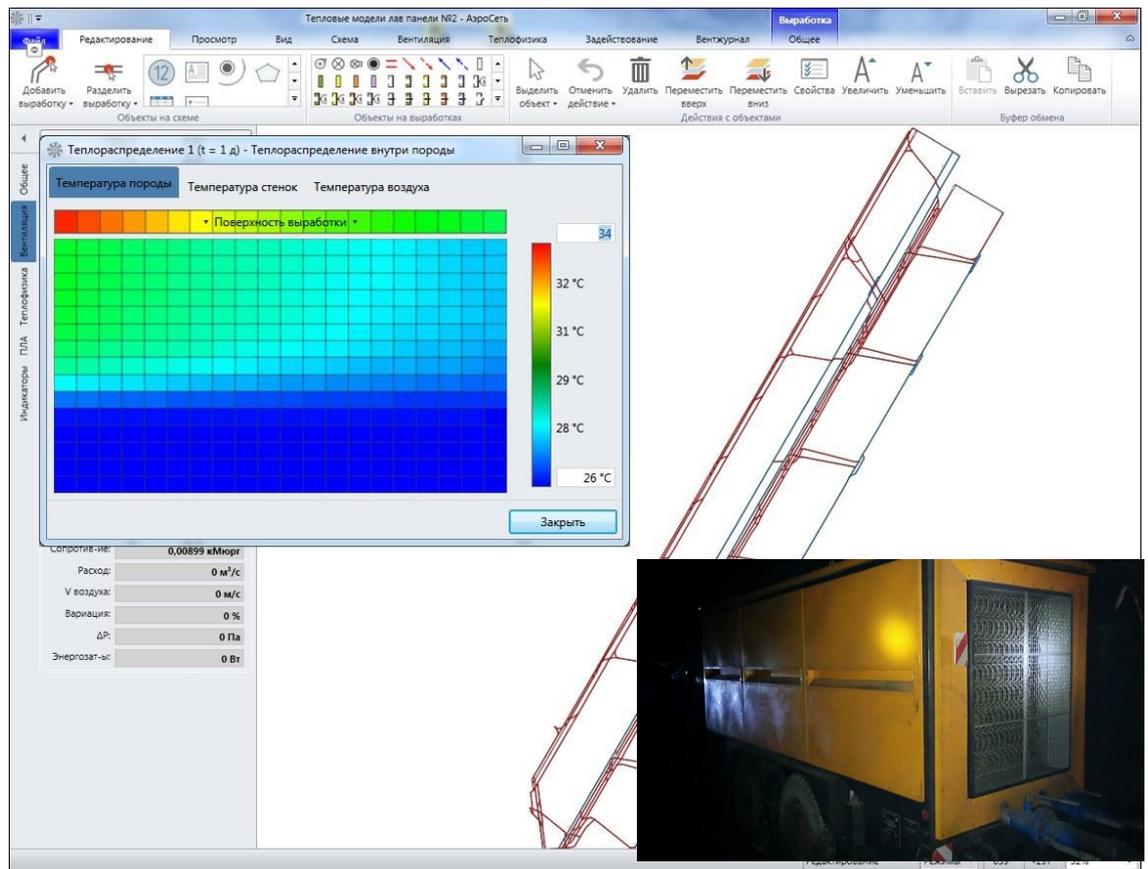


Рисунок . Результаты расчета теплораспределения в сети горных выработок и окружающем породном массиве

Зайцев А.В. Теплотехнические системы нормализации микроклиматических параметров воздуха в глубоких рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» / А.В. Зайцев, Л.Ю. Левин, С.В. Бутаков, М.А. Семин // Горный журнал. — Москва, 2018. — № 6. — С. 34-39.

Левин Л.Ю. Нормализация микроклиматических условий горных выработок при отработке глубокозалегающих запасов калийных рудников // Л.Ю. Левин, А.В. Зайцев, С.В. Бутаков, М.А. Семин // Горный журнал. — Москва, 2018. — № 8. — С. 97-102.

2. (**) Установлены критерии разрушения конструктивных элементов камерной системы разработки, основанные на определении критических значений скоростей поперечного деформирования междукамерных целиков (**рис. 1**). На основе этого подхода создана система дистанционного инструментального мониторинга состояния горных выработок (**рис. 2**). Использование этой системы обеспечивает контроль наступления критических режимов деформирования подработанных толщ и позволяет принимать оперативные решения по реализации дополнительных противоаварийных мероприятий.

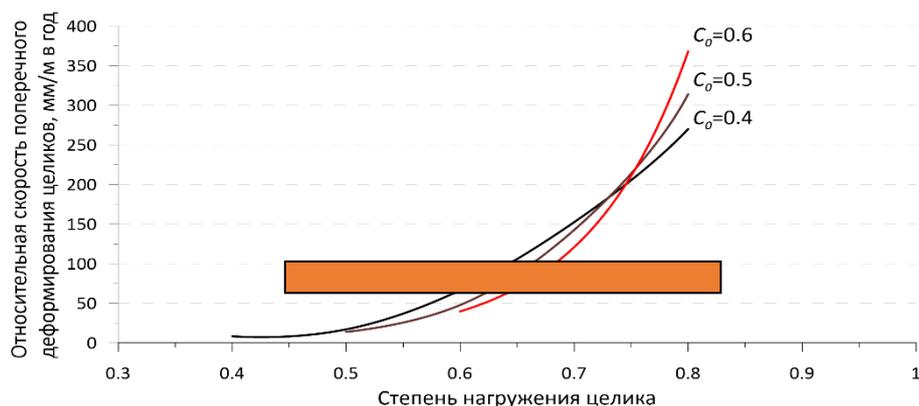


Рис. 1. Изменение относительной скорости поперечного деформирования целиков при различной начальной степени их нагружения

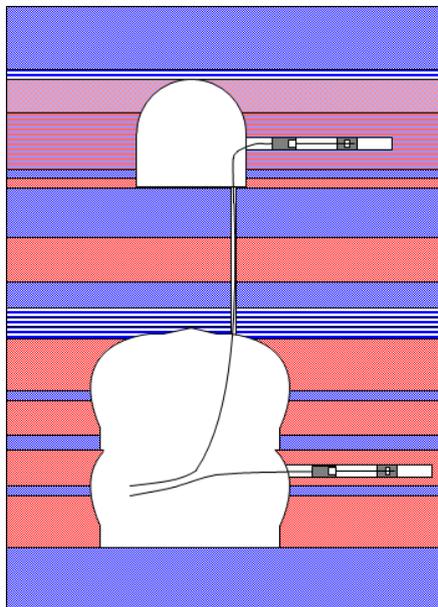


Рис. 2. Схема организации дистанционного контроля

Baryakh A., Lobanov S., Lomakin I., Tsayukov A. Mathematical modelling of limit states for load bearing elements in room-and-pillar mining of saliferous rocks / EUROPEAN ROCK MECHANICS SYMPOSIUM (EUROCK 2018). St. Petersburg, 2018.

Evseev A., Asanov V., Lomakin I., Tsayukov A. Experimental and theoretical studies of undermined strata deformation during room-and-pillar mining / EUROPEAN ROCK MECHANICS SYMPOSIUM (EUROCK 2018). St. Petersburg, 2018.

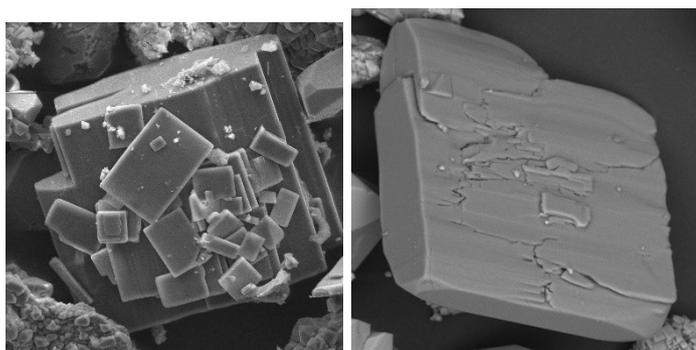
3.(**) Разработана технология переработки глинисто-солевых отходов К-Mg руд (шламов) и использования их, в качестве комплексных удобрений пролонгированного действия для зерновых культур и картофеля. Технология обеспечивает утилизацию отходов калийного производства и получение удобрений содержащих питательные (К, Mg, Ca), мелиорирующие компоненты (глина, доломит) и комплекс микроэлементов.



Рис. Шламы и продукт их переработки - удобрения

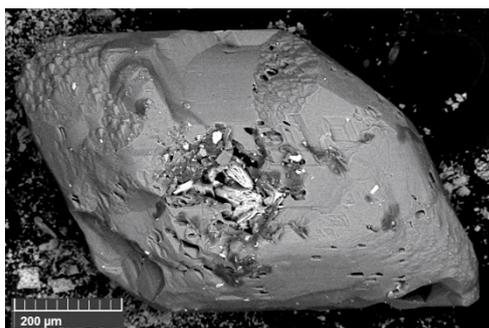
ПФНИ 125: Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.

1. (**) Совместно с МГУ открыты два новых минерала. Оба относятся к группе боратов и происходят из калийно-магниевых солей Верхнекамского и Челкарского месторождений.



Красноштейнит, $\text{Al}_8[\text{B}_2\text{O}_4(\text{OH})_2](\text{OH})_{16}\text{Cl}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Pekov, I.V., Zubkova, N.V., Chaikovskiy, I.I., Chirkova, E.P., Belakovskiy, D.I., Yapaskurt, V.O., Bychkova, Y.V., Lykova, I.S., Britvin, S.N. and Pushcharovsky, D.Y. (2018) Krasnoshteinite, IMA 2018-077. CNMNC Newsletter No. 46, December 2018, page xxxx; Mineralogical Magazine, 82: xxxx–xxxx. (<https://www.mindat.org/min-53190.html>)



Яржемскиит, $\text{K}[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Pekov, I.V., Zubkova, N.V., Korotchenkova, O.V., Chaikovskiy, I.I., Yapaskurt, V.O., Chukanov, N.V., Belakovskiy, D.I., Lykova, I.S., Britvin, S.N. and Pushcharovsky, D.Y. (2018) Yarzhemskiiite, IMA 2018-019. CNMNC Newsletter No. 44, August 2018, page xxx; Mineralogical Magazine: 82: xxx–xxx. (<https://www.mindat.org/min-53024.html>)

ПФНИ 138: Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.

1. (**)Разработаны критерии выявления аномалий силы тяжести, обусловленных плотностными неоднородностями геологической и техногенной природы. Совместная интерпретация локальных и динамических аномалий – участков, где за период между съемками происходило изменение гравитационного поля, позволяет оценить интенсивность дезинтеграционных процессов, происходящих в породном массиве. Наибольшую опасность представляют участки совпадения отрицательных локальных аномалий силы тяжести и динамических изменений гравитационного поля (рис.).

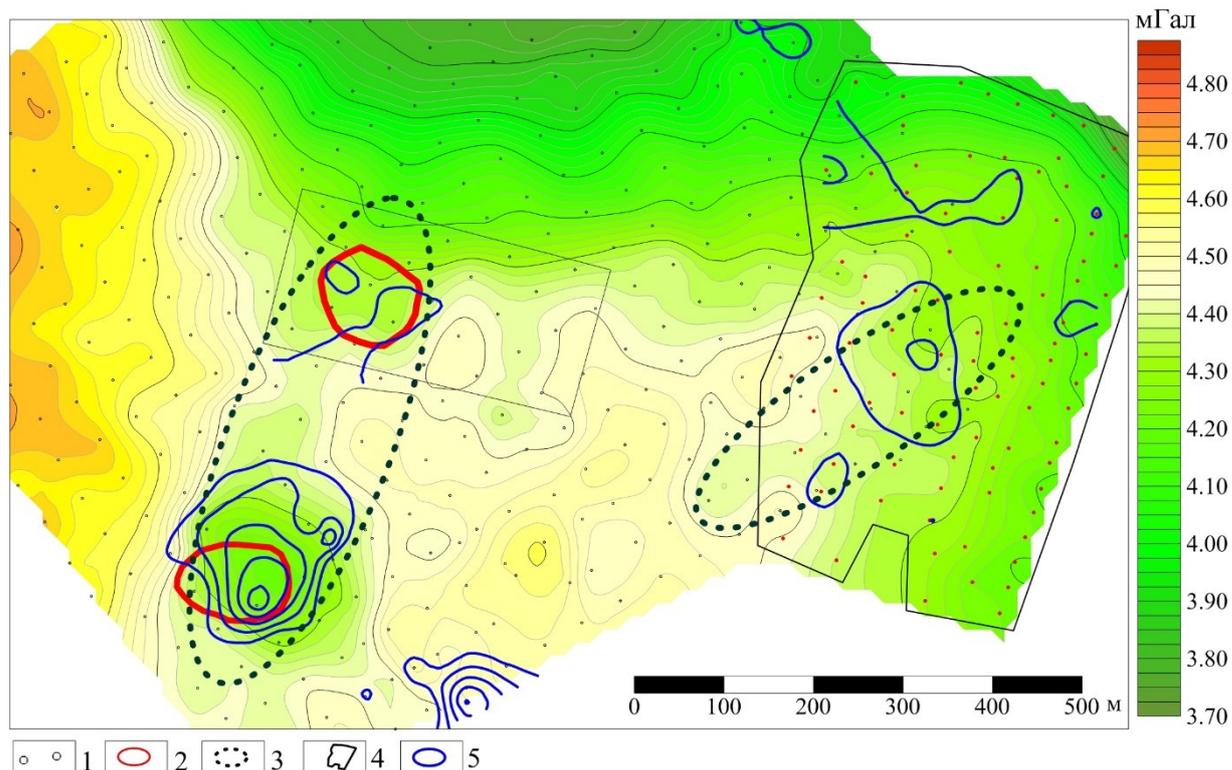


Рис. Гравитационное поле в районе провалов земной поверхности: 1 – пункты гравиметрических наблюдений, 2 – провалы земной поверхности, 3 – контуры локальных аномалий силы тяжести, 3 – участки повторной гравиметрической съемки, 4 – динамические аномалии силы тяжести

Bychkov S.G., Michurin A.V., Simanov A.A. Gravimetric monitoring of technogenic impact on geological environment // Engineering and Mining Geophysics 2018, Almaty, Kazakhstan.

Бычков С.Г., Простолупов Г.В., Щербинина Г.П. Прикладные задачи гравиметрии при обеспечении безопасности отработки месторождения растворимых солей // Геофизика, 2018, №5, С. 4-12.

2. (**)Разработана новая методика оценки регистрационных возможностей системы сейсмологического мониторинга. Методика базируется на расчете очагового спектра сейсмического события с использованием модели Брюна и фактического спектра целевого сигнала в месте установки датчика с учетом поглощения в среде. Наличие модельных сигналов, соответствующих разным источникам, и характеристик сейсмических шумов позволяет произвести моделирование работы алгоритмов-детекторов и оптимизировать их параметры для достижения максимальной эффективности работы сейсмологической сети. Пример расчета минимальной предельно регистрируемой магнитуды для реальной сейсмической сети представлен на рис. 1.

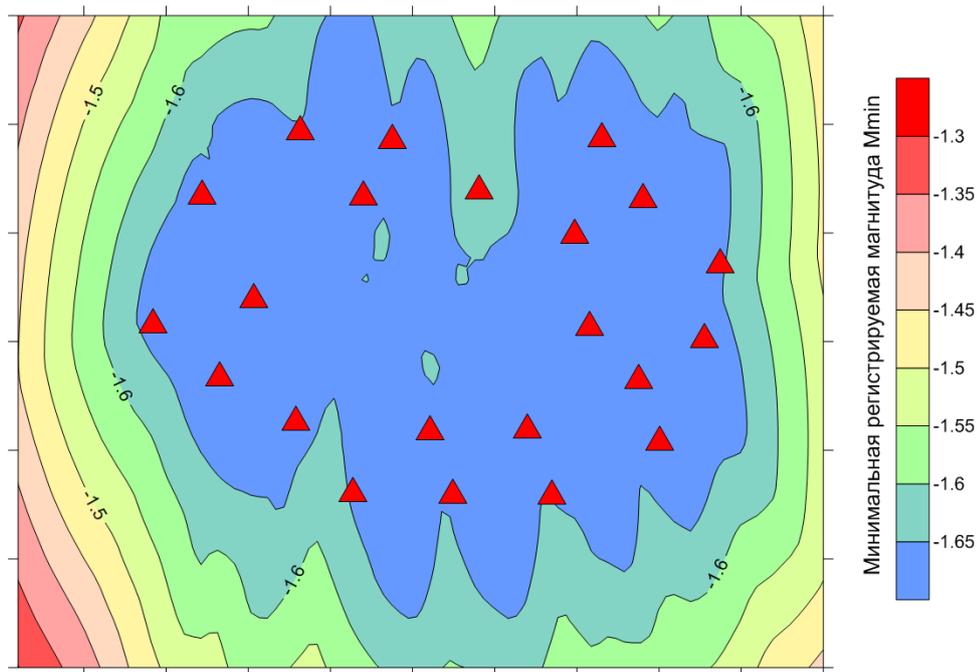


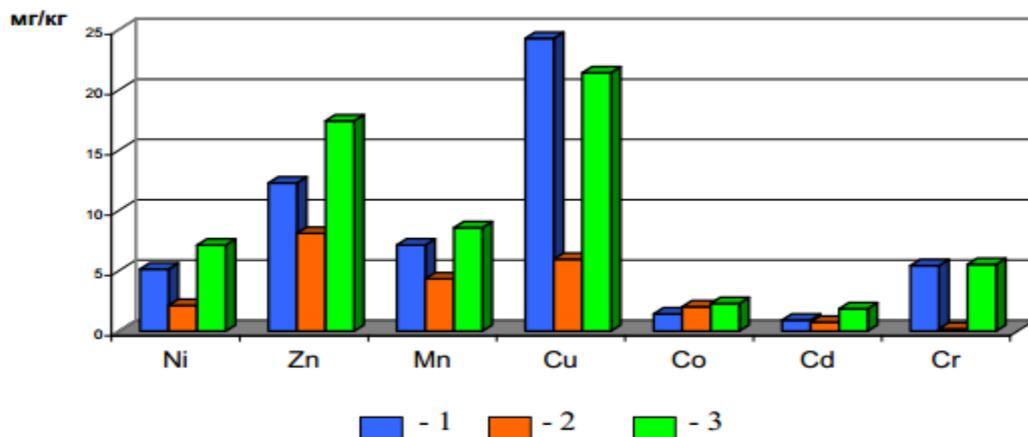
Рис.1. Предельные регистрационные возможности системы локальной мониторинговой системы, полученные с учетом фактического уровня сейсмических шумов и добротности среды

ПФНИ 137: Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества.



1. (**). Результаты экспериментального моделирования поведения систем «отходы – вода» свидетельствуют, что происходящие в угольно-породных отвалах Кизеловского бассейна химико-физические процессы приводят к разрушению прочно связанных с минеральной матрицей соединений, повышению их геохимической подвижности и увеличению содержания миграционно-способных форм. Установлено, что растворимость тяжелых металлов,

определяющая масштабы их эмиссии из угольно-породных отвалов в гидросферу, уменьшается в следующем ряду: $Cd > Sr > Co > Ni > Zn > Mn > Cr > Cu > Fe$.



- 1 - содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов (ТМ) в исходных отходах;
- 2 - суммарное содержание ТМ, перешедших в водную вытяжку;
- 3 - содержание кислоторастворимых форм ТМ в породах после взаимодействия с водой.

Рис. Характер выщелачивания тяжелых металлов из угольно-породных отвалов Кизеловского бассейна

Полученные данные свидетельствуют, что вода выступает не только как растворяющая и транспортирующая поллютанты среда, но и как активный реагент, способствующий активизации миграции тяжелых металлов и органических соединений.

Бачурин Б.А. Геохимические аспекты техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Горный журнал. – 2018. – № 6. – С.40-45 (Scopus)

Бачурин Б.А., Фетисова Н.Ф. Гидрогеохимия техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: мат-лы третьей Всерос. конф. с международ. участием. – Чита [Электронный ресурс]. – Улан-Удэ. Изд-во БНЦ СО РАН. – 2018. – С. 332-335 (РИНЦ)

Бачурин Б.А. Геохимические аспекты техногенеза Кизеловского угольного бассейна // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. научн. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. – С. 48-52 (РИНЦ)

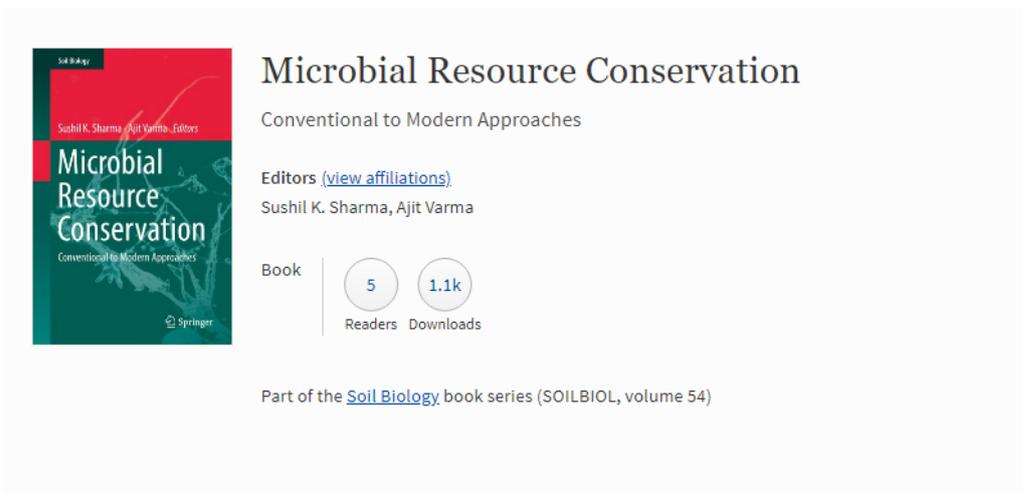
Фетисова Н.Ф. Оценка естественной нейтрализации кислых шахтных вод в условиях Коспашского месторождения Кизеловского угольного бассейна // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. научн. тр. Вып. 16 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2018. – С. 52-55 (РИНЦ).

«Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее – «ИЭГМ УрО РАН»).

ПФНИ 52: Биологическое разнообразие.

1. На основе биоресурсов Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов (реестровый номер Уникальной научной установки www.ckp-rf.ru/usu/73559) проведен биоинформатический анализ данных, полученных в результате секвенирования геномов представителей почвенных актинобактерий *Rhodococcus erythropolis* (штамм ИЭГМ 267, номер в GenBank [MRBQ01000001-MRBQ01000231](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/MRBQ01000001-MRBQ01000231)) и *Rhodococcus ruber* (ИЭГМ 231, номер в GenBank [CCSD01000001-CCSD01000115](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/CCSD01000001-CCSD01000115)) – высокоэффективных продуцентов биосурфактантов и нефтеструктуров. На основе определения целевых нуклеотидных последовательностей родококков экологически значимых видов подобраны праймеры к специфическим участкам генов, кодирующих алкан-монооксигеназу, метан-монооксигеназу, цитохром P450-зависимую монооксигеназу, и выявлено их структурное разнообразие. Полученные данные о консервативных участках гена *alkB* могут быть использованы в качестве возможного филогенетического маркера.

Руководитель: зав. лабораторией алканотрофных микроорганизмов, академик РАН И.Б. Ившина.



Ivshina I.B., Kuyukina M.S. Specialized microbial resource centers: a driving force of the growing bioeconomy. In: S.K. Sharma and A. Varma (Eds), *Microbial Resource Conservation*. *Soil Biology*. 2018. V. 54. P. 111–140 (451 pp.). Springer, 2018. ISBN 978-3-319-96970-1. ISSN 978-3-319-96970-1. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96971-8>. WOS, Scopus.

NCBI Resources How To

Sequence Set Browser [Show help](#)

Project: MRBQ01

MRBQ000000.1 *Rhodococcus erythropolis*

Master | Contigs | Proteins | Download

Accession Product name

Found 64 proteins

| # | Accession | Length | Product name | View |
|----|----------------------------|--------|--------------------------------------|---|
| 1 | OKA16621.1 | 425 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 2 | OKA16622.1 | 407 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 3 | OKA16684.1 | 448 | L-lysine 6-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 4 | OKA16698.1 | 371 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 5 | OKA16708.1 | 416 | steroid C27-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 6 | OKA16785.1 | 194 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 7 | OKA17036.1 | 391 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 8 | OKA16795.1 | 391 | alkane 1-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 9 | OKA16797.1 | 535 | pentachlorophenol monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 10 | OKA16869.1 | 327 | nitronate monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 11 | OKA16886.1 | 102 | antibiotic biosynthesis monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 12 | OKA16897.1 | 329 | nitronate monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 13 | OKA16259.1 | 335 | flavin monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 14 | OKA16520.1 | 329 | alkane 1-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 15 | OKA16459.1 | 422 | steroid C27-monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |
| 16 | OKA15960.1 | 426 | monoxygenase | FASTA GenPept ASN.1 |

Рисунок 1 – Скриншот БД NCBI, иллюстрирующий разнообразие целевых генов *Rhodococcus erythropolis* ИЭГМ 267, кодирующих монооксигеназы

ПФНИ 55: Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов.

1. Полиамины оказывают положительный концентрационно-зависимый эффект на образование персистерных клеток *Escherichia coli*, который возрастает в ряду кадаверин → путресцин → спермидин и опосредован их стимулирующим воздействием на экспрессию генов полиаминового модулона. Методом полимеразной цепной реакции в реальном времени с предварительным проведением обратной транскрипции в сочетании с мутационным анализом единичных и двойных генных нокаутов показано, что гены *relA* и *spoT*, входящие в состав полиаминового модулона, наряду с ранее изученными нами (*rpoS*, *rmf*, *yqjD*), участвуют в формировании персистенции *E. coli*. Полученные данные

указывают на то, что в стрессорных условиях (стационарная фаза) действие полиаминов направлено на усиление функции глобальных клеточных регуляторов, обеспечивающих общий стрессорный ответ и развитие персистерного состояния высокой толерантности к стрессам и антибиотикам. Полученные результаты представляют интерес для понимания механизмов формирования бактериальной персистенции и в перспективе могут быть использованы для разработки технологии усиления активности традиционных антибиотиков и разработки новых антибактериальных средств.

Роль генов общего стрессорного ответа в формировании бактериальной персистенции. Хаова Е.А., Кашеварова Н.М, Сидоров Р.Ю., Ткаченко А.Г.

Руководители: чл.-корр. В.А. Демаков, зав. лабораторией адаптации микроорганизмов ИЭГМ профессор А.Г. Ткаченко.

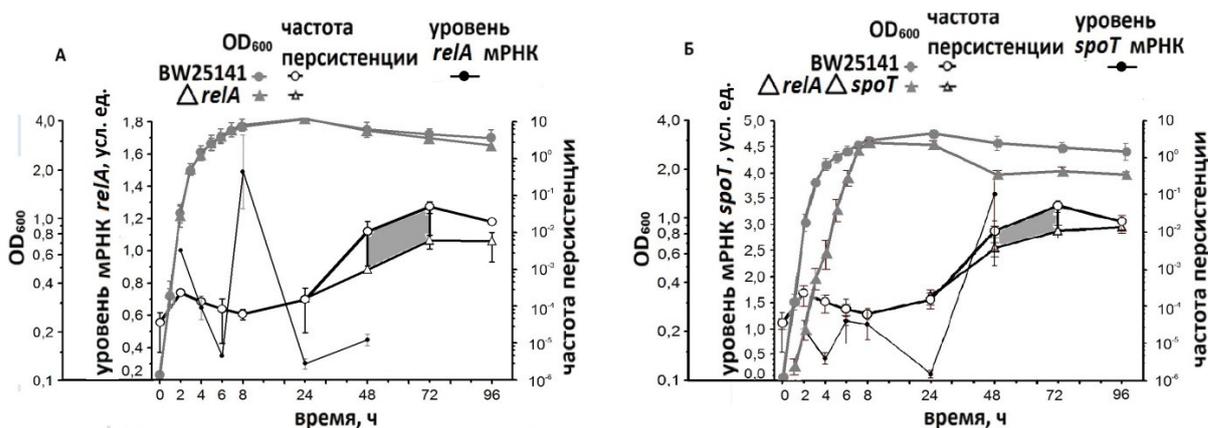


Рисунок. Роль генов *relA* (А) и *spoT* (Б) в персистенции *E. coli*. Затенением отмечены области максимального снижения частоты персистеров в нокаутных штаммах в сравнении с контрольным. Возрастание количества *relA* и *spoT* мРНК родительских штаммов предшествует максимальному уровню частоты персистерных клеток в культуре контрольного штамма.

2. Впервые показано участие регуляторного нуклеотида гуанозинтетрафосфата (p)ppGpp в регуляции дыхания у бактерий *Escherichia coli*. Установлено, что аминокислотное голодание сопровождается резким ингибированием дыхания бактерий, которое отсутствует в мутанте по гену *relA*, кодирующему (p)ppGpp синтазу I, и может предотвращаться ингибиторами трансляции хлорамфениколом и тетрациклином, снижающими уровень (p)ppGpp. Предположительной первичной мишенью (p)ppGpp-зависимого дыхательного контроля является АТФ-синтаза. Резкое ингибирование дыхания, индуцированное аминокислотным голоданием, сопровождается быстрыми изменениями мембранного потенциала и потоков K^+ , а также временным ускорением продукции активных форм кислорода. Высокие уровни супероксида и H_2O_2 , а также индукция антиоксидантных систем у мутанта *atpC*, кодирующего ϵ -субъединицу АТФ-синтазы, свидетельствуют о ее важной роли в контроле продукции активных форм кислорода. Обнаруженная новая функция (p)ppGpp расширяет представление о его роли в метаболическом перепрограммировании клеток в процессе адаптивного ответа на различные стрессы.

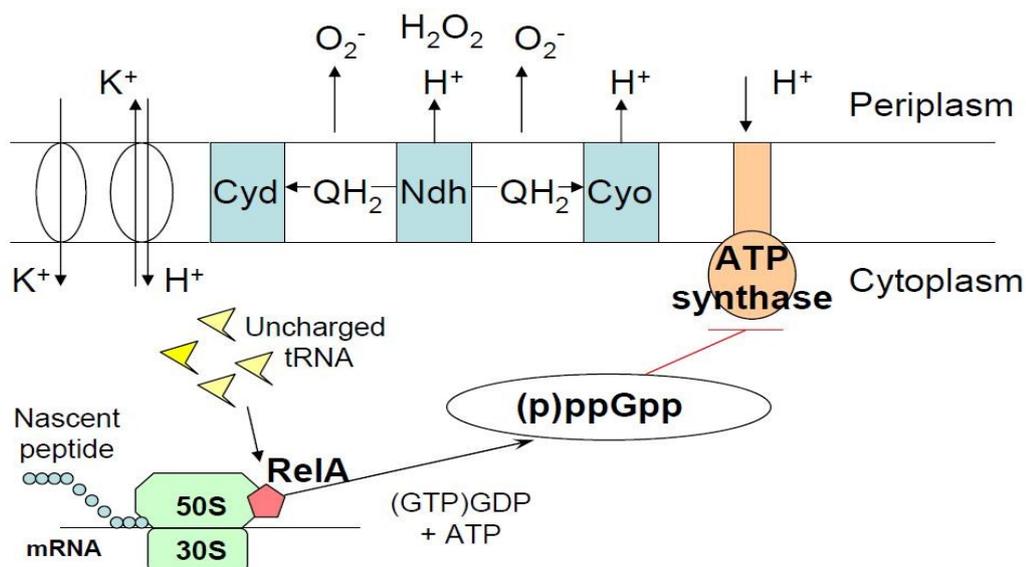


Рисунок. Гипотетический механизм (p)ppGpp-зависимого ингибирования дыхания при изолейциновом голодании *Escherichia coli*. Изолейциновое голодание, индуцированное добавлением валина, вызывает накопление незаряженных транспортных РНК, которые связываются с рибосомальным А-сайтом и запускают RelA-зависимый синтез (p)ppGpp из (GTP)GDP и АТФ. Алармон (p)ppGpp ингибирует выход протонов через АТФ синтетазу, тем самым замедляя перенос электронов в дыхательной цепи и вызывая резкое ингибирование дыхания, которое приводит к ускорению генерации супероксида. Мягкое разобщение с участием K^+/H^+ обменных систем приводит к снижению мембранного потенциала, что снижает образование супероксида. Руководитель: зав. лабораторией физиологии и генетики микроорганизмов ИЭГМ профессор О.Н. Октябрьский.

3. Изучено влияние ацетонитрила на энергетический статус и каталитическую активность клеток нитрилгидролизующих бактерий в суспензии и клеток биопленок. Энергетический статус планктонных клеток и клеток биопленки в монокультуре *Al. faecalis* 2 и смешанной культуры *Al. faecalis* 2 и *R. ruber* gt 1 был определен при десятикратном внесении ацетонитрила каждые 10 минут и каждые сутки. Показано меньшее повреждающее действие ацетонитрила на смешанную культуру, что связано с нитрилгидратазной активностью *R. ruber* gt 1. Биопленки как моно-, так и смешанной культуры более устойчивы к воздействию ацетонитрила, вносимого каждые 10 мин, чем планктонные клетки, что подтверждается менее выраженным снижением содержания АТФ в клетках – в 3 раза для монокультуры и на порядок для бинарной биопленки. Изучено взаимное влияние бактерий *R. ruber* gt 1 и *Al. faecalis* 2 на биопленкообразование и рост в периодической культуре. Показано, что данные штаммы образуют более массивные биопленки в смешанной культуре и в монокультуре при внесении культуральной жидкости другого штамма (рисунок).

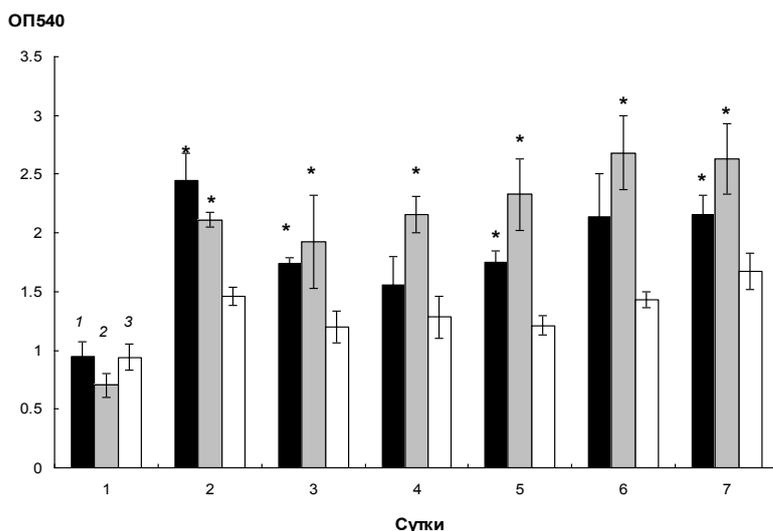
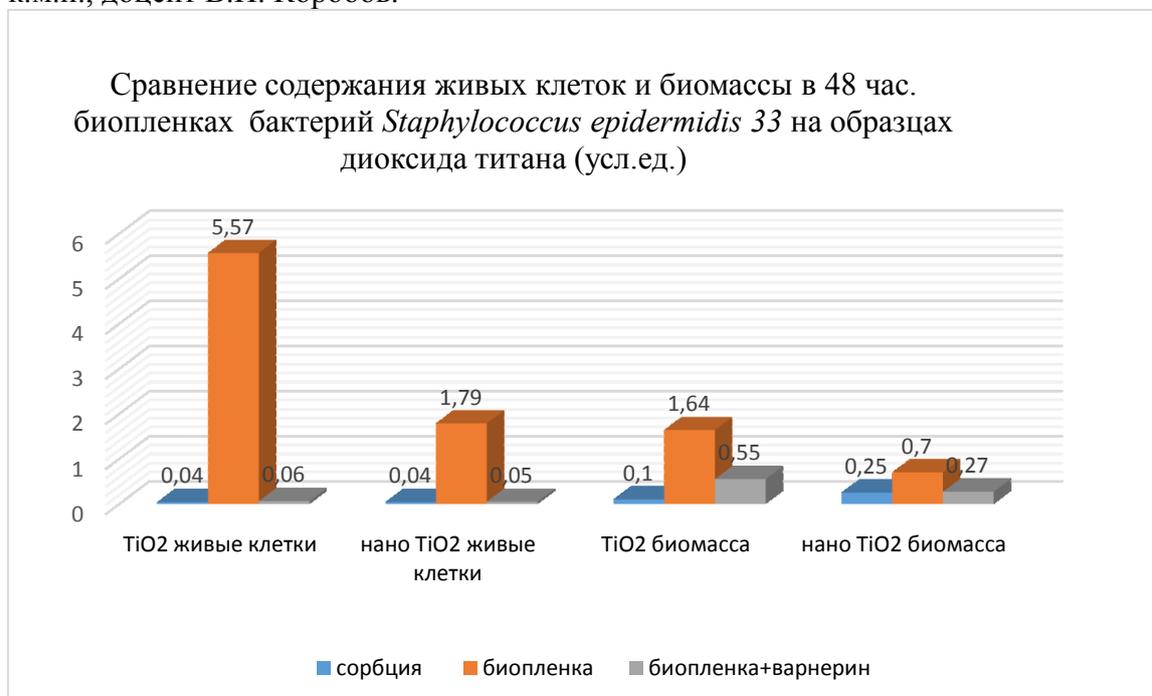


Рисунок. Динамика роста биопленок *R. ruber* gt 1 при добавлении культуральной жидкости 2-х (1) и 4-х (2) сут культуры *Al. faecalis* 2 и без дополнительных добавок (3). Руководитель: зав. лабораторией молекулярной микробиологии и биотехнологии, чл. – корр. РАН В.А. Демаков.

4. Результаты исследований пленкообразующих свойств бактерий *S. epidermidis* 33 на экспериментальных образцах диоксида титана с различными подходами к технологической обработке их поверхностей свидетельствуют об эффективности антибактериального действия низкомолекулярного катионного пептида варнерина как на образцах с наноструктурированным покрытием, так и без него, причем, оно достоверно более выражено на поверхности диоксида титана без покрытия, что может быть связано с большим числом живых клеток в формирующихся в этих условиях бактериальных биопленках. Руководитель: зав. лабораторией биохимии развития микроорганизмов, к.м.н., доцент В.П. Коробов.



ПФНИ 62: Биотехнология.

1. С целью получения устойчивых иммобилизованных биокатализаторов изучено влияние нетоксичных гликолипидных *Rhodococcus*-биосурфактантов на адгезию актинобактерий – биодеструкторов сложных органических загрязнителей к поверхности твердых носителей. На основе данных динамической ИК-термографии в сочетании с высокочувствительной термометрией разработана температурная модель кинетики бактериальной адгезии и обоснована эффективность применения биосурфактантов для создания на поверхности носителя прочного монослоя клеток актинобактерий с высокой каталитической активностью. Руководители: д.б.н. М.С. Куюкина, академик РАН И.Б. Ившина.

Krivoruchko A.V., Iziyova A.Yu., Kuyukina M.S., Plekhov O.A., Naimark O.B., Ivshina I.B. Adhesion of *Rhodococcus ruber* IEGM 342 to polystyrene studied using contact and non-contact temperature measurement techniques // Applied Microbiology and Biotechnology. 2018. V. 102. Iss. 19. P. 8525–8536. Q1. IF 3.34

Осипенко М.А., Куюкина М.С., Писцова О.Н., Ившина И.Б. Программный комплекс “Визуальное прогнозирование и расчет параметров морфогенетического цикла актинобактерий рода *Rhodococcus*”. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018619759. Зарегистрирован в Госреестре программ для ЭВМ 10.08.2018.

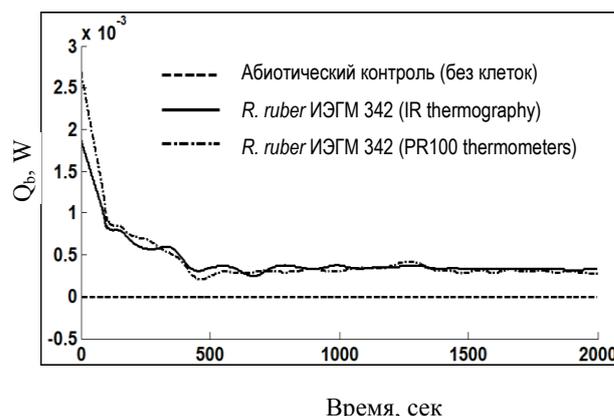
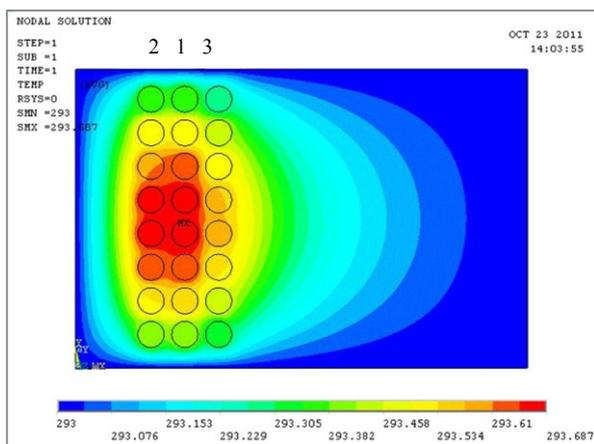


Рисунок – 2D температурная модель адгезии (слева) и динамика термопрофиля (справа) клеток *R. ruber* ИЭГМ 342. Клеточная суспензия ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) родококков помещалась в обработанный биосурфактантом (1) и необработанный (2) полистирольный планшет; (3) – абиотический контроль.

2. Применение соединений растительного происхождения в качестве адьювантов при антибиотикотерапии рассматривается как часть новой стратегии борьбы с антибиотико-резистентными микроорганизмами. Используя *Escherichia coli* как модель, мы показали, что богатые полифенолами или экдистероидами экстракты лекарственных растений и

Таблица 1. Влияние

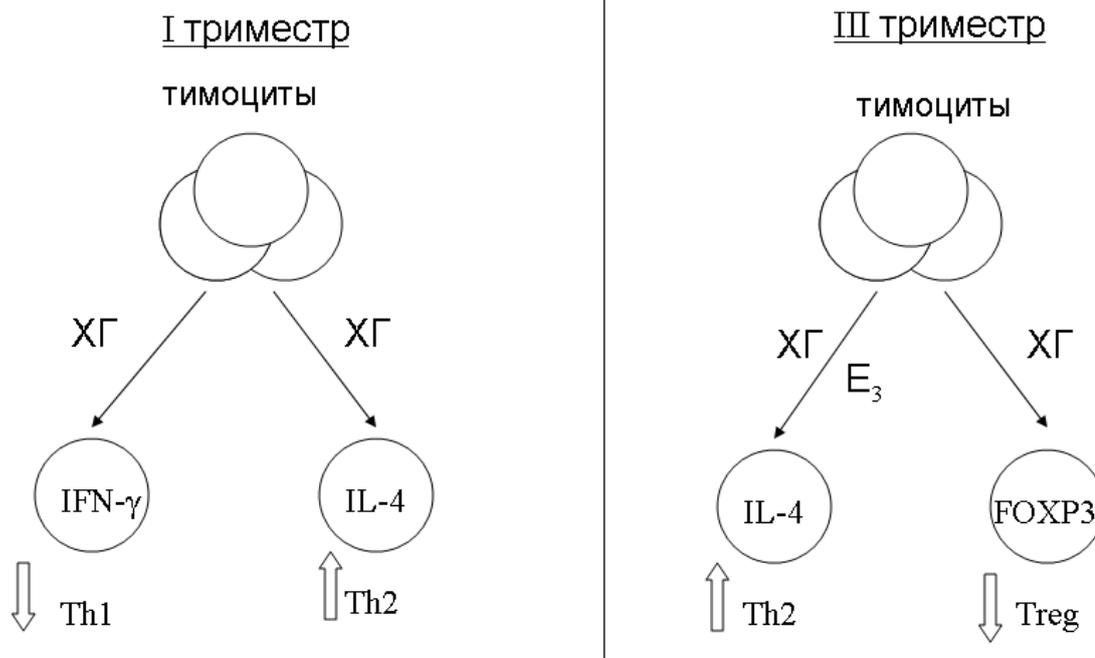
| Цифра | КOE | Влияние | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 5 | 5 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | |

Стрелками обозначено

биоленкообразования. В результате этих изменений предобработка испытуемыми субстратами приводила к значительной модуляции бактерицидной активности антибиотиков, направление и степень которой зависели от типа и дозы субстрата и антибиотика. В большинстве случаев ингибирование роста, вызванное предобработкой, сопровождалось снижением летальной эффективности антибиотиков ципрофлоксацина и цефотаксима как в планктонных культурах, так и в биоленках. Однако в планктонных культурах экстракты толокнянки, брусники, березы, зеленого и черного чая усиливали бактерицидную активность цефотаксима. Экстракты кожицы винограда, серпухи, пажитника и биодобавка Серпистен повышали бактерицидный эффект канамицина. При этом низкие и высокие дозы одного и того же соединения (кверцетин, ресвератрол) могли либо усиливать, либо снижать действие канамицина и ципрофлоксацина. Полученные данные свидетельствуют, что для достижения синергетического эффекта растительных препаратов и антибиотиков необходимо принимать меры по тщательному подбору подходящих комбинаций. Руководитель: зав. лабораторией физиологии и генетики микроорганизмов ИЭГМ, профессор О.Н. Октябрьский.

ПФНИ 59: Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки иммунитета и онкогенеза.

1. При исследовании роли основных гормонов репродукции в регуляции тимического этапа дифференцировки Т-лимфоцитов в период физиологически протекающей беременности установлено, что эффектами обладают хорионический гонадотропин (ХГ) и эстриол (E_3). ХГ в концентрации, соответствующей III триместру беременности, угнетает экспрессию FOXP3 в субпопуляции $CD4^+CD25^+$ -timoцитов. В то время как E_3 в концентрации, соответствующей I триместру беременности, повышает число $CD4^+CD25^+$ тимоцитов, не влияя на экспрессию FOXP3. При оценке гормонального контроля за процессами девиации тимоцитов в Th1 или Th2 функциональный тип показано, что ХГ повышает продукцию IL-4 тимоцитами в концентрациях, свойственных для всего периода беременности, одновременно снижая уровень продукции IFN-gamma. E_3 в концентрации, соответствующей III триместру беременности, также повышает секрецию IL-4 тимоцитами, не влияя на уровень IFN-gamma. Таким образом, изменения иммунной системы во время беременности определяются гормонами репродукции, регулируемыми дифференцировку Т-клеток на тимическом этапе, обуславливая Th2 девиацию. Руководитель: д.м.н., профессор С.В. Ширшев.



Отдел по исследованию политических институтов и процессов ПФИЦ
УрО РАН

ПФНИ 184: Разработка социальных технологий управления обществом; социология власти и управления на региональном и муниципальном уровнях; выявление тенденций развития государства и права в условиях глобализации: взаимосвязь истории и современности.

1. На основе анализа результатов федеральных и региональных выборов 2003–2018 гг. сделан вывод о возрастании степени территориальной однородности голосования населения в субъектах Российской Федерации. Кроссрегиональные различия объясняются преимущественно спецификой региональных политических режимов и эффективностью региональной политики управления электоральным участием.

Публикации: *Panov P., Ross C. (2018) The dynamic nationalisation of voting for United Russia: the stability / instability of regional deviations from national results // East European Politics. Vol. 34. № 1, pp. 97–114. DOI: 10.1080/21599165.2017.1415886; Ковин В.С. Региональная политика управления электоральным участием и президентская кампания 2018 года: публичная активность и электоральная риторика глав российских регионов // Политическая наука. 2018. № 4. (В печати).*

2. (*) На основе результатов лонгитюдного исследования пермского православного сообщества, проведенного в 2014–2018 гг. выявлены основные стратегии изменения религиозной идентичности, определены принципы взаимодействия между священнослужителями и рядовыми верующими, выделен доминирующий тип православного верующего в Пермском крае, для которого характерна неактуальная религиозная идентичность и празднично-заходной характер посещения храма, подтвержден маргинальный статус религии в представлениях среднестатистического верующего.

Публикации: *Рязанова С.В. «Вот люди-то там стоят, а ты не можешь»: посещение церкви в современном пермском православном сообществе. Пермь: Изд-во ПГИК, 2018. –*

172 с. ISBN: 978-5-91201-289-1; *Рязанова С.В.* Прикамье в период обновленческих реформ: выбор между традицией и новацией // Вестник Пермского университета. История. 2018. Вып. 2 (41). С. 128–135. DOI: 10.17072/2219-3111-2018-2-128-135; *Рязанова С.В.* Выбор православия в условиях мировоззренческого плюрализма (Пермский край) // Вестник Православного Свято-Тихоновского университета. Серия 1: Богословие. Философия. Религиоведение. 2018. № 76. С. 130–144. DOI: 10.15382/sturI201876.130-144; *Рязанова С.В.* Внешний облик православного в контексте религиозной идентичности (один исследовательский кейс) // Концепт: философия, религия, культура. 2018. № 2 (6). С. 61–73. DOI: 10.24833/2541-8831-2018-2-6-61-73; *Рязанова С.В.* Православный епископ как персонаж, миф и симулякр в высказываниях пермских верующих // Научный результат. Серия «Социология и управление». 2018. Т. 4. Вып. 3. С. 14–28. DOI: 10.18413/2408-9338-2018-4-3-0-2.

ПФНИ 177: Институциональный анализ политической трансформации России (методологические проблемы, разработка социальных технологий управления обществом в постиндустриальный период).

1. (**) В рамках исследований локальной политики выявлены существенные различия в институциональных моделях рекрутирования глав муниципальных образований в субъектах Российской Федерации, оценены эффекты и издержки участия экономических акторов в деятельности муниципальных представительных учреждений. В отношении промышленных моногородов Урала выявлено изменение политических практик топ-менеджмента градообразующих предприятий, переуступающего формальное участие в локальной публичной власти менеджменту среднего звена, подтверждена устойчивая связь между экономической спецификой и локальной идентичностью в выстраивании политической стратегии публичной власти.

Публикации: *Витковская Т.Б.* Представительный орган местного самоуправления: эффекты и издержки присутствия бизнеса // Вестник Пермского научного центра. 2018. № 3. С. 13–21; *Витковская Т.Б., Назукина М.В.* Промышленные города Урала: специфика локальной идентичности и политических практик // Вестник Пермского университета. Политология. 2018. № 3. С. 148–165. DOI: 10.17072/2218-1067-2018-3-148-165; *Панов П.В.* Рекрутирование глав муниципальных образований: кроссрегиональная вариативность в выборе институциональных моделей // Вестник Пермского научного центра. 2018. № 2. С. 39–47. DOI: 10.7242/1998-2097/2018.2.7; *Подвинцев О.Б., Рябова О.А.* Тенденции трансформации лоббистских структур в органах местного самоуправления малых российских городов (на примере Пермского края) // Вестник Пермского университета. Политология. 2018. № 3. С. 138–147. DOI: 10.17072/2218-1067-2018-3-138-147.

2. *Сформулированы ключевые характеристики пермской идентичности и выделены основные этапы реализации политики идентичности в Пермском регионе, начиная с 1991 г. Разработанная методика анализа региональной идентичности в силу своей универсальности применима для выявления специфики идентичности других субъектов Российской Федерации и проведения кроссрегиональных исследований.*

Публикации: *Назукина М.В.* Между Уралом и Поволжьем: поиски пермской идентичности. Пермь: Печатный салон «Гармония», 2018. – 196 с. ISBN 978-5-9500158-7-8; *Назукина М.В.* Маркеры этничности в региональной идентичности республик России // РЕГИОНОЛОГИЯ REGIONOLOGY. 2018. Т. 26. № 4. С. 698–717. DOI: 10.15507/2413-1407.105.026.201804.698-717.

Отдел истории, археологии и этнографии ПФИЦ УрО РАН

ПФНИ 186: Комплексное исследование этногенеза, этнокультурного облика народов, современных этнических процессов, историко-культурного взаимодействия в России и мире.

1. * В 2018 году завершена реализация научного и издательского проекта "Народы Перми: история и культура". Проект реализовывался в 2015-2018 годах совместно с администрацией города Перми. За четыре года реализации проекта издано 24 монографии, посвященных отдельным народам города Перми. В проект включены следующие народы: русские, татары, башкиры, коми-пермяки, удмурты, украинцы, белорусы, марийцы, чувашаи, армяне, азербайджанцы, грузины, таджики, киргизы, узбеки, осетины, поляки, корейцы, китайцы, евреи, немцы, народы Дагестана, цыгане и болгары. В исследованиях раскрывается этническая история, материальная и духовная культура народа, представлен очерк по его истории в Перми, о современном общественном национально-культурном движении, участии в общественной и культурной жизни краевого центра.

Результаты опубликованы в 24 книгах

Черных А.В. д.и.н., член-корр. РАН

Вайман Д.И., к.и.н.

Каменских М.С., к.и.н.

190. Изучение эволюции человека, обществ и цивилизаций, человек в истории и история повседневности, традиции и инновации в общественном развитии, анализ взаимоотношений власти и общества

1. *В Предуралье в 10-14 веках возникло более 5 ранних городов в основе которых лежали торговые фактории волжских болгар. Они стали не только центрами торговли, но и средоточием различных ремесел, в т.ч. типично городских (ювелирное, стеклодельное и др.) и отличались от большинства иных поселений сложностью планировки и полиэтничностью и поликонфессиональностью. Причиной появления ранних городов была включенность региона в систему дальней транзитной торговли по Камскому торговому, как части Мировой системы транзитной торговли.

Результаты опубликованы в 4 статьях

Белавин А.М., д.и.н., профессор

Крыласова Н.Б., д.и.н., доцент

3. Краткая характеристика научных результатов, получивших наивысшую оценку инновационного потенциала

ИМСС УрО РАН

ПФНИ 38: Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем, и сетей, развитие технологий и стандартов GRID.

1. Разработаны комплексный подход и методология построения надежной корпоративной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры.

Аннотация

Разработан комплексный подход построения надежной (dependability) корпоративной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, охватывающий приложения и сервисы, серверы и системы хранения, сети передачи данных и инженерное обеспечение. Ключевые особенности подхода: использование резервных элементов и механизмов изящной деградации (graceful degradation) для обеспечения отказоустойчивости (fault-tolerance); аварийное восстановление (disaster recovery) посредством разных доменов отказа; высокая готовность (high availability) путем гиперконвергентной платформы виртуализации. Условия реализации - оптические среды передачи данных, единая политика маршрутизации/коммутации, провайдеро-независимый блок IP-адресов. На этих принципах построена и эксплуатируется информационно - телекоммуникационной инфраструктура ПФИЦ УрО РАН.

(Рук. к.т.н. Масич Г.Ф., тел (342) 237-83-76, e-mail: masich@icmm.ru)



(файл лаб 10.ppt)

**4. Сведения о руководителях работ,
научные результаты которых получили негативную оценку уровня
качества,
научной значимости и (или) инновационного потенциала**

Работ, научные результаты которых в 2018 году получили негативную оценку уровня качества, научной значимости или инновационного потенциала, в ПФИЦ УрО РАН нет.