

За 2017 год получены следующие важнейшие научные результаты научно-исследовательской деятельности в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.

«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»).

Программа фундаментальных исследований государственных академий наук (далее – ПФНИ) 023: Механика деформирования и разрушения материалов, сред, изделий, конструкций, сооружений и триботехнических систем при механических нагрузках, воздействии физических полей и химически активных сред.

1. Разработан метод количественной морфологии клеточных структур по данным лазерной микроскопии. Результаты сравнительного анализа динамики фазовых толщин клеток по данным лазерной «когерентной фазовой» микроскопии установили: количественные различия, проявляющиеся в мультифрактальности (существовании спектра) конечно-амплитудных флуктуаций для клеток «в норме» и монофрактальности для раковых клеток; подтвердили теоретический результат о качественном изменении динамики «открытых комплексов», характеризующих поврежденность клеточных структур при онкологических заболеваниях. Исследована морфология раковых и здоровых клеток при иницировании апоптоза.

(Руководитель: доктор физико-математических наук Наймарк О.Б., т.(342) 237-83-12, e-mail: naimark@icmm.ru).

2. Исследованы свободные колебания стержня (кантилевера) из магнитореологического эластомера (далее - МРЭ), вдоль которого приложено магнитное поле; возможна комбинация с полем силы тяжести. Построена и экспериментально подтверждена теоретическая модель для расчёта частоты колебаний в зависимости от напряжённости поля, длины и поперечного сечения стержня из МРЭ; входные параметры модели: концентрация магнитного наполнителя и модуль упругости материала в нулевом поле. Функциональность МРЭ обусловлена их сильным откликом на приложенное поле. Описание этих эффектов составляет содержание магнитомеханики МРЭ. При умеренной концентрации наполнителя (порошок железа 1–10 мкм) эти композиты демонстрируют значительное (в несколько раз) возрастание модуля упругости при намагничивании относительно слабым полем. В 2017 году в сотрудничестве с Техническим университетом Ильменау (Германия), построена теоретическая модель свободных колебаний стержня (кантилевера) из магнитореологического полимера. Германские коллеги провели серию экспериментов с такими кантилеверами из материалов, отличавшихся концентрацией ферромагнетного наполнителя (карбонильное железо), длиной и формой поперечного сечения. Входным параметром для расчёта любого кантилевера из данного МРЭ служит значений модуля упругости материала, выполненное в отсутствие поля.

Becker T.I, Stolbov O.V., Raikher Yu. L., Böhm V., Zimmerman K. Dynamic properties of magneto-sensitive elastomer cantilevers as adaptive sensor elements // Smart Materials and Structures 26 (2017) Art.no. 095035.

(Руководитель: доктор физико-математических наук Райхер Ю.Л., т.(342) 237-83-23, e-mail: raikher@icmm.ru).

3. Исследована структура асимптотик распределения напряжений вблизи углового выреза в нелинейно упрочняющемся теле. Для нелинейно упрочняющейся среды рассмотрена задача нагружения тела с угловым вырезом в плоско деформированном состоянии. Определение напряженного состояния вблизи кончика выреза сведено к нелинейной задаче на собственные значения для квазилинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений, записанной в нормальной форме Коши. Эта задача

исследовалась численно методом пристрелки, при этом, в отличие от подходов Дж. Ши, В.И. Астафьева, В.Н. Шлянникова, Л.В. Степановой, требования к решению не ослаблялись. Получено, что для степенной нелинейности существуют только решения, соответствующие чистому сдвигу и чистому растяжению тела вдоль направлений, соответственно параллельных и перпендикулярных биссектрисе угла выреза. При этом асимптотик в виде смешанных форм нет. Для видов нелинейности, не стремящихся к степенной функции при росте деформации, с помощью группового анализа показано отсутствие каких-либо решений. При уменьшении угла выреза до нулевого значения и стремлении показателя степени функции упрочнения к единице поведение собственных значений гладко стремится к классическим результатам. Полученные результаты необходимы для переосмысления моделей хрупкого разрушения тел, ослабленных вырезами.

(Руководитель: доктор физико-математических наук Роговой А.А., т.(342) 237-84-59, e-mail: rogovoy@icmm.ru).

4. Дано новое объяснение эффекта повышения вязкоупругих свойств каучуков при добавлении в них глинистого нанонаполнителя. Проведены экспериментально-теоретические исследования механических свойств композитов на основе натурального каучука с наполнителем из техуглерода и наноглины (частицы в виде пачек (тактоидов) из нескольких параллельно расположенных ультратонких силикатных чешуек). Установлено, что ввод даже относительно небольших количеств монтмориллонита существенно сказывается на механических свойствах резины, способствуя развитию в материале вязкоупругих процессов и появлению остаточных деформаций при деформировании. Дано новое объяснение этого явления. Методами компьютерного моделирования и анализа экспериментальных данных установлено, что в процессе нагружения происходит переориентация и искажение формы тактоидов за счет изгиба и взаимного проскальзывания чешуек, что и вызывает данный эффект.

Garishin O.K., Shadrin V.V., Svistkov A.L., Sokolov A.K., Stockelhuber W.K. Viscoelastic-plastic properties of natural rubber filled with carbon black and layered clay nanoparticles. Experiment and simulation // Polymer Testing. 2017. V. 63. P. 133-140.

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Свистков А.Л., т.(342) 237-83-98, e-mail: svistkov@icmm.ru).

5. На основе решения задачи о собственных колебаниях электроупругой конструкции с пьезоэлементом, шунтированным одной внешней электрической цепью, состоящей из индуктивного и резистивного элементов, установлены условия, обеспечивающие повышение диссипативных свойств системы на нескольких модах колебаний (мультимодальное демпфирование). На основе решения задачи о собственных колебаниях кусочно-однородных тел, содержащих пьезоэлементы и внешние электрические цепи предложено условие поиска вариантов, обеспечивающих повышение диссипативных свойств системы на нескольких модах колебаний (мультимодальное демпфирование) при наличии одной внешней цепи, состоящей из индуктивного и резистивного элементов. Поиск вариантов мультимодального демпфирования основан на анализе в пространстве параметров, определяющих электрическую цепь (индуктивность, сопротивление), мнимой части собственной частоты колебаний, которая определяет скорость затухания соответствующих мод колебаний. Показано, что при соответствующем выборе места расположения пьезоэлемента существуют группы мод колебаний, у которых в пространстве параметров одной внешней резонансной цепи имеются для разных мод колебаний общие линии и точки мнимых частей собственных частот колебаний, наличие которых позволяет находить варианты, при которых происходит увеличение диссипативных свойств системы на двух и более модах.

(Руководитель: академик РАН. Матвеев В.П., т.(342) 237-84-61, e-mail: mvp@icmm.ru).

ПФНИ022: Механика жидкости, газа и плазмы, многофазных и неидеальных сред, механика горения, детонации и взрыва.

1. Исследования динамики межфазных структур в магнитных жидкостях. Численно изучено поведение одиночных филаментов (цепочек магнитных наночастиц, перманентно связанных с помощью полимерных молекул). Показано, что при малых энергиях магнитодипольных взаимодействий конфигурация филамента определяется жёсткостью полимерной связки, а при увеличении магнитодипольной энергии филамент стремится к стержнеобразной конфигурации до некоторого критического значения, когда происходит переход к конфигурации замкнутого кольца. Экспериментально исследована форма капли магнитной жидкости, расположенной на жидкой подложке, при воздействии вертикального магнитного поля. При достижении критических значений поля межфазная и свободная поверхности капли последовательно становятся неустойчивыми. Показано, что отношение соответствующих критических значений магнитной индукции зависит только от отношения величин поверхностного натяжения на межфазной и свободной границах капли. Экспериментально исследована температурная зависимость поверхностного натяжения межфазной границы в магнитной жидкости, претерпевающей магнитоуправляемый фазовый переход первого рода вида «газ-жидкость». Показано, что с ростом температуры поверхностное натяжение капельных агрегатов возрастает. Аномальный рост (в сравнении с обычными однокомпонентными жидкостями) межфазного натяжения обусловлен температурной зависимостью гранулометрического состава капельных агрегатов. Путем центрифугирования получен образец магнитной жидкости с рекордно высоким значением параметра межчастичного взаимодействия. Измерена линейная динамическая восприимчивость полученного образца при различных концентрациях и температурах. С понижением температуры на частотном спектре восприимчивости возникает низкочастотный максимум, обусловленный образованием агрегатов. Обнаружено, что на частотах выше некоторой пороговой величины, линейная восприимчивость растет с увеличением амплитуды поля. С увеличением концентрации магнитной жидкости зависимость линейной восприимчивости от поля усиливается.

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Пшеничников А.Ф., т.(342) 237-83-25, e-mail: pshenichnikov@icmm.ru).

2. Получена оценка эффективности мелкомасштабного магнитогидродинамического динамо в реальных импульсных течениях жидких металлов. Каскадные модели турбулентности являются признанным эффективным способом исследования спектральных свойств сложных турбулентных систем (конвективных, магнитогидродинамических, геофизических), но только в приближении однородной турбулентности. В данной работе каскадная модель турбулентности впервые использована для количественной оценки характеристик реального турбулентного потока в замкнутом канале при числах Рейнольдса порядка 10^6 . Ранее в лабораторных экспериментах были выполнены измерения характеристик пульсаций скорости в импульсных потоках жидких металлов (галлия и натрия). Эти данные были использованы для калибровки каскадной модели, после чего модель была использована для расчета спектра пульсаций магнитного поля на всех этапах эволюции импульсного потока. Показано, что в экспериментах с течением натрия значительная часть кинетической энергии успевает перейти в энергию магнитного поля и джоулева диссипация существенно влияет на динамику процесса.

Frick P., Mizeva I. MHD Turbulence in spin-down flows of liquid metals // Submitted to Phys Rev E 2017 (<https://arxiv.org/abs/1709.08333>)

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Фрик П.Г., т. (342) 237-83-22, frick@icmm.ru).

3. Впервые проведено экспериментальное исследование устойчивости лабораторной модели тропического циклона. Показано, что ключевым параметром, определяющим устойчивость циклонического вихря, является вращательное число

Рейнольдса. Впервые проведено экспериментальное исследование устойчивости лабораторной модели тропического циклона. При помощи современной измерительной системы PIV (Particle Image Velocimetry), удалось показать, что структура лабораторного конвективного вихря подобна структуре тропического циклона. Сравнение проводилось как с результатами натуральных наблюдений, так и с результатами численных моделей, используемых метеорологами для прогноза эволюции и траектории движения реальных тропических циклонов. Таким образом, лабораторный аналог тропического циклона позволяет исследовать целый ряд явлений наблюдаемых в атмосфере. Показано, что ключевым параметром, определяющим устойчивость циклонического вихря, является вращательное число Рейнольдса. В узком диапазоне чисел Рейнольдса происходит существенная перестройка структуры радиального течения, которая приводит к формированию вихря смещенного от оси вращения. Циклонический вихрь в этом режиме характеризуется коротким временем жизни, сильными вариациями интенсивности и аperiodически движением вокруг оси вращения. Дальнейший рост числа вращательного Рейнольдса приводит к переходу к еще более сложному режиму, в котором формируются несколько короткоживущих циклонических вихрей.

A. Sukhanovskii, A. Evgrafova, E. Popova. Non-axisymmetric structure of the boundary layer of intensive cyclonic vortex // *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 80C (2017) pp. 12-28.

(Руководитель: кандидат физико-математических наук, Сухановский А.Н., т. (342) 237-83-94, san@icmm.ru).

4. Исследована конкуренция различных механизмов генерации средних течений около искривленной поверхности раздела, на примере капли жидкости при наличии поверхностно-активного вещества. Показано, что, когда влияние поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ) на поверхностное натяжение значительно, доминирует механизм генерации Шлихтинга, связанный с возникновением в вязком пограничном слое дисбаланса скоростей. Определены условия, при которых поверхность можно считать квазитвердой. Исследована задача о генерации среднего течения около искривленной поверхности раздела при наличии поверхностно-активного вещества. Исследование проведено на примере жидкой капли, взвешенной в жидкости отличающейся плотностью. Течение жидкости внутри и снаружи капли создается внешним вибрационным полем. Рассмотрен случай малоамплитудных высокочастотных вибраций. Обмен поверхностно-активным веществом между поверхностью капли и окружающей жидкости лимитируется процессом адсорбции-десорбции. Предполагалось, что поверхностно-активные вещества растворимы в окружающей жидкости, но не растворимы в жидкости капли. Окружающая жидкость и жидкость в капле предполагались несжимаемыми. Баланс нормальных и касательных напряжений на поверхности капли выполняется при условии, что толщина пленки адсорбированных ПАВ пренебрежимо мала. Задача решена в приближении, что форма капли в присутствии адсорбированных ПАВ не теряет сферической симметрии. С помощью метода сращиваемых асимптотических разложений получены выражения для скачков касательных скоростей и касательных напряжений на внешних границах пограничных слоев, которые могут быть использованы в качестве эффективных граничных условий для течения во внешних по отношению к пограничным слоям областях. Показано, что в случае, когда влияние ПАВ на поверхностное натяжение значительно (параметр изотермы адсорбции Гиббса намного больше толщины вязкого пограничного слоя Стокса), доминирует шлихтинговский механизм генерации. В обратном случае важную роль играют и шлихтинговский механизм, и механизм Дора. Определены условия, при которых поверхность можно считать квазитвердой.

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

5. В двухслойной системе смешивающихся реагентов обнаружен новый тип хемоконвективной неустойчивости, характеризующийся формированием плоской волны

плотности, движущейся вместе с фронтом реакции со скоростью, на два порядка превышающей скорость диффузионных процессов. Экспериментально и теоретически исследована устойчивость двухслойной системы смешивающихся реагирующих жидкостей в условиях фронтальной реакции нейтрализации. Обнаружен не наблюдавшийся ранее тип неустойчивости, характеризующийся аномально быстрым распространением фронта реакции, в области которого формируется плоская волна плотности, интенсивно перемешивающая смесь ингредиентов в спутном потоке. Предложен физический механизм явления и безразмерный управляющий параметр, что позволило выработать единый подход в описании проблемы устойчивости двухслойной системы в условиях протекания реакции нейтрализации и обобщить экспериментальные данные, ранее полученные другими группами исследователей. Предложена математическая модель явления, которая при определенных допущениях может быть формально сведена к уравнениям движения сжимаемого газа. Показано, что рассматриваемая система является еще одной математической аналогией для ударных волн в газодинамике наряду с известной задачей о распространении волн на «мелкой воде».

(Руководитель: кандидат физико-математических наук, Мизёв А.И., т.(342) 237-83-14, e-mail: alex_mizev@icmm.ru).

6. Выполнены обработка и анализ данных, полученных в космическом эксперименте DCMIX2 по термодиффузии в трехкомпонентных смесях. Получены зависимости коэффициентов $Sore$ от температуры. Выполнены обработка и анализ результатов космического эксперимента DCMIX2 по термодиффузии в трехкомпонентных смесях, проведенного на Международной космической станции. В качестве объекта исследования в эксперименте DCMIX2 использовались трехкомпонентные смеси толуол-метанол-циклогексан с различными композиционными соотношениями. Проведена оценка полноты и качества полученных данных. Выполнена предварительная обработка исходных интерферометрических изображений с целью получения временной и пространственной эволюции показателей преломления. Обнаружено, что имевшие место систематические нарушения в работе лазеров системы SODI препятствуют получению качественных результатов при восстановлении полной оптической фазы из интерферограмм методом фазового сдвига. Применение альтернативного метода фильтрации Фурье для восстановления полной оптической фазы дало удовлетворительные результаты. Проведена обработка массива данных для девяти сеансов эксперимента DCMIX2. Получены зависимости коэффициентов $Sore$ и диффузии от температуры.

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

7. При исследовании собственных и вынужденных осесимметричных колебаний цилиндрического газового пузырька было обнаружено пересечение ветви решения объемной моды с модами колебаний формы и возможность обращения в нуль частоты собственных объемных колебаний в зависимости от параметров задачи. Исследованы собственные и вынужденные колебания цилиндрического газового пузырька, окруженного несжимаемой жидкостью окруженного несжимаемой жидкостью конечного объема. Пузырек ограничен в осевом направлении двумя параллельными твердыми плоскостями. Внешняя поверхность окружающей жидкости деформируемая. Динамика контактной линии учитывается с помощью эффективного граничного условия: скорость движения контактной линии предполагалась пропорциональной отклонению краевого угла от равновесного значения. Равновесные краевые углы прямые. Таким образом, жидкость имеет форму кольца или толстостенного полого цилиндра. Но для простоты понимания, удобнее говорить о газовом пузырьке окруженного жидкостью конечного объема. Было обнаружено два важных эффекта: пересечение ветви решения объемной моды с модами колебаний формы. Данный эффект обусловлен сжимаемостью

пузырька; частота собственных объемных колебаний может обращаться в нуль в зависимости от параметров задачи. Данное явление определяется движением линии контакта и её взаимодействием с твердой подложкой.

(Руководитель: доктор физико-математических наук Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru).

8. Исследовано влияние поступательных вибраций на динамику поверхности раздела между двумя несмешивающимися жидкостями в условиях невесомости. Проведено численное моделирование эволюции квазистационарных периодических структур на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей в вытянутой прямоугольной полости, совершающей касательные вибрации в условиях невесомости. Показано, что в условиях невесомости плоская граница раздела сред под действием вибраций становится неустойчивой, в результате в полости формируется система страт; граница раздела располагается в виде периодических полос (страт), перпендикулярных к направлению вибраций. Полученные данные о длине волны возникающих квазиравновесных структур хорошо согласуются с результатами линейного анализа устойчивости поверхности раздела при горизонтальных вибрациях. В частности, показано, что даже для жидкостей с сильно различающимися вязкостями период квазиравновесных структур соответствует длине волны наиболее быстрорастущих возмущений. С ростом интенсивности вибраций, либо при уменьшении вязкости жидкостей, на поверхностях раздела поперечным направлению вибраций, наблюдается развитие неустойчивости, приводящей к возникновению волн Фарадея. Интересным является факт, что вблизи границы устойчивости рябь Фарадея возникает только на некоторых стратах, остальные при этом остаются невозмущенными. При дальнейшем увеличении интенсивности вибраций амплитуда волн Фарадея изменяется слабо, но растет количество страт, на которых наблюдаются данные волны.

(Руководитель: доктор физико-математических наук, Любимова Т.П., т.(342) 239-66-46, e-mail: lubimova@psu.ru)

9. Исследованы коллективная динамика и особенности перехода к синхронизованным состояниям в ансамблях колебательных систем при конкуренции или наложении двух механизмов синхронизации: синхронизирующая/десинхронизирующая связь и общий шум. Обнаружен и исследован эффект взаимного отталкивания средних частот при конкурирующем влиянии синхронизирующего общего шума и десинхронизирующей связи. Исследованы фундаментальные особенности взаимодействия двух механизмов синхронизации нелинейных колебательных систем: связью и общим шумом. Принципиальные отличия в этих механизмах приводят к тому, что при разнонаправленном характере их воздействий (например, десинхронизирующая связь и синхронизирующий общий шум) ни одно из них не может компенсировать другое — они сложным образом «переплетаются». В рамках подхода Отта-Антонсена оказывается возможным полное аналитическое исследование перехода к синхронизации в ансамбле Курамото (и его обобщении — ансамбле Курамото-Сакагучи) для случая идентичных осцилляторов и режимов неполной синхронизации в ансамблях неидентичных систем. В частности, обнаружено, что при десинхронизирующей связи достаточно сильный общий шум вызывает синхронизацию состояний, однако средние частоты осцилляторов при этом взаимно отталкиваются. Построена теория, описывающая данный эффект. Эффект особенно примечателен в свете того, что в классической монографии «Кибернетика: Или управление и коммуникация в животном мире и машинах» Норберт Винер определял синхронизацию как «явление взаимного притяжения частот».

D.S. Goldobin, A.V. Pimenova, M. Rosenblum, A. Pikovsky, Competing influence of common noise and desynchronizing coupling on synchronization in the Kuramoto-Sakaguchi ensemble, Eur. Phys. J ST, vol. 226, n.9, 1921-1937 (2017).

(Руководитель: кандидат физико-математических наук. Голдобин Д.С., т.(342) 237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com)

10. Разработан подход, позволяющий переформулировать теории Отга-Антонсена и Ватанабе-Строгаца таким образом, что становится возможным их обобщение на случаи, в которых слабо нарушаются требования оригинальных теорий. Это позволяет построить «теорию возмущений» для теорий Отга-Антонсена и Ватанабе-Строгаца; теория хорошо показывает себя с инструментальной точки зрения при применении к конкретным физическим задачам. Теории Отга-Антонсена и Ватанабе-Строгаца развиты для важного класса ансамблей осцилляторов, к которому относится большинство парадигматических моделей для исследования коллективных явлений в ансамблях связанных систем. Эти теории позволяют построить точное описание коллективной динамики и существенно продвинуться в понимании фундаментальных механизмов и закономерностей различных коллективных явлений. Возникает естественный спрос на построение теории возмущений для систем, свойства которых слабо нарушают условия применимости теорий Отга-Антонсена и Ватанабе-Строгаца. В 2017 г. Д.С. Голдобиним, Л.С. Клименко и А.В. Пименовой совместно с А. Пиковским данная проблема, оставшаяся открытой на протяжении почти 10 лет, была решена. Решение проблемы оказалось возможным в рамках подхода, найденного Д.С. Голдобиним; этот подход также позволил существенным образом углубить понимание и переосмыслить теории Отга-Антонсена и Ватанабе-Строгаца. Инструментальная эффективность развитой теории применительно к конкретным проблемам проиллюстрирована в рамках задачи о влиянии внутреннего шума на «Химеры Абрамса».

(Руководитель: кандидат физико-математических наук, Голдобин Д.С., т.(342))
237-83-14, e-mail: denis.goldobin@gmail.com)

«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 система интеллектуального сейсмогеомеханического контроля безопасной разработки месторождений водорастворимых руд, которая обеспечивает адекватную геомеханическую оценку влияния пространственно-временной изменчивости структурно-физических параметров породного массива на сохранность водоупорных толщ. По результатам трехмерного математического моделирования выполняется оценка состояния водозащитной толщи и определяется пространственное положение наиболее техногенно-нагруженных участков, что является основанием для проектирования режимной сети шахтных, наземных и инженерных сейсморазведочных наблюдений (рис. 1.1). Геомеханическая интерпретация разноуровневных сейсморазведочных исследований позволяет откорректировать прогноз устойчивости водозащитных элементов породного соляного массива (рис. 1.2). Комплексная сейсмогеомеханическая оценка состояния контролируемого участка действующего шахтного поля представляет основу проекта горнотехнических мероприятий по минимизации рисков, связанных с прорывом пресных вод в горные выработки.

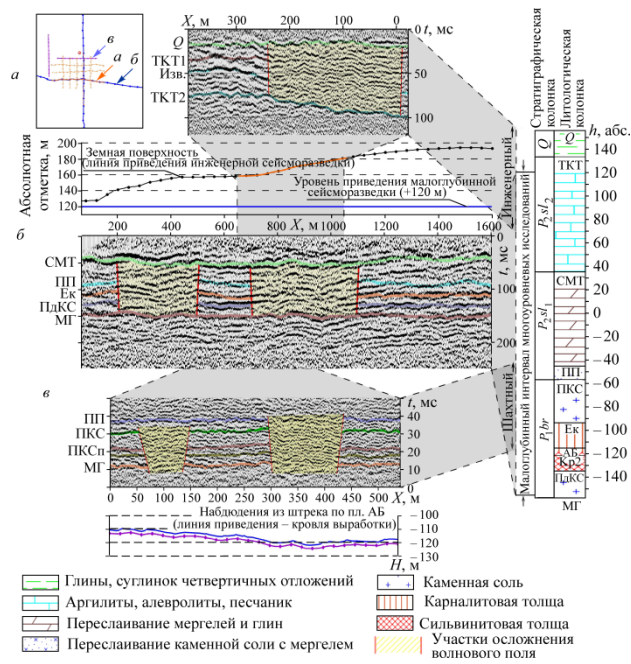


Рисунок 1.1. Пространственно-совмещенные временные разрезы сейсмических исследований: *а* — инженерные; *б* — малоглубинные; *в* — шахтные

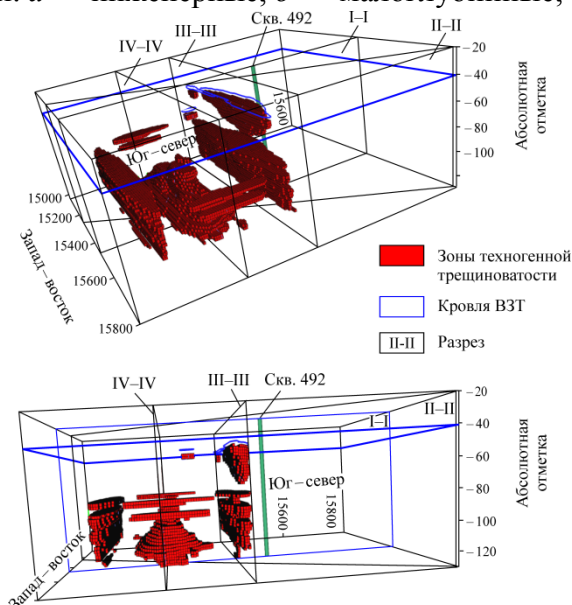


Рисунок 1.2. Пространственное положение зон техногенной нарушенности водозащитной толщи

А. А. Барях, И. А. Санфиоров, А. К. Федосеев, А. И. Бабкин, А. А. Цаюков. Сейсмогеомеханический прогноз состояния водозащитной толщи на калийных рудниках// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2017, №6 С.10-22

2. Выполнена существенная доработка алгоритма, позволяющего определять источник шумоподобного сигнала с использованием пространственно разнесенной группы сейсмоприемников. Это позволяет работать не только с классическими в сейсмологии «импульсными» источниками, но и с процессами, протекающими достаточно долго – вплоть до десятков секунд (осыпание рыхлых пород, движение флюидов в пласте). За счет использования большого количества датчиков возможно определение координат источника даже при отношении сигнал/помеха менее 1. При наличии эталонного сигнала, координаты которого достоверно известны, возможна калибровка используемой скоростной модели, что значительно повышает точность локации и

устойчивость результата. Разработаны модификации алгоритма для работы с волнами как объемного, так и поверхностного типа.

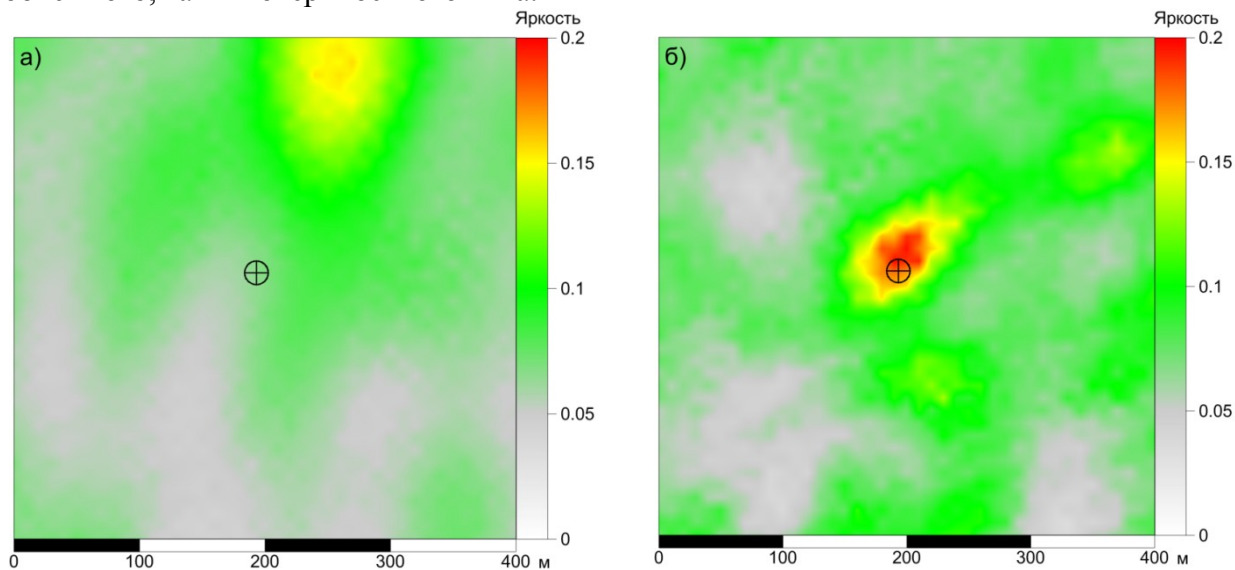


Рисунок 1.3. Результаты определения источника шумоподобного сигнала с использованием исходной (а) и скорректированной по эталонному сигналу (б) скоростных моделей

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

1. Разработана система оптоволоконного термометрического контроля состояния ледопородного ограждения шахтных стволов посредством развертывания внешней и внутренней ветвей распределенных оптических датчиков, проложенных в вертикальных скважинах и в горизонтальных шпурах стволов. Обработка информации происходит в режиме реального времени с использованием трехмерной математической модели процессов тепло- и массопереноса в водо-насыщенном слоистом массиве горных пород. Модель учитывает нестационарную теплопроводность, фазовые переходы, линейную фильтрацию и процессы теплообмена рассолов, циркулирующих по замораживающим колонкам. Разработанная система позволяет дать оценку и прогноз состояния ледопородного ограждения в режимах активной и пассивной заморозки при проходке ствола, а также активного и пассивного оттаивания при креплении ствола тубингами и инъекции тампонажного раствора на границу бетон-порода.

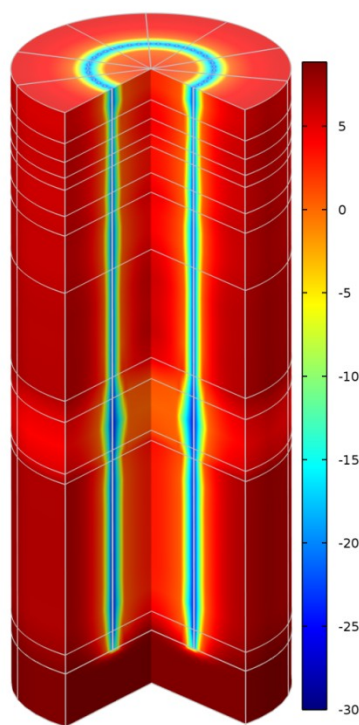


Рисунок 1.4. Система оптоволоконного термометрического контроля состояния ледопородного ограждения шахтных стволов

Система прошла успешную апробацию при строительстве стволов Петриковского ГОКа ОАО «Беларуськалий» и планируется к использованию при строительстве новых горнотехнических объектов на Верхнекамском и Старобинском месторождениях калийных солей.

Л.Ю. Левин, М.А. Семин, О.С. Паршаков. Математическое прогнозирование толщины ледопородного ограждения при проходке стволов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, Новосибирск, 2017, № 5, 14 с.

2. Для осуществления контроля устойчивости целиков в опасных или труднодоступных зонах разработаны методика измерения и комплект оборудования дистанционного исследования характера деформирования и разрушения краевых частей массива во времени. В качестве контролируемых показателей принято два независимых параметра: величина поперечной деформации пород в приконтурном массиве и интенсивность сигналов акустической эмиссии, выделяющихся при разрушении пород. Монтаж системы заключается в размещении датчиков на потенциально опасных участках в горизонтальных шпурах, пробуренных в целиках обрабатываемых пластов (рис. 1.6а). Датчики деформации и акустической эмиссии подключаются к цифровому регистратору, передающему сигнал по телефонной линии на пункт сбора и обработки информации, находящийся на поверхности (рис.1.6.б). Данная система контроля состояния междукамерных целиков опробована при отработке сильвинитовых пластов КрII и АБ на руднике СКРУ -3 ПАО «Уралкалий».

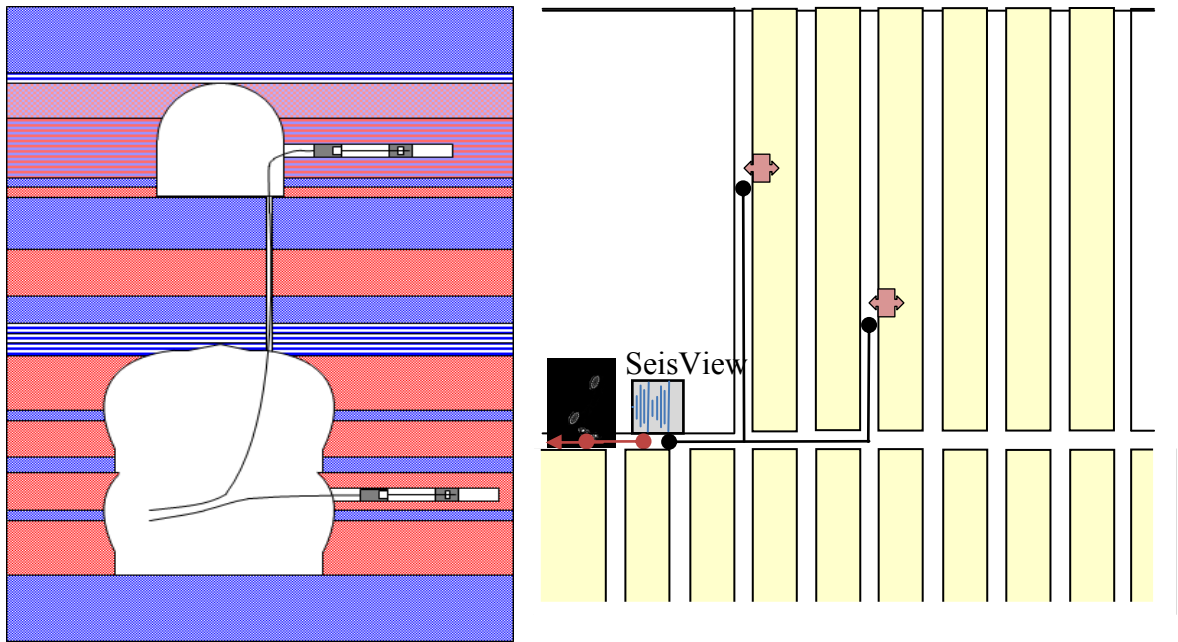


Рисунок 1.5. Схема размещения датчиков (а) и передачи сигнала (б) при дистанционном контроле устойчивости целиков

A. Baryakh , V. Toksarov, V. Asanov, I. Pankov, A. Udartsev Monitoring the Stress-Strain State of Marginal Saliferous Rock Mass / Symposium of the International Society for Rock Mechanics (EUROCK 2017), Procedia Engineering 191 (2017) 925 – 934

3. Установлены закономерности формирования очагов газодинамических явлений в породах почвы горных выработок при различных горнотехнических условиях валовой и слоевой отработки калийного пласта, на основании которых разработаны параметры профилактического дегазационного бурения скважин в почву подготовительных выработок для различных вариантов применения столбовой системы разработки. Параметры профилактического дегазационного бурения включают перечень выработок в выемочном столбе лавы, в которых должно применяться профилактическое дегазационное бурение, диаметр, глубину и расстояние между дегазационными скважинами (рисунок 1.6). Внедрение схем профилактического бурения дегазационных скважин в почву подготовительных выработок при различных вариантах применения столбовой системы разработки калийных пластов позволяет повысить безопасность и эффективность ведения горных работ в калийных рудниках.

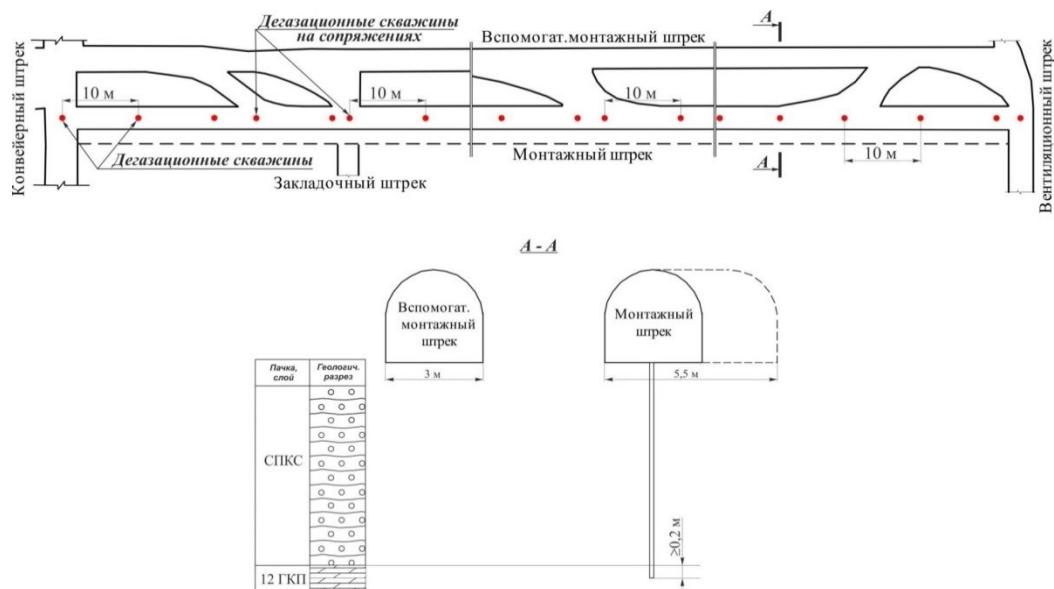


Рисунок 1.6. – Схема профилактического бурения дегазационных скважин в почву монтажного (демонтажного) штрека и сопряжений монтажного (демонтажного) штрека с конвейерным, вентиляционным и другими штреками и выработками, расположенными в выемочном столбе лавы

Андрейко С.С. Параметры профилактической дегазации пород почвы горных выработок при слоевой отработке третьего калийного пласта на рудниках ОАО «Беларуськалий»/С.С. Андрейко [и др.]//Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017.–Т.16.–№3.–С.280–290.

4. Разработана технология утилизации глинисто-солевых отходов переработки К-Mg руд. Утилизация завершается обжигом. В результате основная масса хлоридов, часть сульфатов и доломита преобразуется в пироксен и сингенит (табл.1). Утилиты (огарки), обладают свойствами комплексных удобрений пролонгированного действия, поскольку имеют в своем составе источник калия, калиевые полевые шпаты (далее - КПШ) и новообразованный сингенит, минералы мелиоранты (доломит, ангидрит), микроэлементы (Cu, Zn, Pb, Co) со свойствами микроудобрений.

Таблица 1. Минеральный состав огарка при температуре обжига 600*, 800** и 900⁰С***, масс. %

№ пробы	Минеральный состав									
	кварц	КПШ	доломит	галит	сильвин	ангидрит	гематит	пироксен	*сингенит	слюда
*1	10	18	8	5	4	44	2	13		1
**2	9	15	5	3	4	40	2	19	2	1
***3	8	13	2	1	2	18	2	43	8	

*Сингенит - $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$

Анализ выполнен на дифрактометре SHIMADZU XRD-6000. Проведены испытания удобрений на зерновых культурах и картофеле. Получен положительный результат. Прибавка урожая яровой пшеницы по сравнению с контролем составила 1,42-1,78 т/га, с фоном 0,23-0,28 т/га, ячменя – 1,30-2,02 и 0,34-0,47 т/га соответственно и картофеля 1,44-4,58; 0,54-3,15 соответственно. Наиболее высокие приросты получены на огарках с температурой обжига 900⁰С.

ПФНИ137: Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества.

1. Разработаны научно-методические основы нового направления горной экологии - технологической экогеохимии, направленного на изучение особенностей формирования состава отходов горно-обогатительного производства. Использование в рамках данного направления концепции технологических геохимических барьеров позволяет прогнозировать масштабы накопления в техногенно-минеральных образованиях отдельных экотоксикантов, оценивать их геохимическую подвижность и судить о характере возможного загрязнения природных геосистем.



Рисунок 1.7. Особенности формирования состава отходов горно-обогатительного производства

Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. Экоаналитическая идентификация источников органического загрязнения природных геосистем // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 15 / ГИ УрО РАН. – 2017. – С. 62-65

ПФНИ125: Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.

1. На Верхнекамском месторождении солей выявлены принципиально новые типы минеральных эпигенетических образований. Это, так называемые, бесцветные карналлититы пласта Б, которые были связаны с кристаллизацией, отжатой при складчатости водно-солевой пульпы, а также бесцветные сильвиниты пласта В, представляющие собой продукт частичного выщелачивания карналлитовых пород. Обе породы аномально обогащены газовой фазой и в процессе вскрытия могут провоцировать газодинамические явления (выбросы), представляющие угрозу горнопроходческой технике и обслуживающему персоналу. Разработаны структурные и минералогические признаки, позволяющие диагностировать и прогнозировать эти газоносные образования.

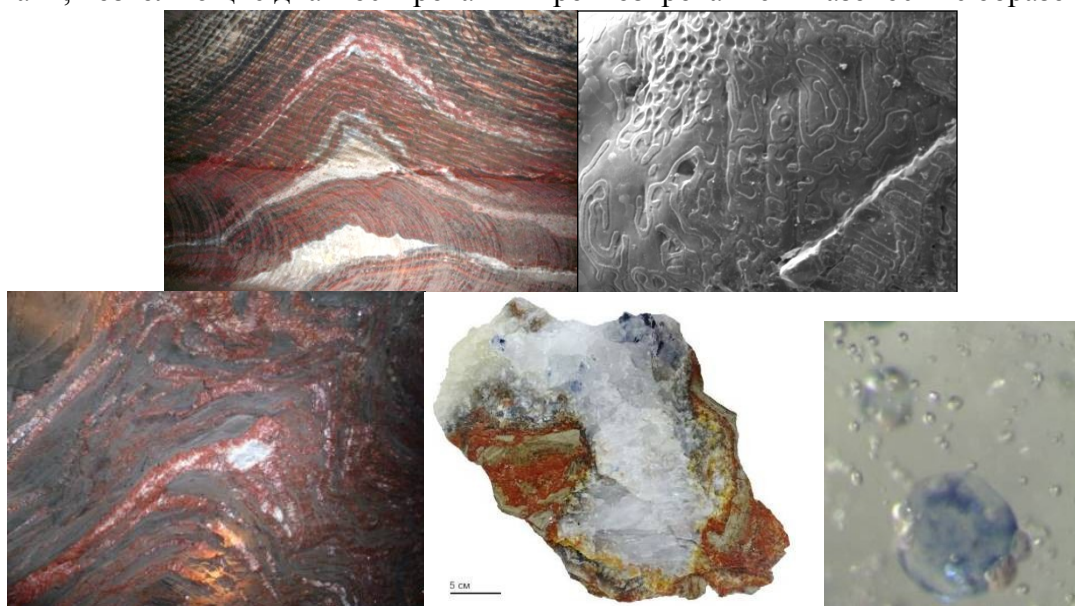


Рисунок 1.8. Общий вид и детали строения новых типов газонасыщенных минеральных образований: бесцветные карналлититы пласта АБ (верхний ряд) и бесцветный сильвин пласта В (нижний)

Чайковский И.И., Чиркова Е.П., Трапезников Д.Е. Хромжелезистые метаколлоидные образования из белых карналлититов Верхнекамского месторождения // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН № 3, 2017. С. 20-25

Чиркова Е.П. Бесцветный сильвин как индикатор газонасыщенных зон в соляной толще Верхнекамского месторождения солей // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сб. науч. тр. Вып. 15 /ГИ УрО РАН. – Пермь, 2017.с. 25-30

ПФНИ138: 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. Предлагается новый метод учета влияния рельефа местности на аномальное магнитное поле, базирующийся на предположении о том, что скрытые особенности взаимосвязи геофизических полей и аномалиеобразующих объектов можно пытаться выявить в определенных диапазонах пространственных частот, где они проявляются достаточно отчетливо (Dolgal at al., 2017). Метод является сравнительно простым в вычислительном плане и не требует априорной информации о петромагнитных характеристиках верхней части геологического разреза и высотах точек измерений. Его алгоритм включает в себя разложение дискретных значений ΔT и H на эмпирические моды с последующим анализом полученных составляющих методом группового учета аргументов (рис.1.9).

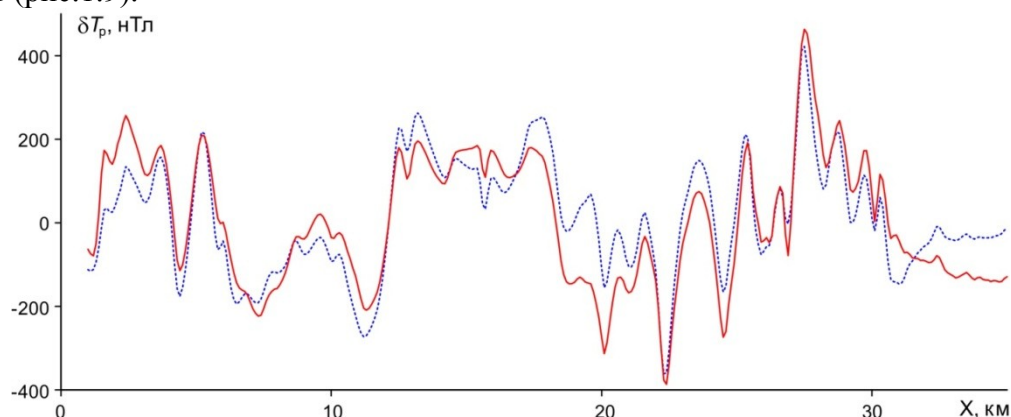


Рисунок 1.9.Составляющие магнитного поля ΔT_p , обусловленные влиянием рельефа местности, определенные с использованием рассматриваемого метода (красная линия) и решения прямой задачи магниторазведки (синяя линия)

Dolgal A.S., Muravina O.M., Hristenko L.A. The reduction of the magnetic field within development areas of the plateaubasalts // Geoinformatics 2017. 15-17 May 2017, Kiev, Ukraine. 11143_ENG. Электронная публикация (CD).

«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»).

ПФНИ044: Фундаментальные основы химии.

1. Найдена новая реакция рециклизации 1-(2-анилино)-3,4-дигидроизохинолинов в 4-арилзамещенные хинолины. Более 20 примеров. Синтезированные соединения представляют интерес для создания библиотек биологически активных соединений и могут использоваться как прекурсоры для органических фотоизлучающих материалов.

Лаборатория синтеза активных реагентов, руководитель: доктор химических наук профессор Шкляев Ю.В., исполнители: кандидат химических наук Рожкова Ю.С., кандидат химических наук Вшивкова Т.С

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

1. Впервые описаны магнитные коллоиды, существующие при комнатной температуре в нетекучем пастообразном виде и переходящие в жидкое состояние при нагревании.

Для оценки коагулирующей активности органического соединения был введен новый параметр среды, названный S/S (Solution/Settling), который является главной характеристикой, определяющей долю некоагулированного коллоидного магнетита.

Лаборатория структурно-химической модификации полимеров, руководитель: кандидат технических наук Астафьева С.А., исполнители: кандидат технических наук Якушева Д.Э., ведущий инженер Лысенко С.Н.

2. Разработан теоретический подход к описанию деформационного поведения сшитых эластомеров в условиях неравновесного деформирования. Разработанный на базе статистических теорий высокоэластичности подход включает систему уравнений, связывающих зависимость напряжения от деформаций эластомеров с параметрами, характеризующими основные особенности внутренней структуры эластомеров, в том числе релаксационные свойства, и внешними условиями, в том числе скорость деформирования. Впервые указанный подход учитывает неравновесные условия деформирования и описывает интервал деформаций, на который не распространяется гауссова статистика.

Лаборатория полимерных материалов, руководитель: доктор технических наук Стрельников В.Н., исполнитель: кандидат технических наук Сеничев В.Ю.

3. Разработаны методы получения термостабильных магнитных композитов $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ с высокой удельной поверхностью (до $800 \text{ м}^2/\text{г}$), сохраняющих магнитные фазы оксида железа в условиях высоких температур (вплоть до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$) в течение длительного времени. Установлено, что термостабильными являются композиты $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, полученные методом «дробного осаждения» с последующей гидротермальной обработкой реакционной смеси, а также интеркаляцией магнитных частиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в кремнезёмную матрицу в процессе темплатного гидротермального синтеза SiO_2 при соотношении компонентов $[\text{Fe}]:[\text{Si}] = 0,3 - 0,7$.

Лаборатория многофазных дисперсных систем, руководитель: доктор технических наук, профессор Вальцифер В.А., исполнитель: кандидат химических наук. Кондрашова Н.Б.

ПФНИ046: Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем, создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

1. Разработана обобщенная схема топологической трансформации фазовых диаграмм систем «неорганическая соль – оксиэтилированный ПАВ – вода», имеющих нижнюю критическую температуру растворения или гомогенную во всем интервале температур жидкого состояния двойную подсистему «ПАВ – вода» в случае высаливающего, всаливающего или всаливающего – высаливающего действия соли с изменением температуры. Схема подтверждена на реальных системах. Разработанная схема позволяет определять температурно-концентрационные границы области расслаивания по результатам изучения растворимости в изоконцентрационном сечении и прогнозировать перспективность практического использования системы в процессах

мицеллярной экстракции.

Лаборатория органических комплексообразующих реагентов, руководитель: кандидат химических наук, заведующий лабораторией Чеканова Л.Г., исполнитель: доктор химических наук Леснов А.Е.

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.

На основе α -кетоксимов типа I, полученных из полициклического тритерпеноида растительного происхождения бетулина, осуществлен синтез ацетилтриазола II, конденсированного с циклом А бетулина по связи С(2)-С(3), и метилбетулоната III с С(30) альдегидной группой и фрагментом бромметилкетона в кольце А с расщепленной связью С(2)-С(3).

Соединения II, III проявляют цитотоксическую активность (IC_{50} 0.8-10.4 мкМ) в отношении широкого спектра линий опухолевых клеток и их вариантов с множественной лекарственной устойчивостью. Для малотоксичных в отношении животных триазола II ($LD_{50} > 2000$ мг/кг) и бромметилкетона III ($LD_{50} > 600$ мг/кг) экспериментально подтвержден механизм цитотоксического действия, обусловленный индукцией апоптоза раковых клеток (рис. Б) по внутреннему (II) или внешнему (III) пути с активацией каспаз 8 и 3/7.

Лаборатория биологически активных соединений, руководитель работ: кандидат химических наук Гришко В.В., исполнители: кандидат химических наук Толмачева И.А., кандидат биологических наук Небогатилов В.О., младший научный сотрудник Конышева А.В., аспирант Назаров А.В. («ИТХ УрО РАН») совместно с «ИМСС УрО РАН» и Онкоцентром им. Н.Н. Блохина.

«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»).

ПФНИ052: Биологическое разнообразие.

На основе биоресурсов Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов (реестровый номер Уникальной научной установки www.ckp-rf.ru/usu/73559) впервые показана способность актинобактерий родов *Dietzia*, *Gordonia* и *Rhodococcus* к биодеструкции дегидроабетиновой кислоты (далее - ДАК) в относительно высокой (500 мг/л) концентрации в присутствии 0,1 об. % *n*-гексадекана. Наибольшей активностью обладали представители экологически значимых видов родококков, осуществляющие частичную с образованием 5 α -гидрокси-ДАК или полную биодеструкцию ДАК. При детализации механизмов запуска и развития процессов биодеструкции ДАК с использованием уникальной системы совмещенной атомно-силовой (АСМ) и конфокальной лазерной сканирующей (КЛСМ) микроскопии показано, что воздействие ДАК сопровождается выраженными структурно-функциональными изменениями, отражающими реакцию бактериальных клеток на стрессовое воздействие экотоксиканта (Таблица 2, рис 1.10).

Таблица 2. Изменения морфометрических параметров, нанометрических и электрических свойств клеточной поверхности актинобактерий

Условия культивирования	Длина мкм	Ширина мкм	Объем мкм ³	Площадь μm^2	Шероховатость нм	Электрокинетический потенциал, мВ
<i>R. erythropolis</i> ИЭГМ 267						
<i>n</i> -Гексадекан	3,1 \pm 1,0	1,0 \pm 0,1	2,6 \pm 0,2	6,8 \pm 0,1	100,7 \pm 9,8	-15,5 \pm 1,4

<i>n</i> -Гексадекан + ДАК	6,8±1,9	0,85±0,1	3,8±0,3	10,2±0,2	289,2±12,4	-19,8±1,2
<i>R. rhodochrous</i> ИЭГМ 107						
<i>n</i> -Гексадекан	1,3±0,2	1,1±0,1	1,3±0,1	4,45±0,2	206,5±10,7	-26,6±0,9
<i>n</i> -Гексадекан + ДАК	1,8±0,2	1,2±0,2	2,2±0,1	6,09±0,2	365,9±6,9	-27,3±1,1

Примечание: приведены данные АСМ-сканирования и измерения дзета-потенциала живых клеток после культивирования в течение 7 суток в присутствии 500 мг/л ДАК и 0,1 об. % *n*-гексадекана.

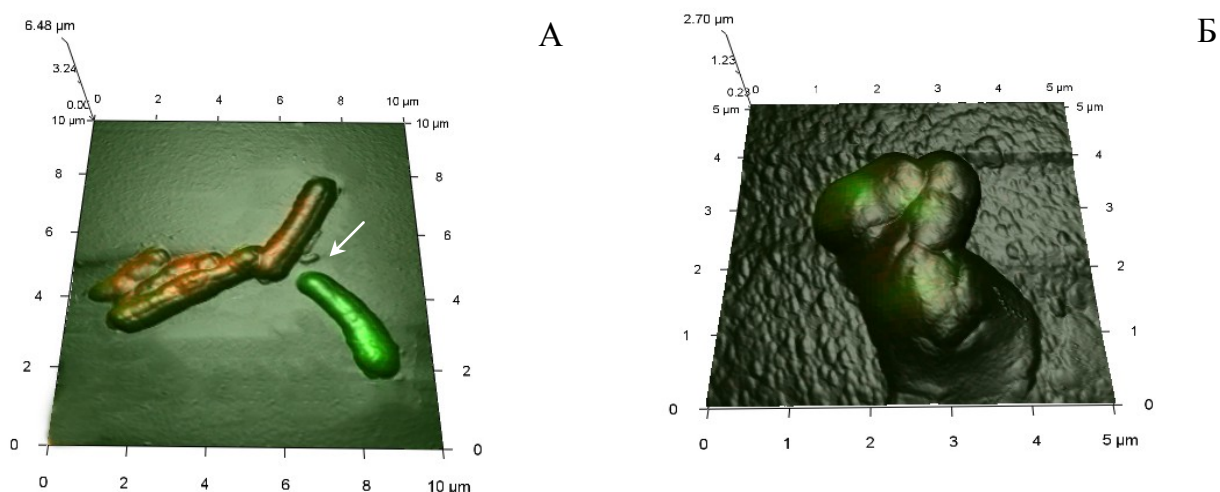


Рисунок 1.10 Совмещенные АСМ-КЛСМ-изображения клеток *R. erythropolis* ИЭГМ 267 (А) и *R. rhodochrous* ИЭГМ 107 (Б), культивируемых в присутствии ДАК. Стрелкой указаны гранулы ДАК.

Публикация: Cheremnykh K.M., Luchnikova N.A., Grishko V.V., Ivshina I.B. Bioconversion of ecotoxic dehydroabiatic acid using *Rhodococcus actinobacteria* // *Journal of Hazardous Materials*. IF 6.39. – 2018. – V. 346. – P. 103–112. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2017.12.025.

Патент: Заявка № 2017132811/05 (057677) от 19.09.2017 на выдачу патента Российской Федерации на изобретение “Способ биодеструкции дегидроабиеиновой кислоты с использованием штамма *Rhodococcus rhodochrous* ИЭГМ 107”. Положительное решение по результатам формальной экспертизы получено.

ПФНИ055: Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов.

1. Проведено полногеномное секвенирование и аннотирование генома бактериального штамма *Salinicola socius* SMB35^T, ранее выделенного из района солеразработок Верхнекамского месторождения солей (Пермский край, Россия) и описанного в качестве нового рода и вида в системе семейства Halomonadaceae. Анализ генома позволил выявить гены, кодирующие ферменты синтеза ключевого осмопротекторного соединения — эктоина, и ген, кодирующий эктоингидроксилазу, участвующую в трансформации эктоина в гидроксиэктоин путем гидроксилирования первого. У штамма *Salinicola socius* SMB35^T выявлены структурные особенности генома, касающиеся регуляции транскрипции *ect*-оперона, существенно отличающиеся от регуляторных областей в геноме широко известного продуцента эктоина - штамма *Chromohalobacter salexigens* DSM3043^T. Штамм *Salinicola socius* SMB35^T представляет интерес для биотехнологических целей как перспективный объект для производства эктоина и гидроксиэктоина (Рис. 1.11).

Публикация: Olsson B.E., Korsakova E.S., Anan'ina L.N., Pyankova A.A., Mavrodi O.V., Plotnikova E.G., Mavrodi D.V. Draft genome sequences of strains *Salinicola socius* SMB35^T, *Salinicola* sp. MH3R3-1 and *Chromohalobacter* sp. SMB17 from the Verkhnekamsk potash

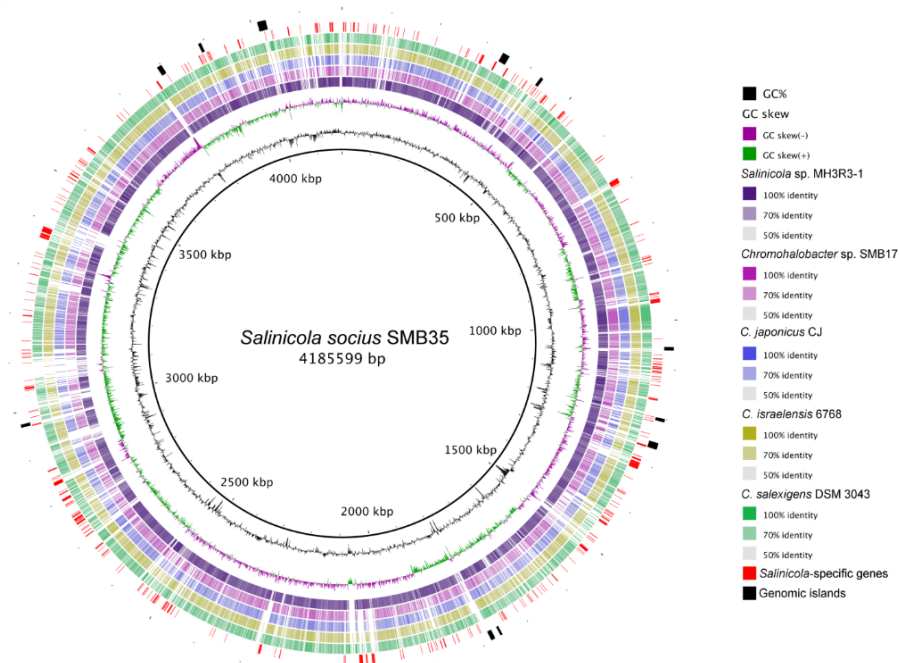


Рисунок 1.11 Кольцевая карта генома *S. socius* SMB35^T и её сравнение с картами геномов представителей группы бактерий *Salinicola*-*Chromohalobacter*. Кольца от внутреннего к внешнему: (1) GC состав, (2) содержание GC в определенном регионе, (3) BLASTn сравнение с *Salinicola* sp. MH3R3-1, (4) BLASTn сравнение с *Chromohalobacter* sp. SMB17, (5) BLASTn сравнение с *C. japonicus* CJ, (6) BLASTn сравнение с *C. israelensis* DSM6768^T, (7) BLASTn сравнение с *C. salexigens* DSM 3043^T, (8) Сегменты генома присутствующие в исследованных геномах бактерий рода *Salinicola*, но отсутствующие в геномах бактерий рода *Chromohalobacter*, (9) Геномные острова, выявленные в геноме штамма *Salinicola socius* SMB35^T.

2. Обнаружено выраженное ингибирующее действие низкомолекулярного катионного пептида варнерина, синтезируемого бактериями *Staphylococcus warneri* IEGM KL-1, на развитие планктонных культур и формирование биопленок бактерий *Mycobacterium smegmatis* mc²155. Антибактериальные эффекты варнерина проявляются при микромолярных концентрациях пептида (рис. 1.12), вызывая значительные нарушения пролиферации клеточных стенок и сегрегации поверхностных структур микобактерий использованного штамма.

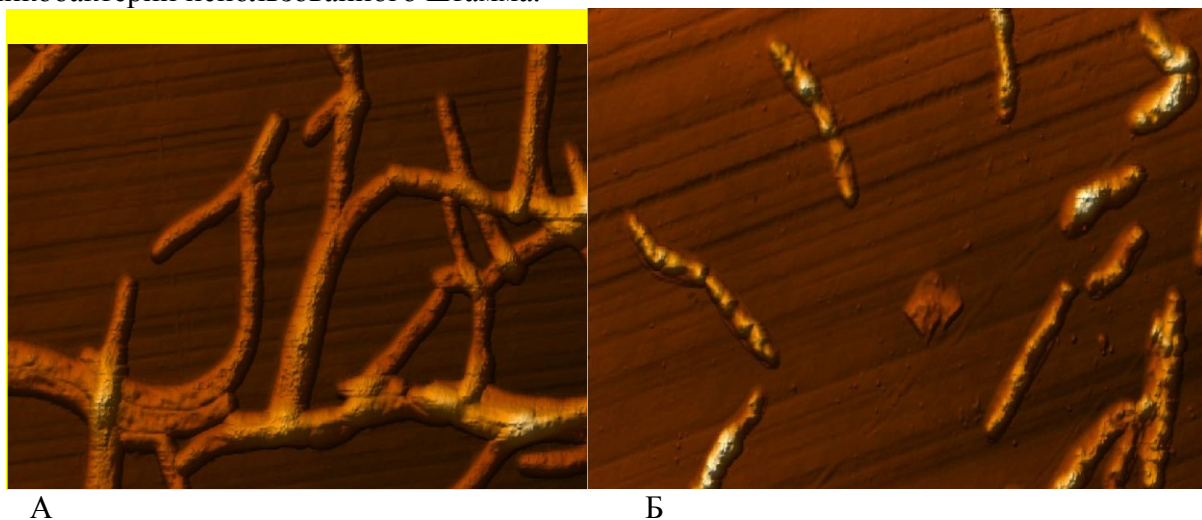


Рисунок 1.12 Формирование биопленок бактерий *Mycobacterium smegmatis* mc²155 на поверхностях полистирола в течение 48 ч. А – контроль, Б – в присутствии низкомолекулярного катионного пептида варнерина (30 мкМ). Атомно-силовая микроскопия (Atomic-force microscope Nano-DST, «Pacific Nanotechnology»).

3. Установлено, что переход микроорганизмов в стационарную фазу периодического роста сопровождается накоплением в клетках и культуральной жидкости полиаминов (путресцин, спермидин, кадаверин). С помощью репортерных генных слияний, а также единичных и множественных нокаутных мутаций в генах *rpoS*, *rmf* и *yqjD* показано: (1) полиамины положительно регулируют персистенцию, (2) эффект полиаминов на формирование персисторных клеток осуществляется посредством стимуляции экспрессии генов *rpoS*, *rmf* и *yqjD*, (3) эти гены вовлекаются в образование персисторных клеток последовательно, по мере того как клетки вступают в стационарную фазу. Полученные данные могут быть использованы для разработки новых инструментов борьбы с персистенцией, основанных на подавлении метаболизма полиаминов у бактерий (рис. 1.13).

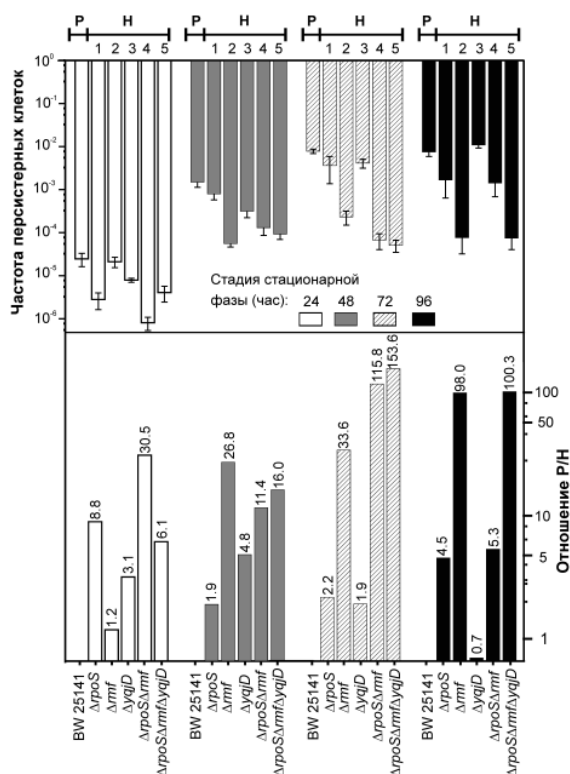


Рисунок 1.13 Способность нокаутных мутаций в генах *rpoS*, *rmf* и *yqjD* снижать персистообразование в клетках *E. coli* BW25141 зависит от стадии стационарной фазы. *Верху рисунка* показаны изменения частоты персисторных клеток в нокаутных штаммах (Н) по сравнению с ее изменением в родительском штамме (Р), наблюдаемые на разных стадиях стационарной фазы. Цифровые обозначения нокаутов: *ΔrpoS* (1), *Δrmf* (2), *ΔyqjD* (3), *ΔrpoSΔrmf* (4), *ΔrpoSΔrmfΔyqjD* (5). *Внизу рисунка* показаны значения отношения частоты персисторных клеток в родительском штамме к таковому в нокаутном штамме (P/H).

Публикация: Полиамины играют роль положительных модуляторов экспрессии генов, ответственных за формирование персисторного состояния у *Escherichia coli*. ИЭГМ УрО РАН. Ткаченко А.Г., Кашеварова Н.М., Тюленева Е.А. FEMS Microbiology Letters, 2017, V.364, doi: 10.1093/femsle/fnx084

4. Впервые показано, что обнаруженные авторами ранее скачки редокс-потенциала (Eh) в культурах бактерий при стрессах связаны с экспортом сульфида в среду. Образование сульфида при десульфуризации цистеина и его экспорт связаны с

поддержанием гомеостаза цистеина в условиях пониженной активности метаболизма. Показано, что существует тесная связь между трансмембранными потоками сульфидов, цистеина и глутатиона. Экспорт тиолов является частью молекулярного механизма, участвующего в защите бактериальных клеток от окислительного стресса при остановке роста. Полученные данные указывают на новую роль глутатиона в физиологии бактериальной клетки и могут быть использованы для контроля состояния бактериальных культур в биотехнологии и научном эксперименте.

ПФНИ059: Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза.

1. Исследовано влияние грелина, киспептина и хорионического гонадотропина на фагоцитарную и окислительную активность нейтрофилов и моноцитов периферической крови, а также их ферментативную активность в концентрациях, соответствующих разным триместрам беременности. Установлено, что данные гормоны при беременности оказывают противовоспалительное действие, снижая фагоцитарную активность как нейтрофилов, так и моноцитов, но практически не влияют на их микробицидный потенциал.

2. В процессе работы в экспериментах *in vitro* оценивалось влияние эстриола, эстрадиола, прогестерона и хорионического гонадотропина на модуляцию экспрессии рекомбиназы RAG-1 в регуляторных субпопуляциях Т-лимфоцитов на фоне воздействия онкостатина М. В результате получены новые данные, касающиеся дифференцировки Т-лимфоцитов в регуляторные субтипы клеток иммунной системы под влиянием гормонов, определяющих нормальный гестационный процесс, на фоне онкостатина М. Полученные результаты дают основание для прогнозирования иммунных нарушений в период беременности, а также разработки новых критериев оценки физиологического течения беременности и фармакологического использования гормонов с учетом их иммуномодулирующей активности.

ПФИЦ УрО РАН

ПФНИ191: Исследование государственного развития России и ее места в мировом историческом и культурном процессе.

1. **Сотрудниками отдела по исследованию политических институтов и процессов** внесен масштабный вклад в комплексное аналитическое исследование мирового и отечественного опыта функционирования этнических региональных автономий. Выявлены основные типологические характеристики этнических региональных автономий, влияющие на достижение и поддержание баланса. На основе накопленного в предыдущие годы эмпирического материала предложены принципиально новые подходы к изучению типологизации и характеристики депутатского корпуса низового уровня (местного самоуправления) в современной Российской Федерации и начат процесс их апробации. Кроме того выявлены эффекты введения новой (конкурсной) модели рекрутирования глав муниципальных образований на взаимоотношения региональных и локальных элит, а также исполнительной и представительной власти муниципалитетов. Продолжена работа над концептом «институционализации идентичности», предполагающей формирование устойчивых и стабильных ценностных систем территориальной идентификации. В частности, выделены особенности, специфика взаимодействия данных процессов на региональном и общенациональном уровне в современной России. Установлено, что позиционирование территории может стать точкой конфликта в региональном сообществе в случае отсутствия поддержки по поводу проводимого политического курса и низкой степени публичности реализации проектов. Определены факторы, влияющие на прозелитический потенциал традиционных религий. Установлены основные направления религиозного транзита среди общин современной России (на региональном уровне). Определена доля архетипических паттернов и

традиционных сюжетов и логика формирования мифологической агиографии, существующей в современной культуре. В фокусе исследования электоральных процессов в 2017 года находился Пермский край – не столько из-за доступности эмпирического материала, сколько в силу уникального сочетания выборов разного уровня (в сентябре 2016 года одновременно прошли выборы депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, Законодательного Собрания Пермского края и ряда местных представительных органов, включая Пермскую городскую Думу, а в сентябре 2017 года - впервые на территории региона за 17 лет губернаторские выборы). В частности, на примере Пермского края была проанализирована связь между голосованием за партийные списки на выборах разного уровня с использованием корреляционного и регрессионного анализов. Проверена и не получила подтверждения гипотеза о возможном «расщеплении» голосов избирателями при одновременном голосовании по выборам трех уровней (так называемое «распределительное голосование», характерное для ряда стран в современный период). С данным направлением в значительной степени было переплетено продолжающееся изучение локальных политических элит и процессов. Еще одной проблемой для изучения, в частности стали эффекты различных институциональных моделей рекрутирования глав муниципальных образований (далее – МО) на взаимоотношения региональных и локальных элит в условиях нового этапа реформирования муниципальной системы управления (далее – МСУ). Основным методом исследования - сравнительный анализ, единицы наблюдения - муниципальные районы и городские округа Пермского края (48 случаев). Анализ показал, что основная мотивация региональных властей при переходе к конкурсной модели рекрутирования глав МО заключалась в стремлении усилить контроль над местными элитами и главами МО. Исследование позволило выявить основные проблемы, с которыми сталкиваются региональные власти при проведении конкурсов: 1) институциональные – связанные с процедурными ограничениями; 2) элитные (неструктурированные расколы местных элит); 3) вытекающие из существа «принципал-агентских» отношениях между губернатором и его представителями (оппортунизм агентов, диверсификация системы принятия решений). Кроме того, на основе накопленного в предыдущие годы эмпирического материала предложены принципиально новые подходы к изучению типологизации и характеристики депутатского корпуса низового уровня (местного самоуправления) в современной Российской Федерации и начат процесс их апробации. В рамках продолжающегося исследования региональной идентичности для анализа практик позиционирования в субъектах Российской Федерации был задействован концепт «институционализации идентичности», предполагающий формирование устойчивых и стабильных ценностных систем территориальной идентификации. В рамках этого направления доработаны дефиниции ключевых понятий - «региональная идентичность», «локальная идентичность», «приграничная идентичность». Было выяснено, что позиционирование региона является важной частью стратегического развития территории, обеспечивающей продвижение ее уникальных особенностей и конкурентных преимуществ. Элиты пытаются позиционировать территорию через вписывание региональных особенностей в культурно-символическое пространство страны. В частности, это проявляется в интеграции в общее пространство России и поиске ниши для собственной уникальности в российском культурном пространстве. Было определено, что позиционирование территории может стать точкой конфликта в региональном сообществе, в случае отсутствия поддержки в сообществе по поводу проводимого политического курса и низкой степени публичности реализации проектов позиционирования.

ПФНИ190: Изучение эволюции человека, обществ и цивилизаций, человек в истории и история повседневности, традиции и инновации в общественном развитии, анализ взаимоотношений власти и общества.

2. **Сотрудниками отдела истории, археологии и этнологии** выполнены масштабные раскопки Плотниковского могильника XIII-XIV веков в Кудымкарском районе Пермского края, ярко иллюстрирующий начальный этап «древнерусской колонизации», выразившийся в проникновении в Предуралье групп финского (или смешанного славяно-финнского) населения Европейского Северо-Востока. Его можно напрямую связывать с формирующимся коми-пермяцким этносом. В погребальном инвентаре могильника выделяется значительная доля вещей, имеющих аналогии в новгородских землях, что дает основание предполагать участие выходцев из Северо-западной Руси в этногенезе коми-пермяков. Возможно, именно этим можно объяснить наличие множества северорусских параллелей в этнографических материалах коми-пермяков. Таким образом, к моменту начала в XV века активной русской колонизации территории, эти земли были уже частично освоены древнерусскими переселенцами; плотность финно-угорского населения к этому времени существенно снизилась, и огромные уже частично знакомые жителям Северной Руси пространства ресурсами были готовы принять новых жителей. Проведены системные полевые этнографические исследования в немецких сельских поселениях Пермского края, Республики Башкортостан, Челябинской и Оренбургской областей, что позволило собрать новые материалы по традиционной культуре и современным этническим процессам у немцев Урала. Полученный материал послужил основой изучения календарных праздников и обрядов немецкого населения Урала и позволил представить традицию и ее развитие в период конца XIX – начале XXI века. Рассмотрены разные проявления и аспекты народного календаря немцев Урала, такие как система хрононимов, структура календарной обрядности. Календарная обрядность рассматривается как целостная мировоззренческая система, связанная со всеми компонентами традиционной культуры. Особое внимание уделено развитию календарной обрядности в исторической динамике, в условиях межэтнического взаимодействия, характеризуются современные формы ее бытования. Итогом многолетней экспедиционной работы, архивных и музейных изысканий в Пермском Прикамье явилось завершение исследования традиционного костюма татар и башкир региона. Среды важных выводов – определение формирования костюмного комплекса в контексте этнических процессов в регионе, а также широких связей тюркского населения Прикамья с Поволжьем, Северной Башкирией и Зауральем. В исследовании определены состав, региональные особенности, факторы, влияющие на развитие костюма в разные исторические периоды. Анализ традиционного костюмного комплекса как предмета материальной культуры предпринят по авторской методике, в исследовательское поле попали все явления культуры, так или иначе соотносимые с народным костюмом.

Монография. Черных А.В. Традиционный костюм народов Пермского края. Татары и башкиры. СПб.: Изд-во Маматов, 2017. – 416 с. ISBN 978-5-91076-094-7

В рамках создания Инновационного кластера будет продолжено сотрудничество с государственными корпорациями, крупными промышленными и аграрными предприятиями России, ближнего и дальнего зарубежья в области выполнения научно-исследовательской работе (далее - НИР), научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (далее – НИОК) и комплексного обеспечения промышленной и природной безопасности. Созданы благоприятные условия для проведения и коммерциализации прикладных исследований в области наукоёмких, безопасных промышленных, био- и агротехнологий. Основной задачей данного направления является поддержание положительной динамики роста конкурсного финансирования ПФИЦ УрО РАН и поддержания его на уровне не менее половины совокупного бюджета.