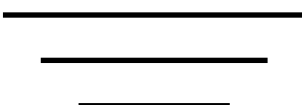


# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ





### 1. Современные проблемы теоретической математики.

Доказано, что на любом классе  $j_d(L)$  периодических функций  $f$  от  $d$  переменных, не вложенном в класс  $y_d(L) = L(\ln^+ L)^{a-1}$ , невозможны оценки сверху почти всюду подпоследовательностей  $S_{n_k}(x, f)$  кубических частных сумм никакой последовательностью  $\{l_k\}$ , одной для всех  $f \in \mathcal{O}_j(L)$ . Положительный результат для класса  $y_d(L)$  при  $d > 1$  получен ранее и обобщает известный результат К.И. Осколкова для  $d = 1$ .

Исследована проблема положительности равномерных констант сильной единственности элементов наилучших приближений чебышевскими подпространствами в равномерной метрике. Положительность равномерных констант сильной единственности гарантирует, в частности сходимость всех известных итерационных алгоритмов нахождения элементов наилучшего приближения. Получена характеристика тех подмножеств аппроксимируемых функций, для которых равномерные константы сильной единственности положительны не только на самом множестве, но и в некоторой его окрестности.

Доказана теорема единственности: если нильпотентная подгруппа  $N$  конечной группы  $G$  содержится в подгруппе Фиттинга  $F(M)$  любой максимальной подгруппы  $M$  из  $G$ , содержащей  $N$ , то либо  $N$  содержится в  $F(G)$ , либо  $N$  содержится в единственной максимальной подгруппе из  $G$ . В результате получается теорема Бэра-Судзуки, которая играет фундаментальную роль в теории конечных групп. Ранее были получены многочисленные доказательства этой теоремы, в частности Ашбахером, Альпериным и Лайонсом, Уолтером, Горенстейном, Айзексом, Робинсоном и др. Данное доказательство значительно упрощает все известные доказательства этой теоремы, а также влечет и другие важные следствия, в том числе теорему В.И. Зенкова о пересечениях абелевых подгрупп в конечных группах. Еще одним непосредственным применением теоремы единственности является решение без классификации конечных простых групп известной проблемы Мазурова по обобщению теоремы Бэра-Судзуки.

Завершена классификация дистанционно-регулярных графов, в которых окрестности вершин изоморфны известному сильнорегу-

лярному графу  $\Delta$  без треугольников (**Институт математики и механики УрО РАН**).

Получены уравнения, позволяющие находить распределение собственного спектра матрицы по ее сингулярному спектру. Найдено предельное распределение сингулярных чисел произведения двух прямоугольных случайных матриц. Сходимость доказана в предположении равномерной интегрируемости квадратов элементов матриц (**Отдел математики Коми НЦ УрО РАН**).

## **2. Математическая физика и математические проблемы механики, физики и астрономии.**

Рассматривается нелинейная краевая задача для параболического уравнения второго порядка с запаздыванием. Если интерпретировать решение как плотность вещества, подвергающегося диффузии, то нелинейный оператор можно интерпретировать как приток новой порции вещества или его убывание в зависимости от того, достигла ли плотность максимума или минимума. Доказано, что при этом возникают чередующиеся области, в которых попеременно вещество увеличивается или убывает. В двумерном случае картина напоминает известные кольца Лизеганга (**Институт математики и механики УрО РАН**).

Весьма редкое взаимодействие нейтрино с веществом при низких энергиях впервые объяснено в рамках классической (не квантовой) электрослабой модели взаимодействия элементарных частиц с контрактированной калибровочной группой (**Отдел математики Коми НЦ УрО РАН**).

## **3. Вычислительная математика, параллельные и распределенные вычисления.**

Доказана сильная сходимость итерационного процесса Левенберга–Марквардта к регуляризованному по Тихонову решению исходного уравнения при условии, что имеет место истокообразная представимость решения нелинейного операторного уравнения в гильбертовых пространствах. Установлено, что при определенном выборе параметра регуляризации итерации стабилизируются в окрестности (шаре) точного решения с радиусом шара, пропорциональным погрешности правой части. При наличии априорной информации о решении разработан модифицированный вариант основного метода и обоснована его применимость к обратным задачам геофизики (**Институт математики и механики УрО РАН**).

Предложены новые параллельные алгоритмы двухуровневой явной декомпозиции для методов Галёркина на основе метода подструктур. Результат важен для решения задач математического моделирования на современных вычислительных системах гибридной архитектуры (**Институт прикладной механики УрО РАН**).

#### **4. Математическое моделирование в науке и технике.**

Предложен вариант параллельной реализации процедуры построения функции Беллмана для обобщенной задачи курьера с внутренними работами в интересах последующего использования для вычислений на суперкомпьютере. Предложена процедура построения оптимального решения маршрутной задачи о посещении мегаполисов, осложненной условиями предшествования и необходимостью выполнения работ в пределах мегаполисов с использованием широко понимаемого динамического программирования и специального варианта распараллеливания на этапе построения функции Беллмана. Данный результат применим при решении задачи минимизации дозовой нагрузки персонала АЭС, выполняющего комплекс работ в помещениях с повышенным уровнем радиации (**Институт математики и механики УрО РАН**).

#### **5. Современные проблемы дискретной математики и теоретической информатики.**

Сконструированы устойчивые к информационным помехам и погрешностям вычислений алгоритмы решения задач динамического восстановления неизвестных характеристик управляемых систем. В основе лежит разработанный авторами метод динамической регуляризации, предполагающий решение неустойчивых обратных задач для систем дифференциальных уравнений. В рамках единого подхода, основанного на идеологии теории управления с обратной связью, исследован широкий круг так называемых задач онлайн реконструкции. Проведен сравнительный анализ алгоритмов решения таких задач, уделено значительное внимание роли априорной информации (о структуре системы, свойствах характеристик, подлежащих восстановлению, и т. д.) при выборе того или иного алгоритма (**Институт математики и механики УрО РАН**).

**6. Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости.**

Экспериментально исследована статистика фрагментации хрупких материалов (стекол) при интенсивных (динамических) воздействиях в соответствии с представлениями о структурно-скейлинговых переходах – новом типе критических явлений в мезоскопических системах с дефектами. Установлен пространственно-временной скейлинг, сопровождающий кинетику фрагментации, подтвердивший теоретически обоснованный результат о развитии процесса фрагментации как проявлении самоорганизованной критичности (**Институт механики сплошных сред УрО РАН**).

Разработана теория диффузного рассеяния рентгеновских лучей на эпитаксиальных системах с квантовыми точками эллипсоидальной формы. Исследованы особенности углового распределения интенсивности рассеяния от таких систем в зависимости от формы и размеров квантовых точек (рис. 1). Построена статистическая теория кинематической дифракции в наноструктурированных средах с учетом пространственной корреляции наночастиц (**Отдел математики Коми НЦ УрО РАН**).

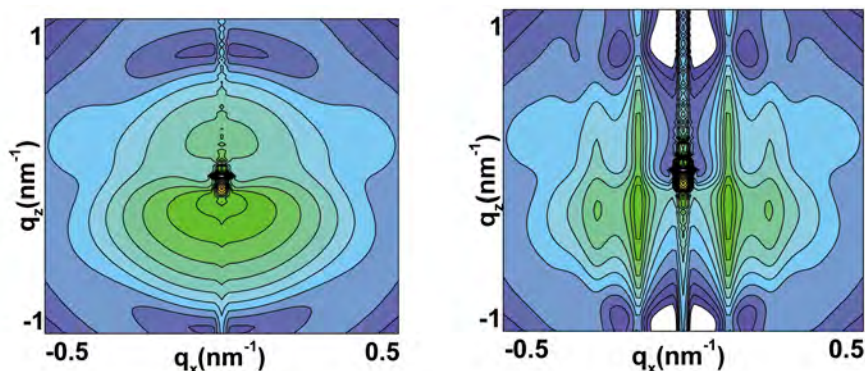


Рис. 1. Расчетные карты распределения интенсивности рассеяния от системы InGaAs/GaAs с квантовыми точками вблизи узла обратной решетки (004) GaAs без (слева) и с учетом пространственной корреляции наноструктур

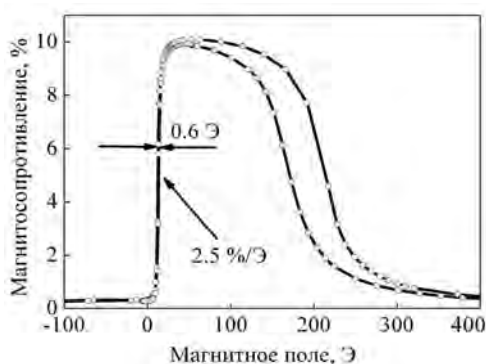


Рис. 2. Полевая зависимость магнитосопротивления спинного клапана стекло/ $\text{Ta}(50\text{\AA})/\text{NiFe}(30\text{\AA})/\text{CoFe}(15\text{\AA})/\text{Cu}(22\text{\AA})/\text{CoFe}(25\text{\AA})/\text{MnIr}(50\text{\AA})/\text{Ta}(20\text{\AA})$

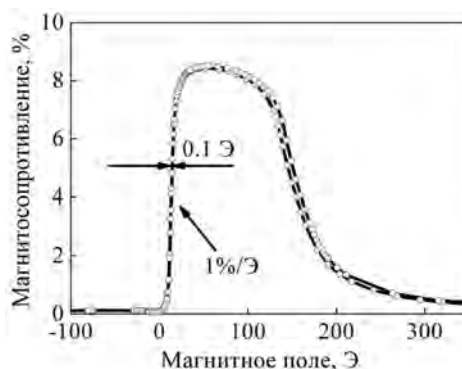


Рис. 3. Полевая зависимость магнитосопротивления спинного клапана стекло/ $\text{Ta}(50\text{\AA})/\text{NiFe}(20\text{\AA})/\text{CoFe}(55\text{\AA})/\text{Cu}(24\text{\AA})/\text{CoFe}(55\text{\AA})/\text{FeMn}(150\text{\AA})/\text{Ta}(20\text{\AA})$

Разработаны перспективные для спинтроники металлические наноструктуры типа спинного клапана с гигантским магниторезистивным эффектом, по характеристикам не уступающие лучшим зарубежным аналогам, оптимизирована технология изготовления этих наноструктур. Предложен эффективный трехэтапный способ уменьшения в спинных клапанах низкополевого гистерезиса до десятых долей эрстеда при величине магнитосопротивления около 10%. Созданные безгистерезисные спинные клапаны могут быть использованы для разработки на их основе аналоговых сенсоров магнитного поля, датчиков тока и различных цифровых спинтронных устройств (рис. 2, 3).

Обнаружен новый гигантский магниторефрактивный эффект на отражении и пропускании неполяризованного света в кристаллах и пленках манганитов с колоссальным магнитосопротивлением. Показано, что эффект достигает в максимуме от единиц до десятков процентов вблизи температуры ферромагнитного упорядочения, в магнитных полях менее 8 кЭ, в широкой спектральной области. В пленках эффект усиливается из-за многократного отражения света от поверхностей пленки. Запатентован новый способ одновременного управления магнитным полем интенсивностью отраженного и проходящего света в частности, в модуляторах света, магнитооптических запорах и фильтрах, аттенуаторах (рис. 4).

Предложена модификация метода обратной задачи рассеяния, с помощью которого найдены новые точные решения модели Ландау–Лифшица для квазиодномерной ферромагнитной цепочки с анизотропией типа «легкая ось», описывающие взаимодействие нелокализованной волны намагниченности с солитоноподобными объектами.

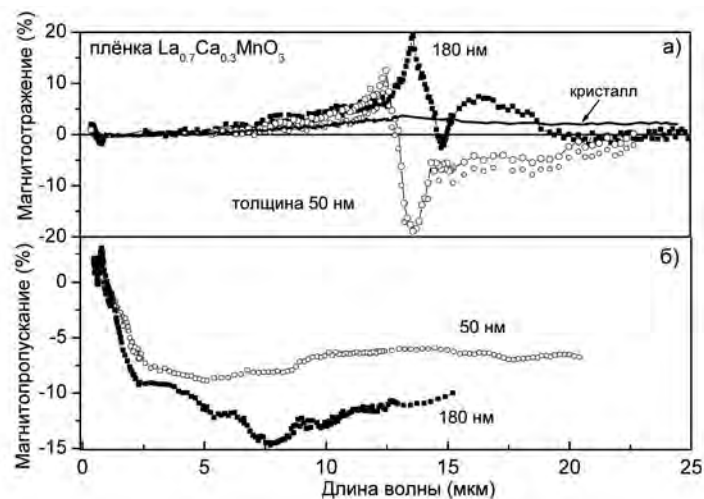


Рис. 4. Спектры магнитоотражения в магнитном поле 4 кЭ вблизи температуры Кюри (а) и магнитопропускания при 8 кЭ (б) пленок и кристалла  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$

ми – доменными стенками, зародышами перемагничивания, бризерами. Установлено, что зародыши перемагничивания и доменные стенки в поле бегущей волны начинают вынужденное движение навстречу волне, которая при определенных условиях разрушает солитоны, и это сопровождается процессами автоколебаний намагниченности (рис. 5).

Сформулирована самосогласованная квантово-статистическая теория металлического ферромагнетизма на основе динамических флуктуаций обменного поля, выходящая за пределы гауссового приближения, которое ведет к скачкообразному переходу в парамагнитное состояние. Учет высших порядков позволяет получить переход,

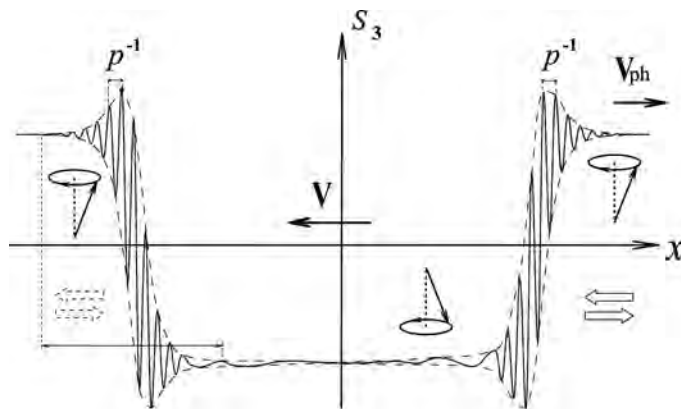


Рис. 5. Вынужденное движение уединенного домена в поле спиновой волны

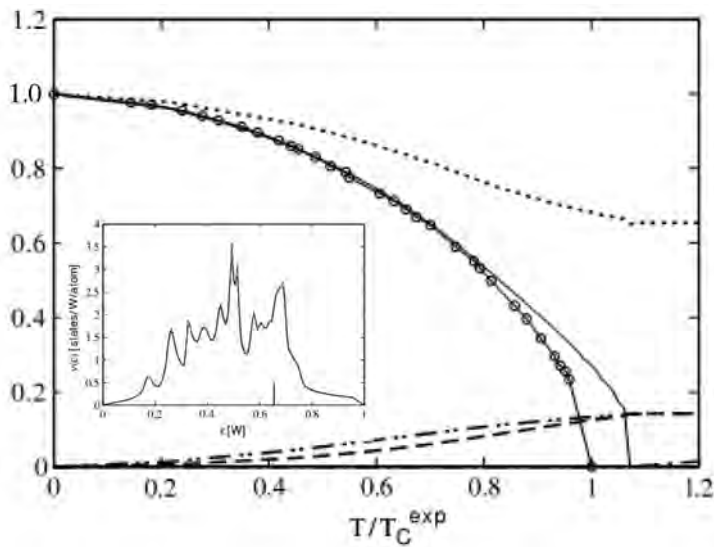


Рис. 6. Намагниченность  $m(T)/m(0)$  (— расчет, ооо эксперимент), средний квадрат продольных (— · —) и поперечных (— — —) флуктуаций; обратная парамагнитная восприимчивость  $\chi^{-1} - 1$  (— · —) и локальный магнитный момент  $m_L(T)/m(0)$  (.....)  $\text{Fe}_{0.65}\text{Ni}_{0.35}$  инвара в зависимости от температуры  $T/T_C^{\text{exp}}$ . На вставке – плотность электронных состояний

непрерывный по намагниченности. По заданной плотности электронных состояний и константе внутриатомного электронного взаимодействия можно рассчитать температуру Кюри, намагниченность, восприимчивость, величину локальных моментов, ее флуктуации и другие термодинамические величины при любой температуре. Особенности теории продемонстрированы на примере расчета инварного сплава (рис. 6).

Методами расчета зонной структуры в комбинации с динамической теорией среднего поля показано, что вклад магнитной корреляционной энергии является основополагающим для описания ОЦК-ГЦК<sup>1</sup> структурного фазового перехода в парамагнитном железе. Установлено, что электронные корреляции существенно влияют на решеточную стабильность в парамагнитном альфа-железе и позволяют правильно описывать фононный спектр гамма-железа. Полученные результаты согласуются с экспериментальными данными по нейтронной дифракции (рис. 7).

Первопринципными расчетами, воспроизводящими нормальные условия и давление до 19.3 ГПа, определена электронная структура

<sup>1</sup> Решетки Бравэ кубической сингонии: ОЦК – объемно-центрированная кубическая и ГЦК – гранецентрированная кубическая.

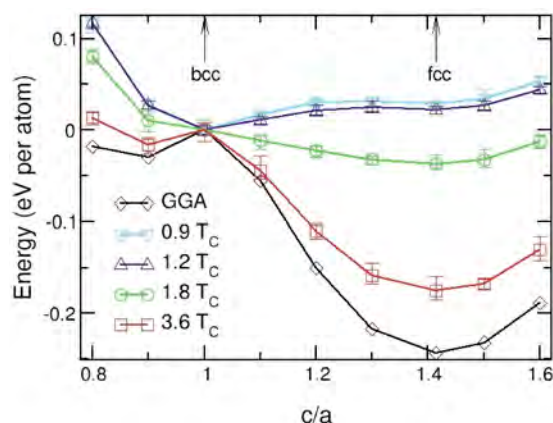


Рис. 7. Изменение полной энергии вдоль ОЦК-ГЦК структурного перехода в парамагнитном железе, полученное с помощью GGA и GGA+DMFT методов для различных температур

единении SnO (рис. 8) (Институт физики металлов УрО РАН).

Проведены LDA расчёты электронных спектров новых сверхпроводников на основе железа ( $T_c = 30$  K)  $K_xFe_2Se_2$  и  $Cs_xFe_2Se_2$  и их сравнение со спектром изоструктурных FeAs-122 сверхпроводников. Показано, что спектр и поверхности Ферми новых сверхпроводников существенно отличаются и в них отсутствуют свойства «нестинга», которые считались существенными для достижения высоких  $T_c$ . Температура перехода  $T_c$  в новых системах, подобно другим системам на основе Fe, контролируется величиной плотности состояния на уровне Ферми. Проведены расчёты электронного спектра с учётом наличия в данной системе антиферромагнетизма ( $T_N > 500$  K) и упорядочения вакансий железа, продемонстрировавшие со-

для оксида олова (SnO), проявляющего сверхпроводящие свойства под давлением, согласующаяся с рентгеновскими спектрами. Обнаружено, что под давлением металлические состояния появляются в полупроводниковой щели из-за перераспределения электронных состояний в слабогибридизованной O 2p-Sn 5sp подзоне, отвечающей за низкую валентность Sn в SnO. Полученные результаты являются важными для определения механизма сверхпроводимости под давлением в со-

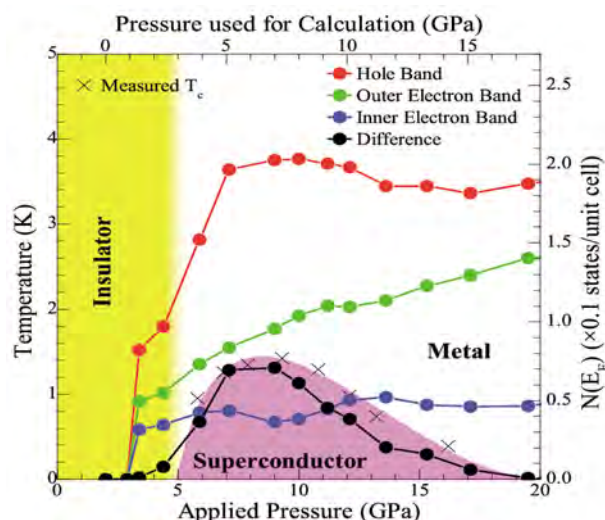


Рис. 8. Заселенности различных зон вблизи уровня Ферми в зависимости от давления в сравнении с экспериментальными данными по температуре сверхпроводящего состояния

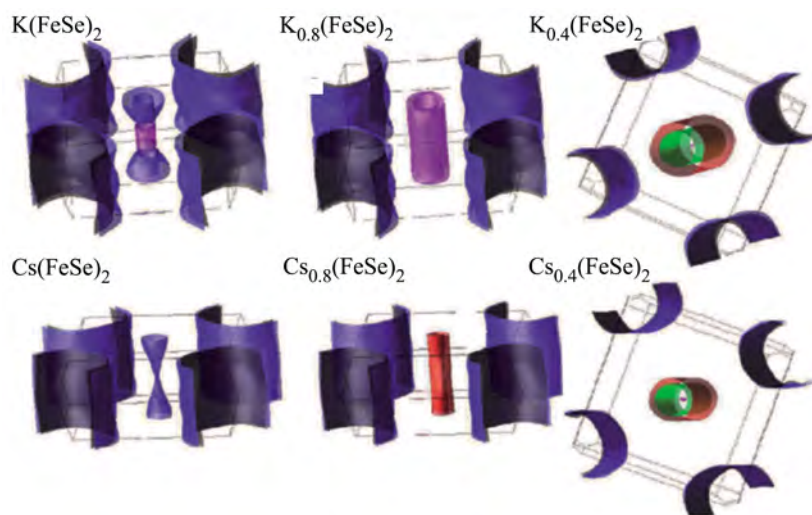


Рис. 9. Модели поверхностей Ферми

хранение общей качественной картины поверхностей Ферми, полученной в LDA расчётах и согласующейся с имеющимися ARPES<sup>2</sup> экспериментами (рис. 9) (Институт электрофизики УрО РАН).

**7. Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены; другие наноматериалы, а также метаматериалы.**

Создана модель и разработан комплексный подход для описания процессов формирования квантовых точек на поверхности кремниевых подложек (рис. 10, 11). Результат имеет важное значение для создания наноструктур с заданными свойствами (Институт прикладной механики УрО РАН).

Выявлены физические процессы, происходящие при сварке взрывом, и роль взаимной растворимости металлов. Проведен анализ неоднородностей различных типов, присущих поверхности раздела. Выяснено, что зоны локального расплавления при сварке металлов, не имеющих взаимной растворимости, являются коллоидными растворами. Пока-

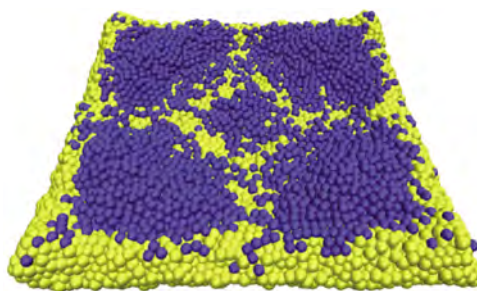


Рис. 10. Квантовые точки на поверхности подложки (темные атомы – хром, светлые – кремний)

<sup>2</sup> Angle Resolved Photo Emission Spectroscopy – фотоэмиссионная спектроскопия с угловым разрешением.

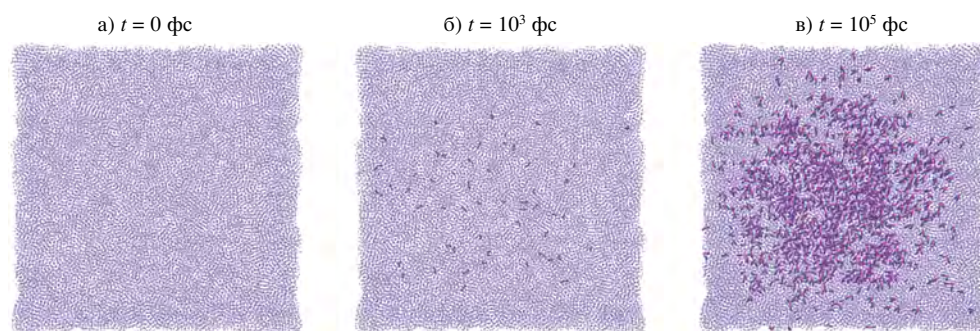


Рис. 11. Процесс образования химических связей (вид сверху). Темным цветом показаны сформированные молекулы  $\text{CrSi}_2$

зано, что общим процессом для всех исследуемых соединений, независимо от растворимости исходных металлов, является фрагментация типа дробления. Определены зоны риска, возникающие при отсутствии взаимной растворимости. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых соединений металлов без взаимной растворимости (рис. 12, 13) (**Институт физики металлов УрО РАН**).

Синтезированы образцы керамики твёрдого электролита на основе  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированного  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  из нанопорошков, полученных лазерным испарением смесей крупнодисперсных порошков  $\text{ZrO}_2$  и  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ . Показано, что наилучшая проводимость реализуется при содержании стабилизатора в диапазоне 8,5–10,8 мол.%. Обнаружено значительное влияние на фазовый состав и свойства получаемого ма-

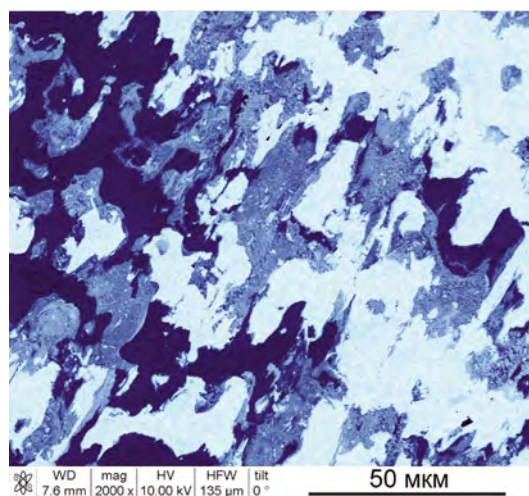


Рис. 12. Продольное сечение границы раздела Cu–Ta (СЭМ): белые пятна – Ta; синие пятна – Cu; голубые пятна – смесь Ta и Cu

териала температуры синтеза: ниже 1250 °С – керамика однофазная (кубический твёрдый раствор); повышение температуры спекания приводит к появлению ромбоэдрической фазы, количество которой достигает почти 100% при 1500 °С. Проводимость электролитов 10–11,5 ScSZ, полученных в режимах низкотемпературного синтеза, сравнима с наилучшими мировыми достижениями (**Институт электрофизики УрО РАН**).

Проведено комплексное исследование процессов формирования структурно-фазового состава и свойств объем-

ных нанокompозитов Fe + MeC + Fe<sub>3</sub>C (Me = Ti, Nb, V), полученных из различных исходных компонентов. Показано, что использование жидкой органической среды в качестве источника углерода в процессе механосплавления позволяет получать как двухфазные (Fe + MeC), так и трехфазные (Fe + MeC + Fe<sub>3</sub>C) порошки с нанокристаллической структурой и равномерно распределенной по объему частиц карбидной фазой. Объемные нанокристаллические композиты, полученные из порошков методом магнитно-импульсного прессования, обладают плотностью, близкой к теоретической (~96%), микротвердостью до 16 ГПа и повышенной по сравнению с железом и углеродистыми сталями коррозионной стойкостью в нейтральных и щелочных средах (рис. 14).

Изучена локализация атомов Fe в композите Мо с 8 ат.% О на границах зерен ОЦК Мо в процессе механического сплавления и последующих термообработках методом мессбауэровской спектроскопии на примесных атомах изотопа <sup>57</sup>Fe. При переходе механоактивированной системы в наноструктурное состояние (10 нм) выделены три структурные составляющие: граница зерна и приграничные искаженные зоны с общим названием «интерфейс», зерно с совершенной

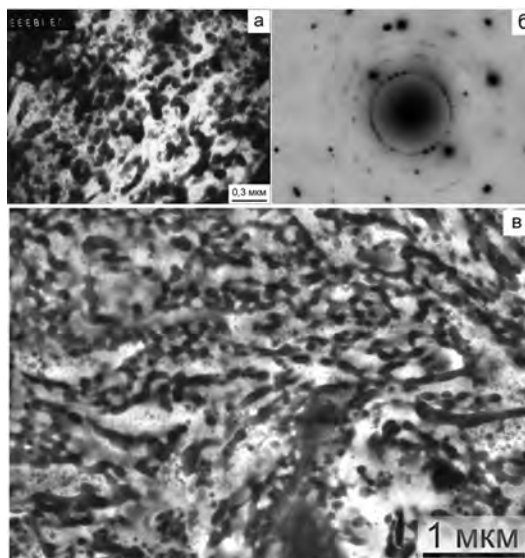


Рис. 13. Cu–Ta: ТЭМ (а, б) и СЭМ (в) изображения зоны локального расплавления

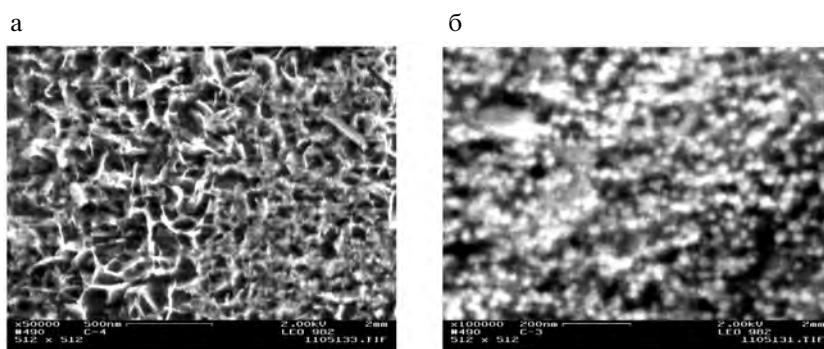


Рис. 14. Электронно-микроскопическое изображение компактов Fe–Ti–толуол после отжига при 500 °C (а) и 925 °C (б)

(без дефектов) структурой. Получена экспериментальная оценка средних по объему ширин нерелаксированных границы зерна и интерфейса в 0.2 и 1 нм, соответственно. Конечным продуктом механического сплавления является ОЦК нанокристаллический пересыщенный твердый раствор  $\text{Mo-O-Fe}$  с атомами кислорода в позиции внедрения и атомами железа в позиции замещения. Установлены три стадии возврата к равновесию механоактивированной наносистемы при изохронных (1 ч) отжигах в интервале температур 300–1300 °С: структурная релаксация (уменьшение уровня микроискажений), формирование дислокационной структуры при достижении размера зерна 50–60 нм, формирование композита  $\text{Mo}_{99}\text{Fe}_1/\text{MoO}_2$  и уменьшение плотности дислокаций после отжига при 1300 °С (Физико-технический институт УрО РАН).

**8. Актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном диапазоне; освоение новых диапазонов спектра; спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты; прецизионные оптические измерения; проблемы квантовой и атомной оптики; взаимодействие излучения с веществом.**

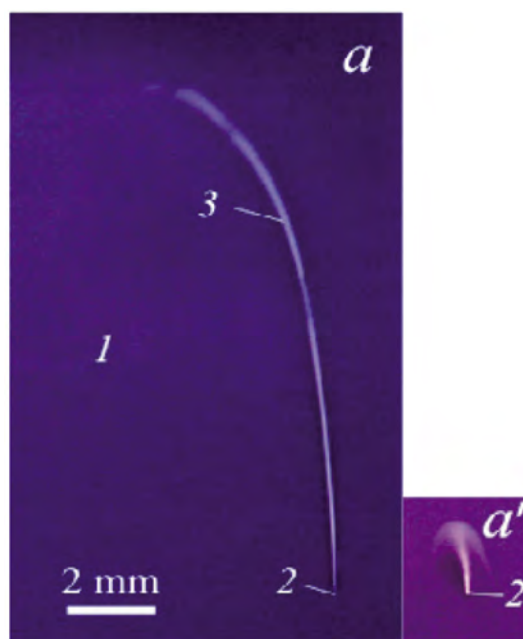


Рис. 15. Изображения просветленной фракции суспензии в плоскости, перпендикулярной пучку лазера в неоднородном магнитном поле (a) и в отсутствии магнитного поля (a').

1 – исследуемая суспензия; 2 – область взаимодействия сфокусированного пучка с суспензией; 3 – просветленная часть суспензии

зон спектра; спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты; прецизионные оптические измерения; проблемы квантовой и атомной оптики; взаимодействие излучения с веществом.

Установлено, что взаимодействие мощного лазерного излучения с полупрозрачной суспензией углерода луковичной структуры в диметилформамиде приводит к образованию просветленной фракции суспензии с ярко выраженными диамагнитными свойствами (рис. 15). Полученные результаты могут использоваться для разработки и создания оптических ограничителей мощности и светомagnetных оптических затворов нового поколения (Институт прикладной механики УрО РАН).

## 9. Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов, оптическую информатику, связь, навигацию и медицину.

Разработан метод генерации цепочно-образного пучка с фазовой сингулярностью. В основе метода лежит дифракция пучка Бесселя (ПБ) первого порядка на зонной пластинке с двумя открытыми нечетными зонами Френеля. На основе численного моделирования продемонстрировано влияние параметров ПБ и зонной пластинки на его свойства и определены оптимальные условия для экспериментальной генерации пучка. Экспериментально показано, что в результате дифракции ПБ первого порядка на зонной пластинке с открытыми первой и девятой зонами Френеля формируется световое поле, интенсивность которого имеет капсульную структуру с областями минимальной и максимальной интенсивности. Вдоль оси симметрии сформированного пучка наблюдается область низкой интенсивности, поперечный размер которой периодически уменьшается и увеличивается (рис. 16). Экспериментально доказано, что в этой области формируется дислокация волнового фронта (фазовая сингулярность). Полученные результаты могут быть использованы при разработке оптического пинцета.

Теоретически показана принципиальная возможность формирования когерентного излучения эффективной циркулярной амплитудной анизотропии в составных двулучепреломляющих системах за счёт многолучевой интерференции. Экспериментально продемонстриро-

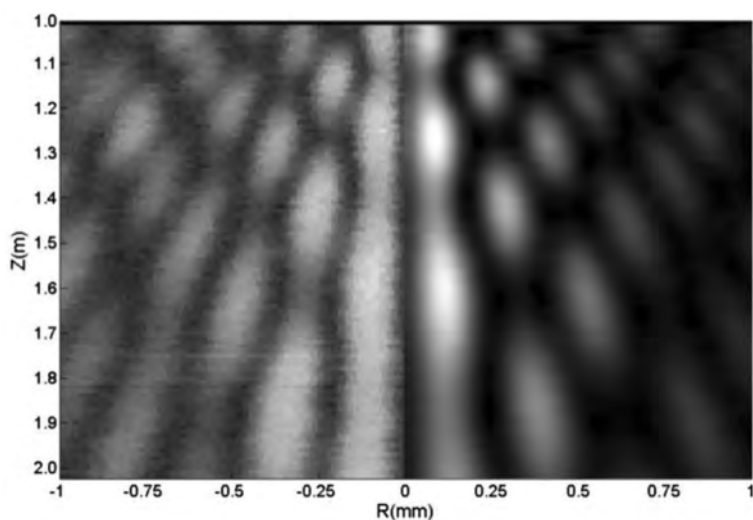


Рис. 16. Теоретическое и экспериментальное распределение интенсивности цепочно-образного пучка с дислокацией волнового фронта, полученного при дифракции на зонной пластинке с открытыми первой и девятой зонами,  $F = 1,46$  м. Относительная освещенность первой и девятой зон равна 1:7

вано, что в случае слюды коэффициент эффективной циркулярной амплитудной анизотропии может достигать величины  $4 \cdot 10^{-2}$  на длине волны  $\lambda = 0,63$  мкм. Значимость данного результата заключается в возможности создания систем, обладающих только эффективными поляризационными свойствами (Институт электрофизики УрО РАН).

# **11. Фундаментальные проблемы физической электроники, в том числе разработка методов генерации, приема и преобразования электромагнитных волн с помощью твердотельных и вакуумных устройств, акустоэлектроника, релятивистская СВЧ-электроника больших мощностей, физика мощных пучков заряженных частиц.**

В лабораторных условиях впервые получены прямые экспериментальные свидетельства пробоя на убегающих электронах – явления, теоретически предсказанного ранее в Физическом институте РАН им. П.Н. Лебедева для грозовой атмосферы. После прохождения пикосекундного иницирующего электронного пучка в воздушном электро-разрядном промежутке с сильным полем сначала наблюдается ток лавины вторичных убегающих электронов, и только затем со стабильной задержкой развивается классический импульсный пробой на тепловых электронах. В отсутствие иницирующего пучка такой пробой запаздывает или не возникает вообще. Максимальная энергия электронов в задержанной лавине и её длительность соответствуют теоретическим представлениям о пробое на убегающих электронах (рис. 17) (Институт

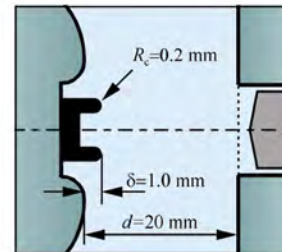
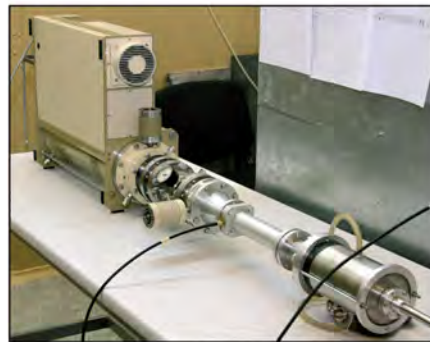


Рис. 17. Экспериментальная установка на основе компактного высоковольтного генератора, геометрия разрядного промежутка и осциллограмма тока пикосекундного иницирующего электронного пучка, сопровождаемого задержанной лавиной вторичных убегающих электронов

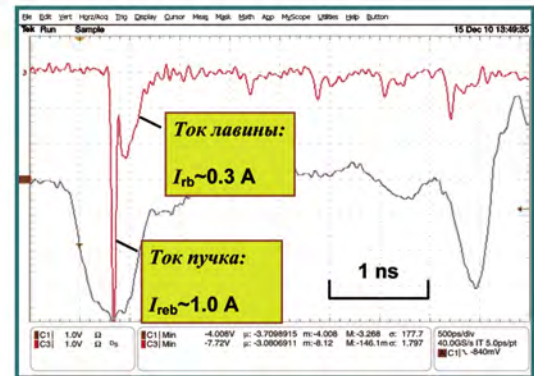




Рис. 18. Импульсная рентгеновская трубка



Рис. 19. Палатный рентгеновский аппарат

**электрофизики УрО РАН совместно с Физическим институтом РАН им. П.Н. Лебедева).**

Создан рентгеновский источник, состоящий из импульсной наносекундной рентгеновской трубки и блока питания с импульсной мощностью до 11 ГВт и частотой следования импульсов до 4 кГц. На основе рентгеновского источника разработан и испытан прототип импульсного рентгеновского палатного аппарата (патент № 52321, № 64153) с импульсной мощностью до  $10^7$  Вт (рис. 18, 19) (**Институт электрофизики УрО РАН**).

### 15. Основы развития и функционирования энергетических систем в рыночных условиях, включая проблемы энергоэффективности экономики и глобализации энергетики, энергобезопасность, энерго-ресурсосбережение и комплексное использование природных топлив.

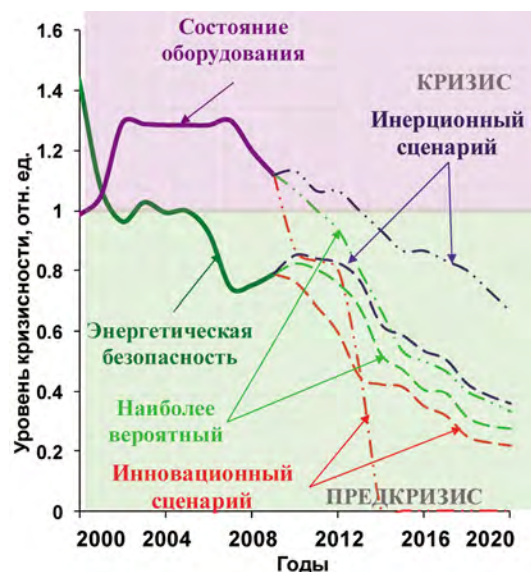


Рис. 20. Динамика изменения ситуации по состоянию оборудования и комплексной оценке энергетической безопасности по прогнозируемым вариантам развития

Разработана методика прогнозирования показателей энергетики региона, основанная на установлении закономерностей связей между ними и показателями экономики. В рамках данной методики с использованием сценарного подхода и модифицированного индикативного метода диагностирования впервые получены оценки прогнозных характеристик энергетической безопасности Свердловской области по сценариям развития до 2020 г. Выявлены факторы и характеристики действия угроз безопасности. Предложены эффективные способы их нейтрализации (рис. 20) (Институт теплофизики УрО РАН).

### 16. Физико-технические и экологические проблемы энергетики, тепломассообмен, теплофизические и электрофизические свойства веществ, низкотемпературная плазма и технологии на ее основе.

Экспериментально исследованы особенности генерации плазмы и формирования структуры плазменного канала при воздействии на медные, никелевые и вольфрамовые проводники микронного размера электромагнитного импульса с субнаносекундным фронтом. Установлен диапазон давлений, в котором микропроводники не разруша-



Рис. 21. Схема получения газового гидрата

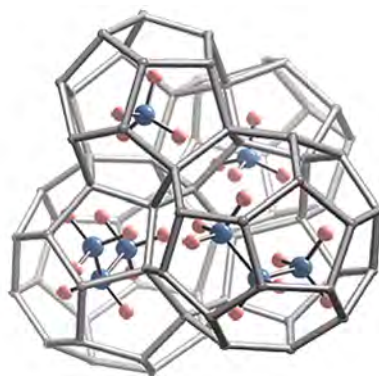


Рис. 22. Кристаллическая структура гидрата метана

ются. Показано, что структура плазменного канала состоит из плазменной короны, переходного слоя и ядра (плотной неидеальной плазмы), которые имеют сложную пространственную структуру по длине канала (**Институт электрофизики УрО РАН**).

Предложен метод получения газогидратов при неравновесной низкотемпературной конденсации молекулярных пучков для перспективного использования газогидратных технологий хранения и транспорта природного газа. Получены газогидраты метана, пропана, двуокиси углерода (рис. 21, 22).

Разработаны методы расчета частоты нуклеации при компьютерном моделировании фазовых переходов первого рода. Исследована кинетика спонтанной кристаллизации и кавитации простой жидкости при температурах ниже температуры тройной точки и частотах нуклеации  $10^{32} - 10^{35} \text{ с}^{-1} \text{ м}^{-3}$ . Установлено, что поверхностная свободная энергия кристаллических зародышей размером до 1 нм слабо зависит от кривизны межфазной границы, в то время как для кавитационных полостей она на 25–40% меньше, чем на плоской границе раздела фаз. Последнее приводит к рассогласованию данных моделирования и классической теории гомогенной нуклеации, которое достигает по частоте нуклеации 10–15 порядков (рис. 23) (**Институт теплофизики УрО РАН**).

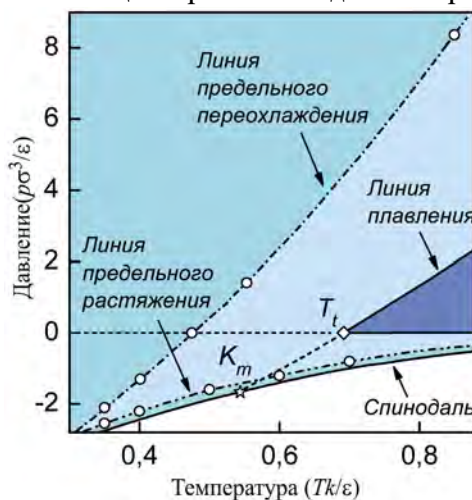


Рис. 23. Фазовая диаграмма леннард-джонсоновского флюида

Разработаны научные основы нового метода изучения урбанизированной среды с использованием отложений пониженных участков рельефа в качестве индикатора загрязнения. По результатам теоретического и экспериментального исследований показано, что отложения пониженных участков рельефа депонируют поверхностные миграционные потоки тяжелых металлов. Этот объект обладает преимуществом перед другими компонентами среды, используемыми для экологического мониторинга города, – интегрирование загрязнения по пространству в пределах площади водосбора и по времени за период с начала формирования урбанизированного ландшафта. Применение отложений пониженных участков рельефа открывает возможности совершенствования технологий мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды (**Институт промышленной экологии УрО РАН**).

**19. Общая механика, динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов; биомеханика; механика жидкости, газа и плазмы, неидеальных и многофазных сред; механика горения, детонации и взрыва.**

Численно исследована динамика свободного от гидрата вертикального канала, пронизывающего слой гидрата, пребывающего в стабильном состоянии. Показано, что при достаточно большом значении коэффициента проницаемости пористой среды возможно разрастание канала. Начальный избыток газовой фазы приводит к движению вверх газовой и водной фаз, при этом, вследствие наличия геотермального градиента, происходит нагрев и таяние гидрата. В ходе диссоциации гидрата выделяется большое количество газа, что способствует усилению вертикального движения фаз (**Институт механики сплошных сред УрО РАН**).

**20. Механика твердого тела, физика и механика деформирования и разрушения, механика композиционных и наноматериалов, трибология.**

Установлена природа магнитострикционного эффекта в магнитных эластомерах. Показано, что на формирование индуцированной внешним полем деформации материала определяющее влияние оказывает характер ближних пространственных корреляций частиц наполнителя. Работа показывает принципиальную возможность создания магнитных эластомеров с заданными знаком и величиной магнитной стрикции. Результаты опубликованы в журнале “Soft Matter” (Великобритания, импакт-фактор 2010 г. = 4.46), редакция которого выбрала эту работу в качестве «горячей» статьи месяца (**Институт механики сплошных сред УрО РАН**).

Предложена комбинированная деформационно-термическая обработка закаленных конструкционных сталей, включающая наност-

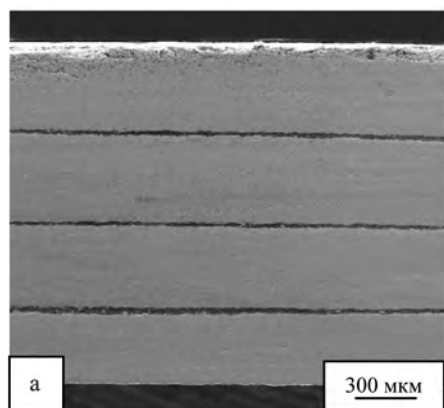
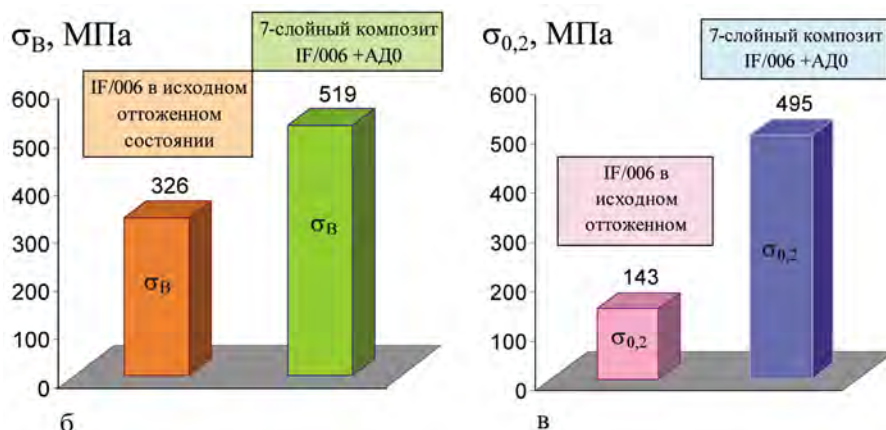


Рис. 24. Структура и прочностные свойства стали IF/006 в исходном состоянии и в составе 7-слойного композита Сталь IF/006 + АД0:

а – общий вид 7-слойного композита; б – гистограммы прочностных свойств стали IF/006;  
в – гистограммы композита IF/006 + АД0



руктурирующую фрикционную обработку и оптимизированный отпуск, обеспечивающая высокий комплекс износостойкости, прочности и пластичности. Комбинированная обработка конструкционной стали обеспечивает повышение твердости и износостойкости (в 2–3 раза) при отсутствии снижения механических свойств (в том числе пластичности) по сравнению со сталью, подвергнутой только стандартной термической обработке (улучшению).

Изучены физико-механические свойства и особенности формирования микроструктуры слоистых композитов на основе стали 006/IF и алюминия АД0, полученных методом накопительной пакетной прокатки с соединением слоев. На примере полученного 7-слойного композита показано, что композиционный материал (Сталь 006/И – алюминий АД0) обладает более высокими прочностными свойствами по сравнению с исходной сталью 006/IF при сохранении достаточной пластичности (рис. 24), что связано с измельчением среднего размера зерна в стальных слоях с 7 до 1,4 мкм. Методами металлографического и EBSD-анализов установлено, что в 7- и 27-слойных композитах

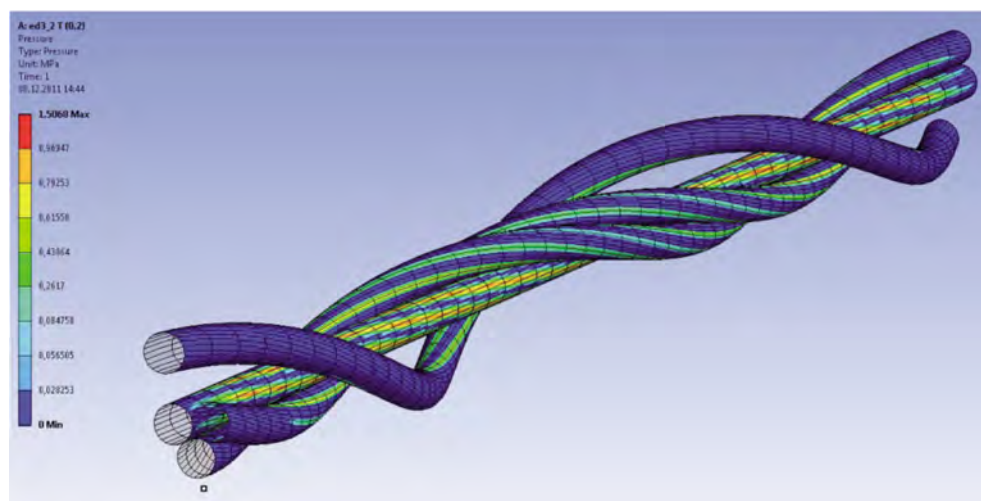


Рис. 25. Распределение контактных давлений по проволокам спирального каната при нагружении осевым усилием (часть проволок скрыта для наглядности)

на основе стали 006/IF и алюминия АД0 формируется зеренно-субзеренная структура, имеющая характерную направленность вдоль направления прокатки. В стальных слоях после пакетной прокатки выявлено наличие значительного объема рекристаллизованных зерен микроструктурного размера (до 0,5 мкм), которые характеризуются большой долей малоугловых границ (до 80%) (**Институт машиноведения УрО РАН**).

Разработан новый метод численного моделирования для анализа напряженно-деформированного состояния и расчета спиральных канатов линейного касания. На рис. 25 показан результат моделирования напряженно-деформированного состояния при нагружении осевым усилием (**Институт прикладной механики УрО РАН**).

**21. Теория машин и механизмов, анализ и синтез машинных комплексов, фундаментальные проблемы машин и сложных технических систем, включая безопасность, ресурс и живучесть, снижение технологических и технологических рисков для объектов гражданского и оборонного назначения, проблемы аэрокосмической техники, морских и наземных транспортных систем.**

Разработаны научные основы построения мультиагентных интеллектуальных систем проектирования технологических процессов (САПР ТП)ковки поковок на молотах. Определены агенты, систематизированы, формализованы и распределены задачи между ними; разработаны структуры представления информации и определены стратегии поиска агентов в пространстве альтернативных решений (рис. 26). Определены языки и протоколы передачи сообщений для

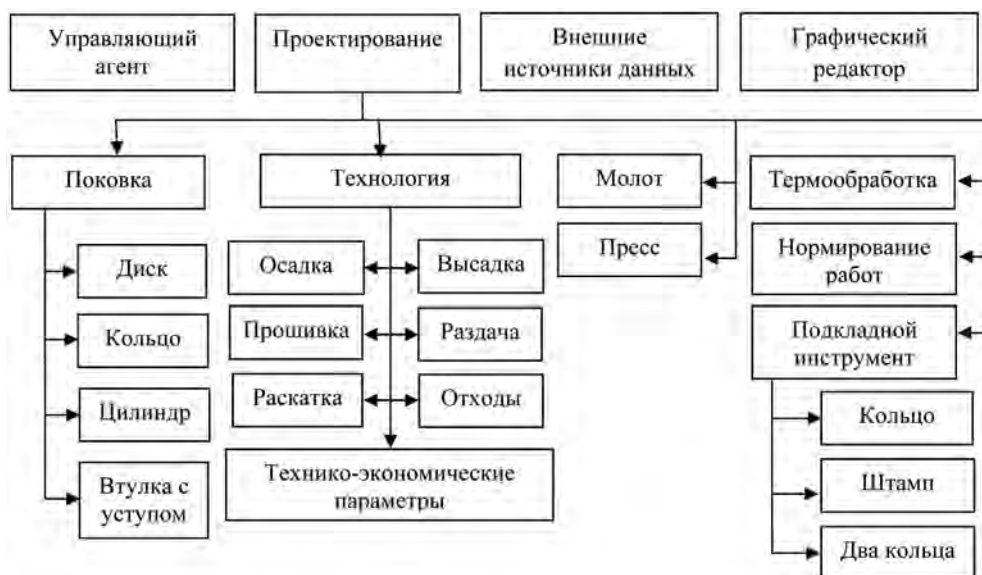


Рис. 26. Иерархия основных агентов САПР ТП коротких поковок

взаимодействия агентов, обеспечено согласованное поведение агентов при выборе действий и принятии решений, разработаны процедуры распознавания и координации различных точек зрения и конфликтных намерений агентов. Созданы с применением мультиагентного подхода интеллектуальные системы проектирования технологических процессов ковки на молотах поковки втулок, колец, дисков и фланцев.

Исследована динамика криволинейного движения и обоснованы требования к системе управления поворотом быстроходной гусеничной машины, оснащенной трансформатором момента. Установлены условия самопроизвольного перехода траектории постоянной кривизны в спираль (рис. 27). Обоснованы требования к системе управления движением. Движение по траектории со стабильной кривизной

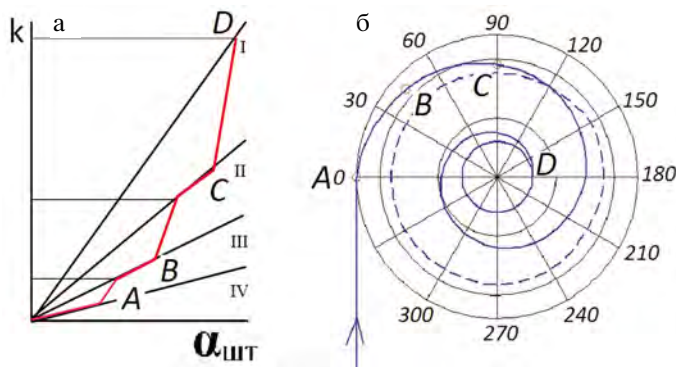


Рис. 27. Изменение параметров управляемого движения при разблокировке гидротрансформатора:

а – зависимость кривизны  $K$  от управляющего воздействия угла поворота штурвала, I, II, III, IV – номера передач; б – переход траектории постоянной кривизны в спираль

обеспечивается соответствующей корректировкой алгоритмов управления. Предложенное решение повышает управляемость предотвращением разблокировки гидротрансформатора. Для повышения динамических и скоростных качеств быстроходной гусеничной машины в процессе поворота в сложных дорожных условиях с интенсивным изменением направления движения целесообразно обеспечить работу двигателя на повышенных оборотах, а снижение скорости движения обеспечивается автоматическим переключением передач (Институт машиноведения УрО РАН).

### **23. Создание перспективных конструкций, материалов и технологий в авиации, ракетной и атомной технике, судостроении, наземном транспорте, станко- и приборостроении.**

Установлено, что появление остаточного аустенита в мартенсит-настающей стали Н18К9М5Т приводит к повышению (в 1,5–2 раза) ее ударной вязкости (см. таблицу). Результат важен для создания новых металлических материалов с высокими эксплуатационными характеристиками (Институт прикладной механики УрО РАН).

**Механические свойства стали Н18К9М5Т**

Обработка	Структура	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\Psi$ , %	$J_c$ , МДж/м <sup>2</sup>	КСУ, МДж/м <sup>2</sup>			
		Температура испытания, °С							
		20			–40	–80	–196		
ОТО*	$\alpha$	2120	2080	57,0	0,048	0,45	0,44	0,43	0,27
ВТМО	$\alpha + 23\% \gamma_{\text{ост}} + 18\% \gamma_{\text{рев}}$	1944	1893	64,3	–	0,88	–	–	–

\* Обычная термическая обработка: закалка 820 °С + старение 490 °С

### **24. Теория систем, общая теория управления сложными техническими и другими динамическими системами, в том числе единая теория управления, вычислений и сетевых связей, а также теория сложных информационно-управляющих систем, групповое управление и распределенное управление.**

Предложено решение проблемы синтеза управлений на конечном интервале времени по результатам наблюдений при геометрических ограничениях на управление и неизвестные возмущения в системе. Решение базируется на использовании гамильтонова формализма в форме обобщенного метода динамического программирования в комбинации с техникой многозначного анализа и методами решения минимаксных задач. Ключевую роль в реализации примененной схе-

мы играет выбор обобщенных состояний в виде информационных множеств системы. Разработаны вычислительные алгоритмы решения. В случае линейных систем алгоритмы используют технику эллипсоидальных и полиэдральных аппроксимаций и допускают эффективное распараллеливание (**Институт математики и механики УрО РАН**).

**26. Управление движением, управление в энергетических и транспортных системах, управление производством (автоматизация проектирования, автоматизация технологических процессов, логистика), мультидисциплинарная координация и управление в глобальных производственных системах, а также кооперативное управление.**

Разработана и реализована на многопроцессорной вычислительной системе математическая модель динамики ракеты-носителя (РН) «Союз-2» при дополнительных фазовых ограничениях на траекторию движения РН. Сформулированы и исследованы фазовые ограничения, обусловленные заданными предельными перегрузками на спуске космического аппарата, отделяемого от РН в случае аварии. Проведено исследование конструктивных численных алгоритмов построения допустимого и оптимального программных управлений РН при дополнительных ограничениях на траекторию движения РН в задаче максимизации полезной нагрузки, выводимой РН на заданную эллиптическую орбиту. Разработаны и исследованы методы оценки выигрыша по массе полезной нагрузки за счет идентификации параметров атмосферы и РН перед стартом (**Институт математики и механики УрО РАН**).

### 28. Системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях.

Разработана модель радиационного риска, учитывающая результаты современных исследований связи облучения радоном с развитием онкопатологии, проведенных в мире, в том числе в России. Модель описывает индуцирование рака легкого в зависимости от экспозиции по радону и представлена в виде половозрастного коэффициента относительного риска с использованием сглаженной зависимости от модифицирующих факторов и учитывает влияние курения на возникновение рака легкого (рис. 28). Модель радиационного риска используется для оценки ущерба здоровью при облучении радоном в жилищах и на рабочих местах, а также для прогнозирования эффективности радонозащитных мероприятий (**Институт промышленной экологии УрО РАН**).

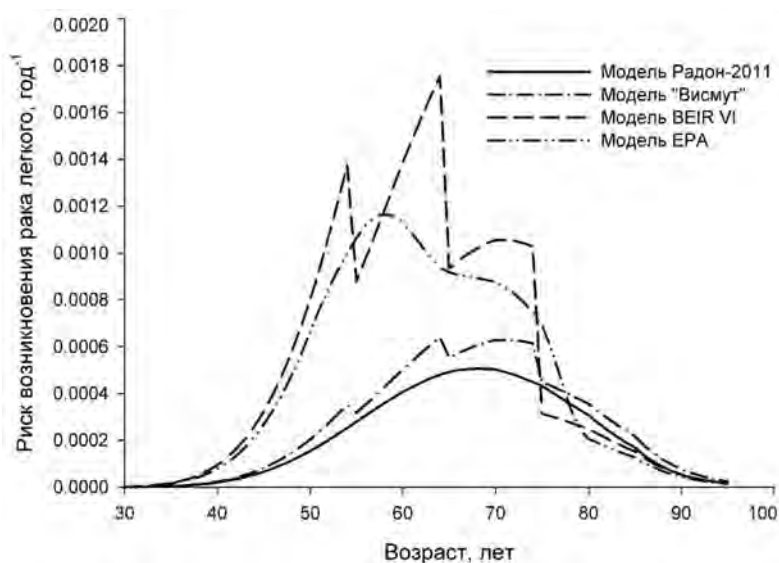


Рис. 28. Радиационный риск при объемной активности радона 100 Бк/м³ по разработанной модели (Радон-2011) в сравнении с ранее разработанными подходами

### **31. Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей. Развитие Grid-технологий и стандартов.**

В результате работ по модернизации оптоволоконной сети УрО РАН

- создана развитая структура оптических каналов по г. Екатеринбург, связывающая все институты УрО РАН в единую корпоративную сеть со скоростью 1 Гбит/с;

- построены дополнительные узлы управления сетью, в которых установлено маршрутизирующее оборудование, позволяющее в перспективе повысить скорость передачи данных до 10 Гбит/с;

- разработаны программные средства мониторинга и поддержки сетевых сервисов.

Созданная сеть имеет высокую надежность – рабочее состояние сети не менее 99,99% от общего времени (**Институт математики и механики УрО РАН**).

### **32. Архитектура, системные решения, программное обеспечение и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений, системное программирование.**

В составе суперкомпьютера «УРАН» создано вычислительное поле гибридной архитектуры пиковой производительностью 85 TFlops на базе GPU компании NVIDIA. Вычислительная мощность, доступная пользователям, увеличилась в 5 раз. Для упрощения и повышения эффективности использования GPU на суперкомпьютере «УРАН» установлено прикладное программное обеспечение «Matlab» (**Институт математики и механики УрО РАН**).

Разработан формальный инструмент перехода от алгоритма к модели, описывающей различные варианты организации параллельных вычислений дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и позволяющей выполнять обоснованный выбор варианта вычислений. Созданы параллельные алгоритмы ДПФ, изначально ориентированные на реализацию вычислений в пространственно-временной среде и характеризующиеся параллельной обработкой независимых наборов данных. Формальный инструмент дает возможность осуществить переход от алгоритма, описывающего последовательные вычисления, к модели, позволяющей формировать различные варианты организации вычислений для независимых наборов данных (**Институт машиноведения УрО РАН**).

### 36. Теоретическая химия и развитие методологии органического и неорганического синтеза, новые методы физико-химических исследований.

Методами измерения плотности, поверхностного натяжения, электропроводности, дифференциальной сканирующей калориметрии, колебательной спектроскопии установлены особенности влияния реального ионного состава растворов кремнезема в расплавленных фторидно-хлоридных электролитах на морфологию, размер, полупроводниковые и каталитические свойства полученных из них кристаллических частиц высокочистого кремния (рис. 29, 30). Полученные результаты могут найти применение при разработке электрохимических способов получения и рафинирования кремния (Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН).

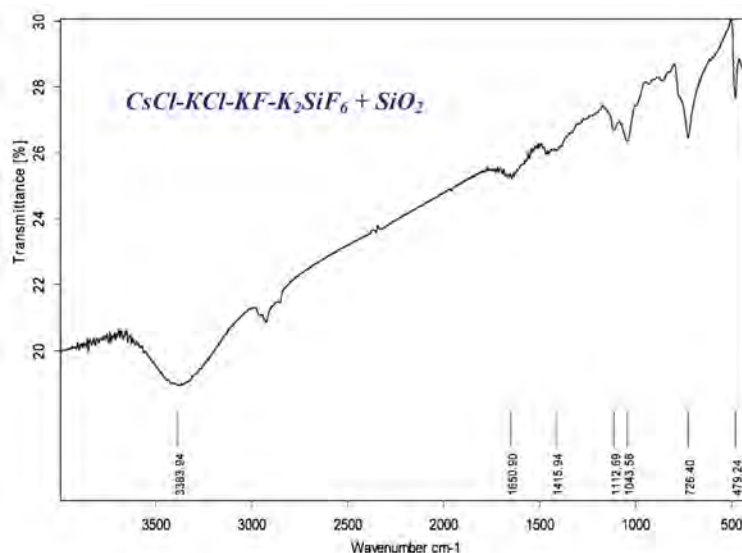


Рис. 29. ИК-спектр застывшего расплава, использованного для электролитического получения кремния.  
Отнесение полос: 3383 и 1601  $\text{cm}^{-1}$  – адсорбированная вода; 483 и 728  $\text{cm}^{-1}$  –  $\text{K}_2\text{SiF}_6$ ; 624  $\text{cm}^{-1}$  –  $\text{K}_3\text{SiF}_7$ ; 1422  $\text{cm}^{-1}$  –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; 1045 и 1112  $\text{cm}^{-1}$  –  $\text{SiF}_4$

Рис. 30. Поликристаллический сплошной осадок кремния, полученный из расплава  $\text{KCl-KF-K}_2\text{SiF}_6\text{-SiO}_2$  на Ag фольге при  $700^\circ\text{C}$

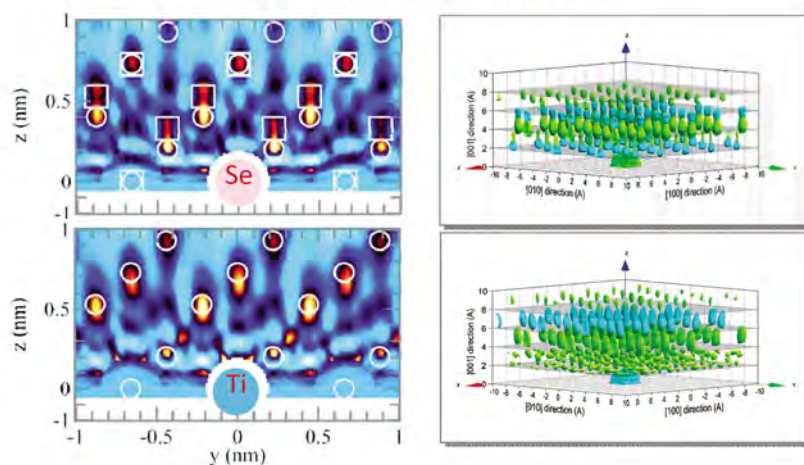
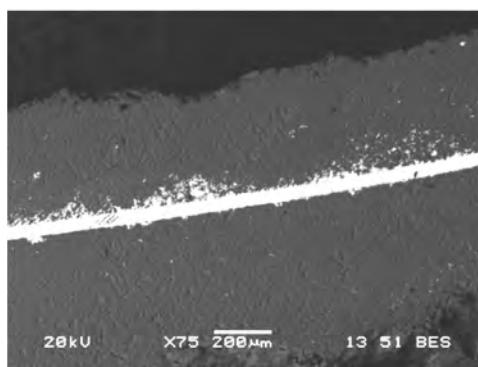


Рис. 31. Рентгеновская фотоэлектронная голография

Реализован метод *рентгеновской фотоэлектронной голографии* (РФГ), который позволяет установить атомную структуру поверхности твердофазных соединений на глубину до 3 нм (рис. 31). Метод перспективен в применении к наноразмерным системам, например к диселениду титана – матрицы для получения новых катодных материалов (**Институт химии твердого тела УрО РАН**).

Разработана комбинация реакций кросс-сочетания по Сузуки и нуклеофильного ароматического замещения водорода ( $S_N^H$ -реакции) (рис. 32), открывающая путь к созданию проводящих и(или) фотоактивных компонентов молекулярных устройств.

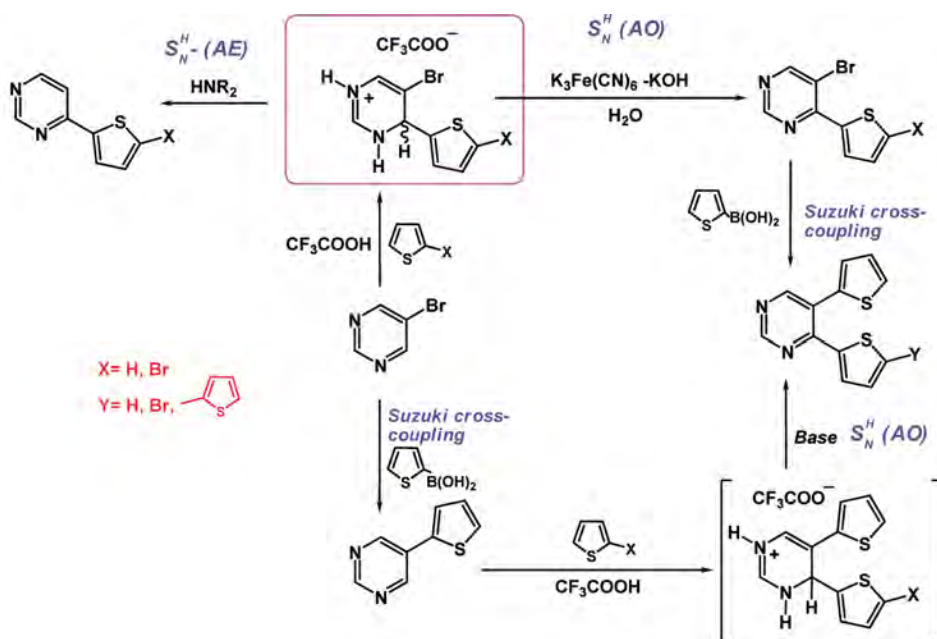


Рис. 32. Комбинация реакций кросс-сочетания по Сузуки и нуклеофильного ароматического замещения водорода ( $S_N^H$ -реакции)

Предложен новый перспективный подход к синтезу открыто-цепных гетероатомных полидентатных лигандов, при использовании которого, в зависимости от симметричности 1,3-дикарбонильного фрагмента исходного эфира, возможно формирование различных по строению подандов (рис. 33). Полученные лиганды являются новыми перспективными матрицами для построения супрамолекулярных систем и биметаллических комплексов (**Институт органического синтеза УрО РАН**).

На основе принципа самосборки молекул разработан одностадийный синтез полифункциональных азотсодержащих гетероцик-

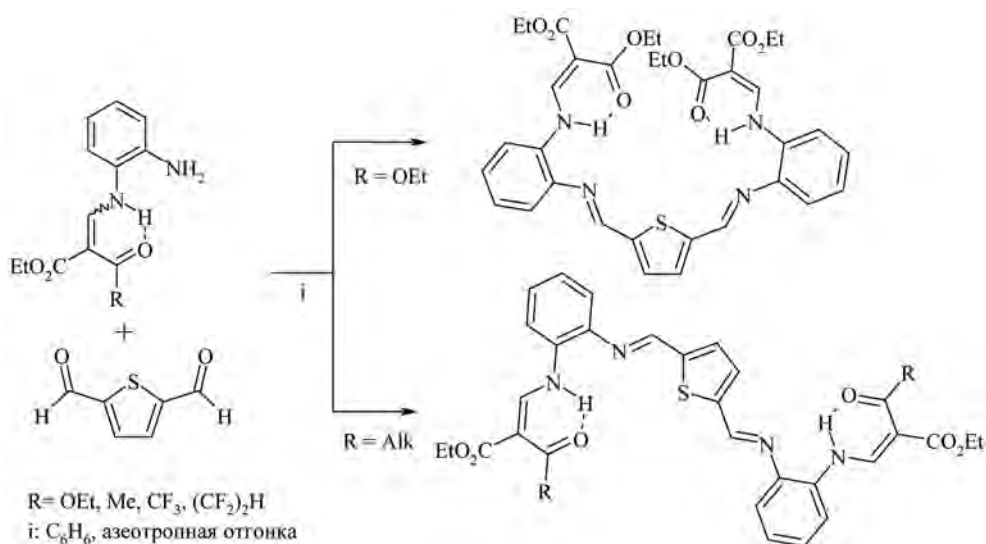


Рис. 33. Синтез открыто-цепных гетероатомных полидентатных лигандов

лов ряда пирролоакридонов (рис. 34), пригодных для комбинаторного синтеза лекарственных препаратов, создания новых диагностикомов и устройств молекулярной электроники (**Институт технической химии УрО РАН**).

Металлированием бензил- и  $\alpha$ -метилбензилиминов камфоры (**1** и **2**) соединениями  $\text{Pd}^{2+}$  получены гомохиральные комплексы различного типа. Циклопалладированные комплексы (**3** и **4**) удалось получить при использовании в качестве палладирующего реа-

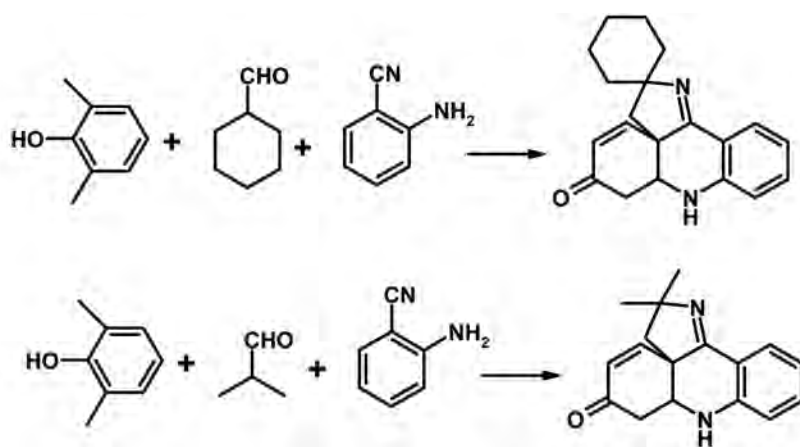


Рис. 34. Одностадийный синтез полифункциональных азотсодержащих гетероциклов ряда пирролоакридонов

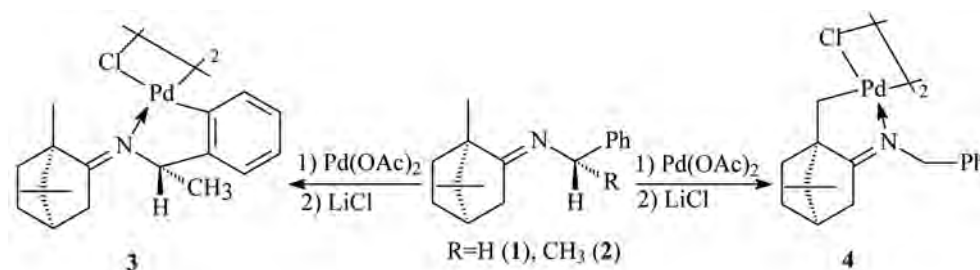


Рис. 35. Синтез циклопалладированных комплексов

гента ацетата палладия (рис. 35). При этом установлено, что селективность реакции циклометаллирования зависит от структурных особенностей лиганда: возможно ортопалладирование по ароматическому кольцу (**3**) и метильной группе терпенового фрагмента (**4**). Полученные гомохиральные комплексы палладия могут найти применение в асимметрическом металлокомплексном катализе и других асимметрических превращениях (**Институт химии Коми НЦ УрО РАН**).

### 37. Современные проблемы химии материалов, включая наноматериалы.

Кратковременным воздействием низкочастотными колебаниями на расплавы смесей промышленных лигатур Al–Sc, Al–Zr или Al–Ti получены новые экономичные лигатуры Al–Sc–Zr и Al–Sc–Ti для модифицирования алюминиевых сплавов (рис. 36). В опытных лигатурах Zr и Ti замещают до 50% Sc с сохранением структурного типа решетки зародышеобразующей фазы, соответствующей матрице  $\alpha$ -Al. Это позволяет сократить расход дорогостоящего скандия и значительно измельчить зерно литых сплавов алюминия, что обеспечивает повышение их прочностных характеристик. Разработанные лигатуры предлагается использовать при изготовлении высокопрочных

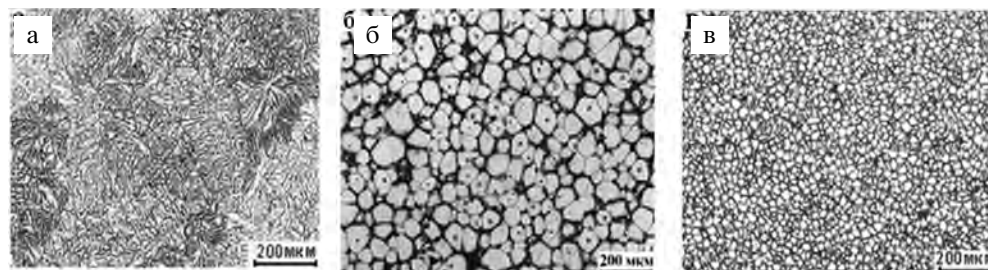


Рис. 36. Модифицирование алюминиевых сплавов:  
а – исходный сплав Al–Zn–Cu–Mg; б – модифицирование промышленной лигатурой Al–Sc;  
в – модифицирование опытной лигатурой Al–Sc–Zr

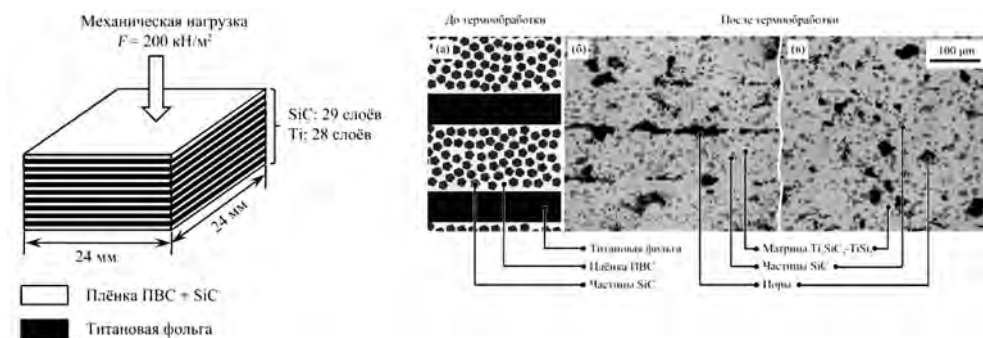


Рис. 37. Керамический композиционный материал  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2\text{--TiSi}_2\text{--SiC}$

алюминиевых сплавов для авиационной промышленности и ракетостроения (**Институт металлургии УрО РАН**).

Показана возможность получения мезопористых силикатных материалов различных типов структуры (гексагональная MCM-41, кубическая MCM-48) при одинаковых условиях синтеза и соотношениях компонентов путем введения в реакционную среду в малых количествах различных органосилоновых добавок. Впервые предложено использовать в процессе синтеза трис(триметилсилокси)силан в качестве агента, способствующего формированию биконтинуальных (3D) пористых структур типа MCM-48 (**Институт технической химии УрО РАН**).

Силовым СВС<sup>3</sup>-компактированием слоевых реакционных композиций  $\text{Ti--SiC}$ , представляющих собой многослойные пакеты регулярно уложенных листов титановой фольги и высоконаполненных полимерных плёнок, содержащих дисперсные частицы карбида кремния, получен керамический композиционный материал  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2\text{--TiSi}_2\text{--SiC}$  (рис. 37). Использование слоевых композиций вместо традиционных порошковых позволяет существенно изменить характер структурообразования и добиться высокой степени уплотнения материала в период развития СВС-процесса. Преимущества предложенного метода заключаются в высокой технологичности производства материалов при низком уровне энергетических и временных затрат (**Институт химии Коми НЦ УрО РАН**).

Методом радикальной сополимеризации синтезированы новые полифункциональные наноматериалы на основе водорастворимых производных лигнина и хитозана. Установлены функциональная природа и области стабильности структуры полученных наноматериалов. Разработаны приемы формирования структуры и поверхност-

<sup>3</sup> СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

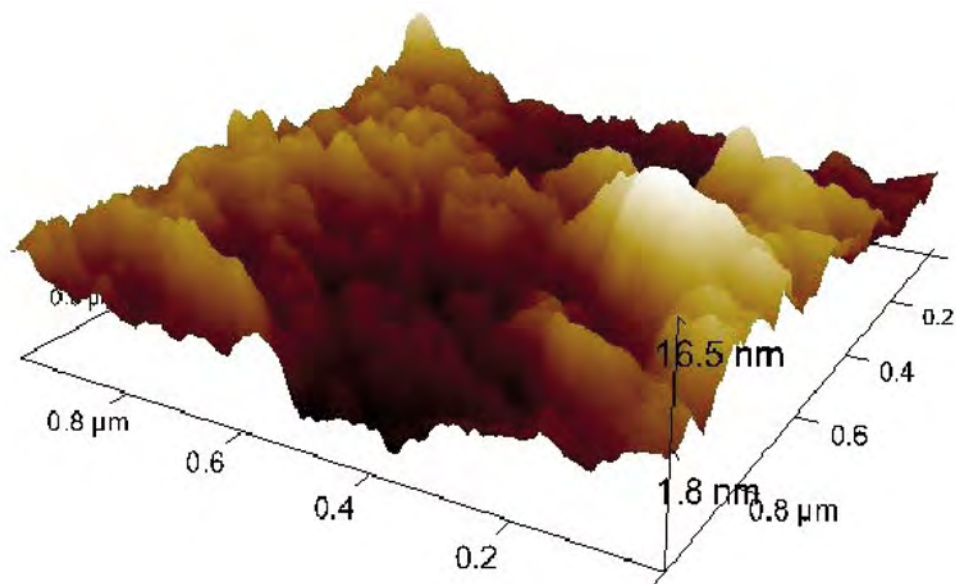


Рис. 38. Структура поверхности наноматериалов на основе водорастворимых производных лигнина и хитозана

ных свойств (рис. 38) послойных нанокомпозиционных материалов (пленок, микрокапсул) для транспортировки лекарственных средств, эффективных сорбентов в хроматографии, создания биосенсоров, применяемых в аналитической химии (**Институт экологических проблем Севера УрО РАН**).

### **38. Научные основы экологически безопасных и ресурсосберегающих химико-технологических процессов.**

Модернизирована технология извлечения скандия из красных шламов. Инновационные решения включают:

- использование отходящих газов печей спекания боксита;
- трехступенчатое гидролитическое разложение скандийсодержащего раствора, что позволяет получать более концентрированные по скандию растворы и отказаться от введения соосадителя – цинка;
- сернокислотное вскрытие чернового концентрата с использованием высаливания хлоридом аммония, что обеспечивает получение продукта с содержанием 95–98% оксида скандия (рис. 39) (**Институт химии твердого тела УрО РАН**).

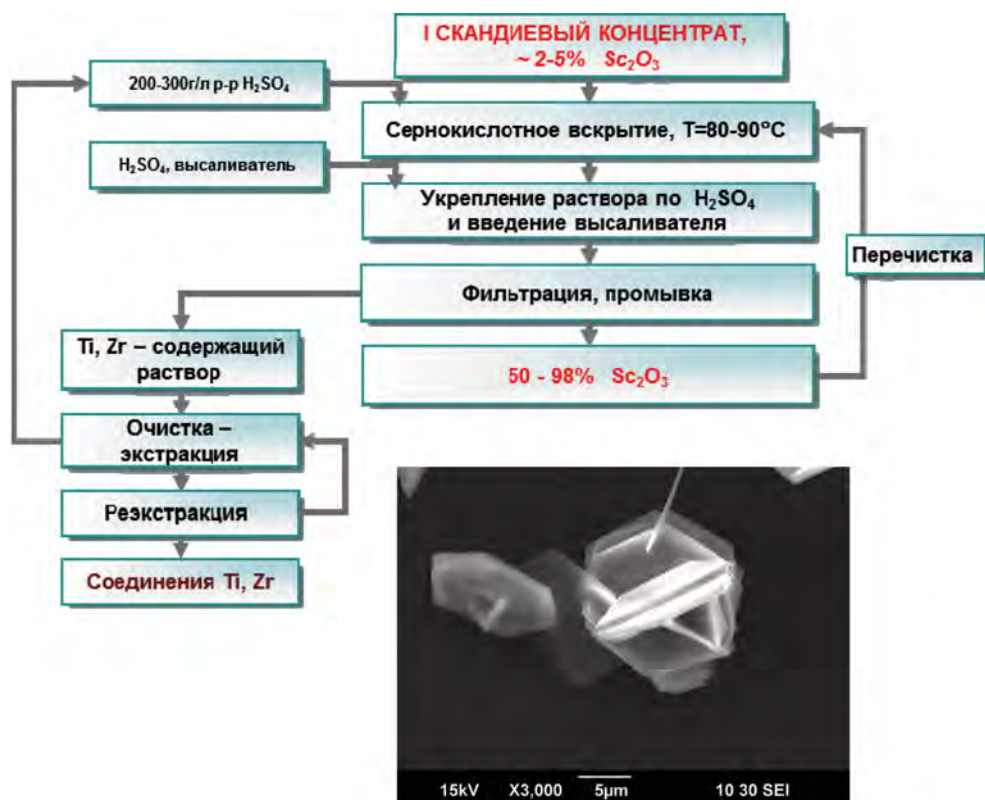


Рис. 39. Блок получения оксида скандия из черного концентрата.  
Вставка – кристаллы  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3$ , полученные из скандийсодержащего раствора при высаливании

### 39. Химические аспекты современной экологии и рационального природопользования, включая научные проблемы утилизации и безопасного хранения радиоактивных отходов.

Получены новые данные о механизме реакций деструкции гидролизного лигнина в органических растворителях различной природы, являющихся теоретической основой получения карбонизатов – полупродуктов процессов синтеза нанопористых углеродных материалов – эффективных сорбентов, углеродных электродов для суперконденсаторов, носителей катализаторов. При отсутствии растворителя и в нефтяных остатках радикальные продукты, образующиеся при разрыве  $\beta\text{-O-4}$  связей лигнина и его дегидратации при 320–350 °С, реагируют с образованием нерастворимых структур. В среде каменноугольного пека происходит стабилизация продуктов термодеструкции лигнина за счет реакций переноса водорода от пека или присоединения соединений пека с образованием рас-

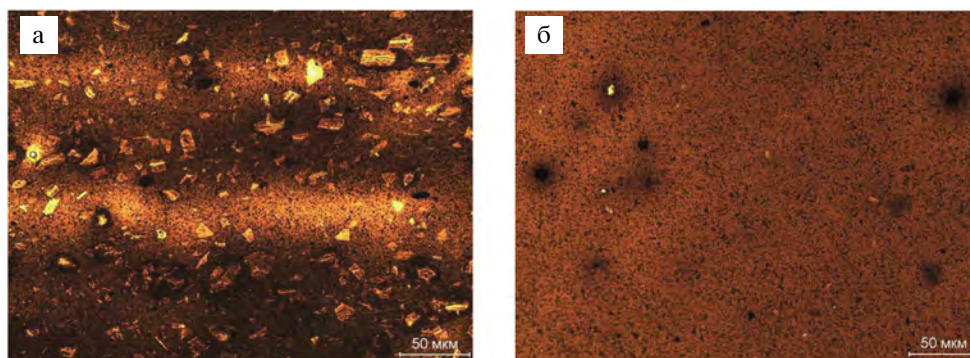


Рис. 40. Микрофотографии в проходящем свете расплавленного каменноугольного пека с лигнином до (а) и после (б) термообработки

творимых продуктов (рис. 40) (**Институт органического синтеза УрО РАН**).

**40. Химические аспекты энергетики: фундаментальные исследования в области создания новых химических источников тока, разработки технологий получения топлив из ненефтяного и возобновляемого сырья, высокоэнергетических веществ и материалов.**

Исследована электрохимическая активность катодных материалов для разогревных химических источников тока (РХИТ) на базе хлоридов никеля, хрома и меди и оксидов переходных металлов. Разработаны, изготовлены и испытаны батареи РХИТ нового поколения со следующими характеристиками: напряжение – 60 В, ток – 20 А, время работы – 120 с, масса – 850 г, габариты: Ø – 60 мм, высота – 150 мм. Две батареи переданы в РФЯЦ-ВНИИЭФ для решения вопроса об их производстве (**Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН**).

**41. Химические проблемы создания фармакологически активных веществ нового поколения.**

Синтезирован ряд новых азолоаннелированных *симм*-тетразинов (рис. 41). Выявлено, что имидазо[1,2-*b*][1,2,4,5]тетразины являются

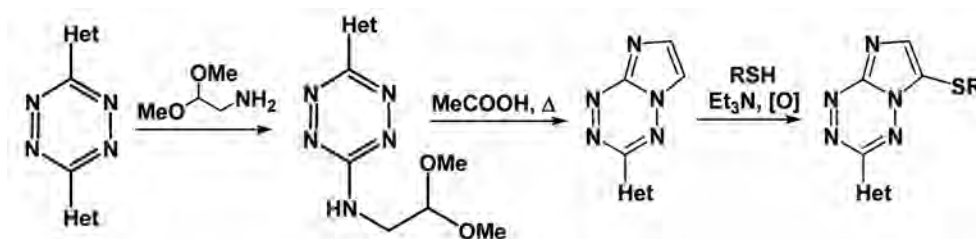


Рис. 41. Синтез азолоаннелированных *симм*-тетразинов

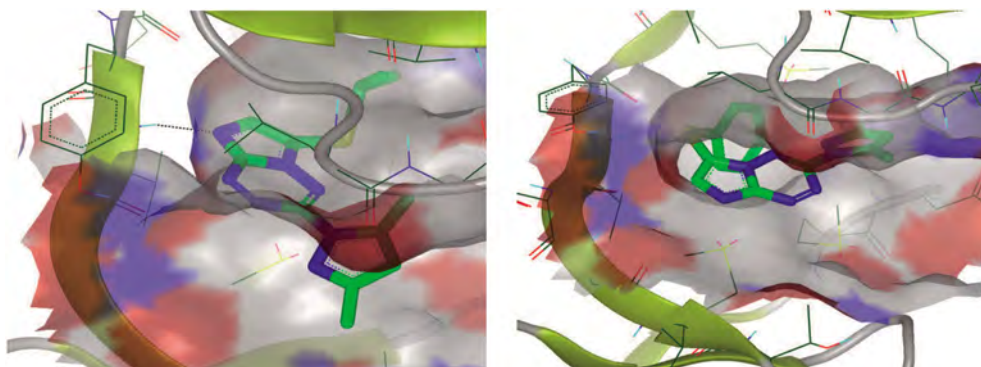


Рис. 42. Молекулярный докинг<sup>4</sup> имидазотетразинов с протеинкиназой PknB *M. tuberculosis*

ингибиторами серинтреониновых протеинкиназ *Mycobacterium tuberculosis* (рис. 42) и могут рассматриваться как перспективные противотуберкулезные средства с новым механизмом действия (**Институт органического синтеза УрО РАН**).

---

<sup>4</sup> Докинг – встраивание молекулы в фермент по данным компьютерного моделирования.

### 42. Биология развития и эволюция живых систем.

На основе изучения встречаемости аномальных анатомических образований в древесных кольцах лиственницы и ели построена реконструкция температурных экстремумов (заморозков, многодневных резких снижений температуры в течение лета) на Ямале за последние 4100 лет – самая длительная для территории Евразии (рис. 43). Полученные данные могут быть использованы для реконструкции экстремальных событий в прошлом.

С использованием палеонтологического и неонтологического подходов проведен ареалогический анализ фауны полевок и жуков Урала и Западной Сибири, позволивший установить источники формирования современной фауны данных регионов и выявить зоогеографические связи в пределах европейских и азиатских секторов Северной Палеарктики. Результаты могут быть востребованы для реконструкции динамики биомов и восполнения пробелов в истории наземной фауны (**Институт экологии растений и животных УрО РАН**).

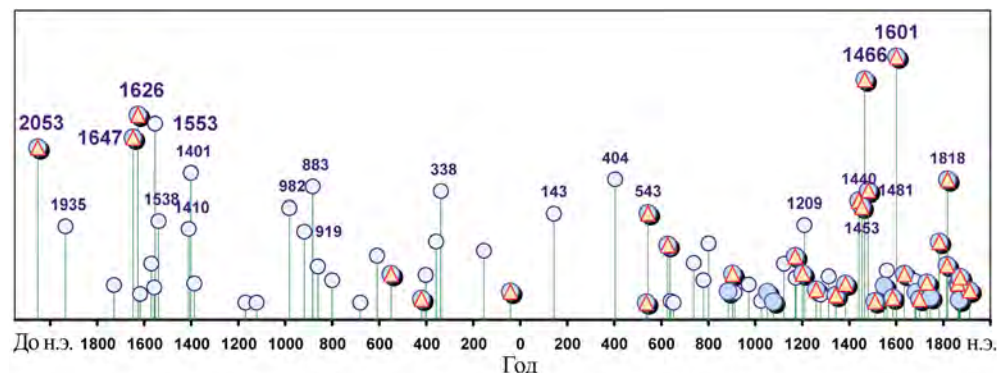


Рис. 43. Реконструкция экстремальных снижений температуры воздуха в течение лета на Ямале (показаны только наиболее значительные экстремумы). Более темным цветом обозначены годы, когда экстремумы выявлены и для других районов Земли. Треугольники указывают на годы, когда экстремум был вызван крупным извержением вулкана

### 43. Экология организмов и сообществ.

Показана значимость естественных регуляторов и антропогенных воздействий в формировании структуры сообществ на примере копытных юга Дальнего Востока и Среднего Урала. Структура сообществ копытных определяется преимущественно степенью и характером антропогенной трансформации местообитаний, а скорость преобразований в таких сообществах более высокая и несопоставима с аналогичными процессами в относительно слабонарушенных экосистемах.

Установлено, что обилие симбиотических связей растений с микоризными грибами в ходе прогрессивного развития фитоценозов возрастает. На начальных этапах первичных и вторичных сукцессий преобладают немикотрофные и факультативно микотрофные виды, а на промежуточных и заключительных этапах – облигатно микотрофные (рис. 44). У видов растений, присутствующих в фитоценозах на всех этапах, активность взаимодействия с микоризными грибами увеличивается от пионерных стадий сукцессии к завершающим. Исследования служат основой для понимания закономерностей сукцессионной динамики фитоценозов.

Издана монография «Видовые особенности популяционных и биоценотических реакций кровососущих комаров» (Л.С. Некрасова, Ю.Л. Вигоров), обобщающая данные о разнообразии реакций комаров на биотические и абиотические условия в лесных, лесостепных и степных экосистемах Урала.

Для сеголеток трех видов амфибий рода *Rana* описаны спектры скелетных аномалий, выявлены закономерности изменения частоты их встречаемости в градиенте урбанизации. Показано, что различия в

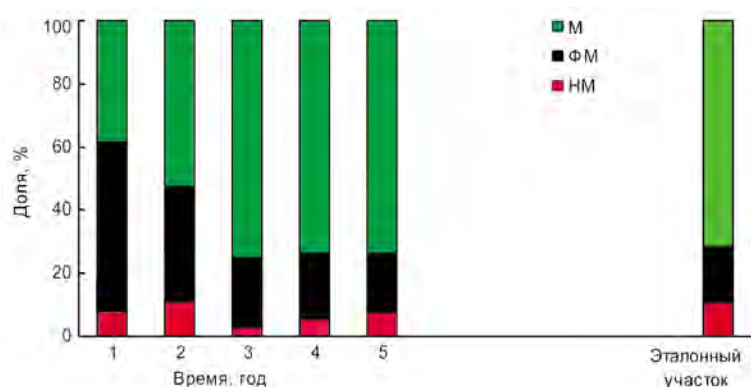


Рис. 44. Изменение доли видов разного микотрофного статуса в ходе вторичной сукцессии восстановления степного фитоценоза в Башкирском степном Зауралье.

Виды растений: НМ – немикотрофные, ФМ – факультативно микотрофные, М – облигатно микотрофные

выживаемости, определяемые особенностями репродуктивной стратегии каждого из видов, оказывают влияние на спектр и частоту девиантных форм скелета амфибий в природных популяциях (**Институт экологии растений и животных УрО РАН**).

Получены новые данные о закономерностях формирования и профильного распределения гумусовых веществ и низкомолекулярных органических соединений (полиаренов, фенолов, н-алканов, спиртов, углеводов, низкомолекулярных органических кислот) в почвах Субарктики. Нарастание увлажнения в ряду тундровых почв обуславливает упрощение структуры макромолекул гумусовых веществ (возрастание доли алифатических фрагментов), изменение их парамагнитных свойств, повышение массовой доли липидов и полиаренов в почвах. Выявление природных закономерностей почв – необходимая основа для разработки эффективных решений проблем природовосстановления в условиях промышленного освоения Севера.

Установлен баланс углерода в спелом среднетаежном чернично-сфагновом сосняке на болотно-подзолистых почвах (рис. 45). Данные сообщества за год депонируют углерода в 1,4 раза больше, чем старовозрастные чернично-сфагновые ельники (годовая продукция угле-

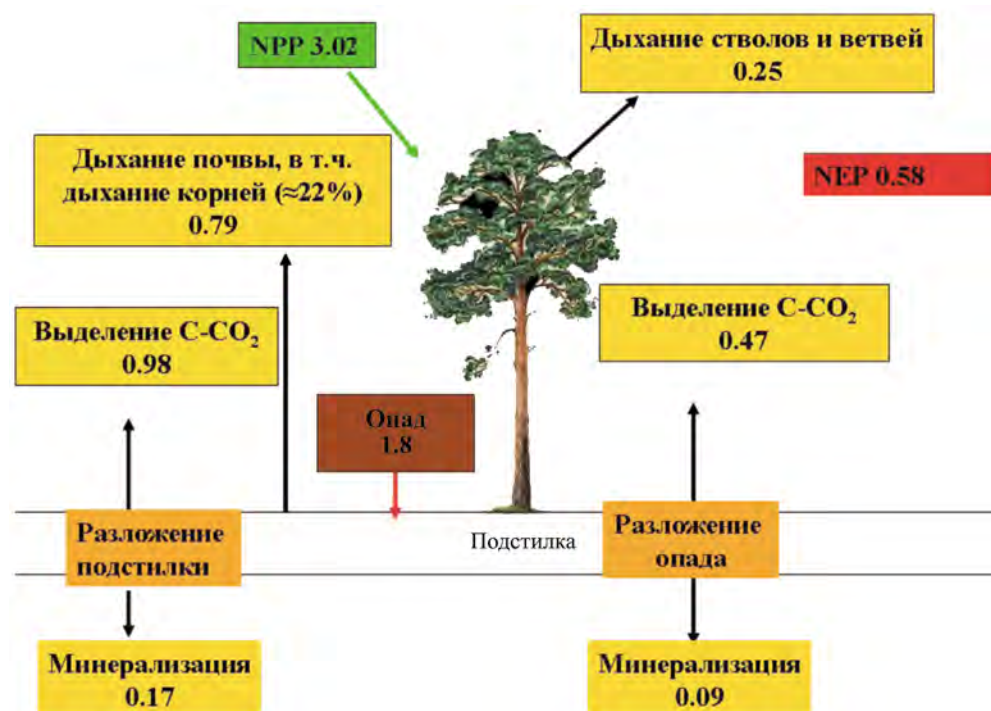


Рис. 45. Годичный бюджет углерода в экосистеме спелого сосняка чернично-сфагнового, т C · га<sup>-1</sup>

рода органических соединений – NEP – составляет  $0,58 \text{ т·га}^{-1}$ ). Полученные результаты необходимы для оценки вклада хвойных лесов Европейского Северо-Востока в глобальный баланс углерода на планете и построения моделей изменения климата (**Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**).

Экспериментально выявлен феномен микробного распознавания «свой – чужой» на основе оппозитных (усиление/подавление) взаимодействий на ростовые и персистентные свойства пары микросимбионтов («доминант – ассоциант») в условиях микросимбиоза. Разработанный алгоритм микробного распознавания позволяет осуществить как межвидовую, так и внутривидовую дифференцировку «своих» и «чужих» микроорганизмов в микросимбиозе кишечника человека (рис. 46) (**Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН**).

Предложен комплекс методов биоиндикации и оценки состояния северотаежных экосистем в условиях хронического атмосферного загрязнения на основе результатов изучения внутривидовой изменчивости хвойных. Установлена адаптивная роль изменчивости биохимических параметров листового аппарата сосны (*Pinus sylvestris* L.) и ели (*Picea obovata* Ledeb. × *P. abies* (L.) Karst.) (на организменном уровне) и морфоструктуры разных форм сосны (на групповом уровне) (**Институт экологических проблем Севера УрО РАН**).

Исследованы трофические и пространственные взаимоотношения лесной куницы (*Martes martes*) и американской норки (*Neovison vison*) на горных реках Южного Урала. Установлено, что разделение ресурсов между американской норкой и лесной куницей достигается за счет пространственной разобщенности – вертикального разделения русла рек и ручьев и использования куницей верхних ярусов леса. В критические периоды, когда численность мышевидных грызунов очень низкая, между норкой и лесной куницей возникает конкуренция за пищевые ресурсы (**Ильменский государственный заповедник УрО РАН**).



Рис. 46. Алгоритм микробного определения «свой–чужой» в паре «доминант–ассоциант»

#### 44. Биологическое разнообразие.

Издана монография «Воспроизводство налима нижней Оби» (В.Д. Богданов, А.П. Копориков), описывающая особенности воспроизводства налима в соровой системе Нижней Оби, важные для развития системы искусственного воспроизводства ценных видов рыб.

Монографически обобщены материалы о распространении, экологии и кормовых связях 659 видов высших чешуекрылых (*Macrolepidoptera*) в зональных пустынях и южных степях Западного Казахстана.

В монографии «Принципы организации населения птиц северных широт: взгляд в динамике» (М.Г. Головатин) представлены результаты 30-летнего изучения дифференциации видового состава и пространственного распределения воробьиных птиц, характера и масштабов долгосрочных изменений орнитофауны, формы сосуществования близких видов на севере Западной Сибири и Полярном Урале. Данные могут служить основой для прогнозирования динамики природных комплексов Субарктики.

Проведен сравнительный анализ метрических и неметрических вариаций черепа соболя из автохтонных популяций и группировок, возникших в результате акклиматизации. Установлено, что акклиматизанты за 40 лет после интродукции приобрели фенотипические отличия как от автохтонных соболей, обитающих с ними в сходных условиях, так и от прибайкальских, имеющих с ними общее происхождение (**Институт экологии растений и животных УрО РАН**).

Обобщены данные о лишенобиоте Республики Коми, которая насчитывает 1128 таксонов (включая подвиды и варитеты) лишайников, ассоциированных с ними грибов и лишенофильных грибов из 81 семейства и 269 родов. Систематическая структура биоты типична для умеренной зоны Северного полушария. Набор наиболее разнообразных по числу видов семейств и родов указывает на ее горно-бореальные черты.

В монографии «Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития» сформулированы предложения, направленные на оптимизацию региональной сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ), совершенствование принципов охраны и управления ее звеньями, предложены критерии природоохранной эффективности системы ООПТ. Составлены программа и план действий по её развитию. Определены индикаторы и механизмы мониторинга и корректировки программы (рис. 47). Материалы, представленные в монографии, вносят значительный вклад в организацию природоохранной работы в регионе.

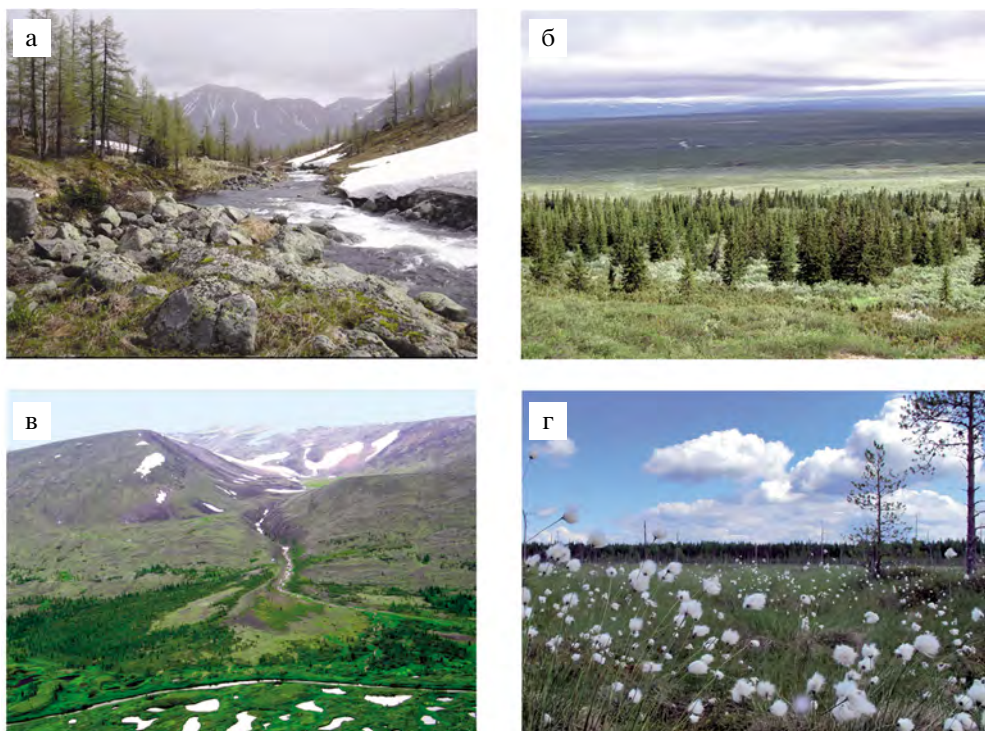


Рис. 47. Особо охраняемые природные территории Республики Коми:  
 а – национальный парк «Югыд ва», верховья р. Малый Паток, б – лесной заказник «Енганэпэ», в – комплексный заказник «Хребтовый», г – болотный заказник «Мартюшевский»

Обобщены все имеющиеся к настоящему времени данные о биоте дереворазрушающих грибов – афиллофороидных макромикетов Приполярного Урала, включающей 155 видов из 84 родов, 41 семейства и 20 порядков. Дана характеристика таксономической и географической структуры биоты, ядро которой составляют широко распространенные в бореальной зоне Голарктики виды. Большинство зарегистрированных видов – ксилотрофы, отличающиеся широкой специализацией по отношению к группам видов деревьев (**Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**).

Изучены ареалы, морфологическая и генетическая структура 13 видов рода пальчатокоренник (*Dactylorhiza*) и двух видов рода ярытник (*Orchis*) семейства орхидных в 88 популяционных выборках на территории России. Установлена генетическая обособленность пальчатокоренников Руссова (*D. russowii*), Траунштейнера (*D. traunsteineri*) и жёлто-белого (*D. ochroleuca*), выявлены генетические различия восточносибирских и западных частей ареала пальчатокоренника яркокрасного (*D. incarnate*). На примере последнего вида отмечена роль «эффекта основателя» в формировании генетической струк-



Рис. 48. Представители семейства Орхидные:  
 а – пальчатокоренник Руссова (*Dactylorhiza russowii*), б – пальчатокоренник желтовато-белый (*Dactylorhiza ochroleuca*), в – ятрышник шлемоносный (*Orchis militaris*)

туры популяций. Показаны четкие генетические различия ятрышника шлемоносного (*O. militaris*) и обезьяньего (*O. simian*), выявлены генетические различия кавказских популяций *O. militaris* (рис. 48).

В итоге аллозимного анализа 143 популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в 18 филогеографических регионах на сети трансект, пересекающих весь ареал вида, установлено, что внутривидовая дифференциация тесно связана с географической широтой и в южных регионах с островным ареалом в 7–8 раз больше, чем в северной «ледниковой» зоне. Выявлено три плейстоценовых рефугиума вида – на Балканах, Южном Урале и в Северной Монголии.



Рис. 49. Виды, описанные М.С. Князевым и П.В. Куликовым:  
 а – астрагал заячий (*Astragalus lagobromus* Knjasev et Kulikov), б – копеечник Смирнова (*Hedysarum smirnovii* Knjasev), в – бурачок Литвинова (*Alyssum litwinowii* Knjasev)

На основе оригинальной геносистематической шкалы в структуре вида выделены один подвид, пять географических рас и девять географических групп.

Издана монография «Лекарственные и пряно-ароматические растения в условиях интродукции на Среднем Урале» (Е.С. Васфилова, Т.А. Воробьёва), обобщающая результаты интродукции лекарственных и пряно-ароматических растений в условиях Среднего Урала. Приведены сведения об особенностях семенного и вегетативного размножения 410 видов, феноритмике, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, зимостойкости в условиях первичной интродукции.

В результате флористических исследований на Урале описано четыре новых вида: астрагал заячий (*Astragalus lagobromus* Knjasev et Kulikov), копеечник Смирнова (*Hedysarum smirnovii* Knjasev), бурачок Литвинова (*Alyssum litwinowii* Knjasev), копеечник Шелля (*Hedysarum schellianum* Knjasev) (рис. 49) (**Ботанический сад УрО РАН**).

В результате исследования разнообразия бактерий ризосферы растений, произрастающих в районе складирования отходов промышлен-

ных разработок Верхнекамского месторождения солей (Пермский край) выявлено, что значительный массив граммотрицательных прокариот представлен галофильными бактериями семейства Halomonadaceae (роды *Kushneria*, *Halomonas*, *Salinicola*), а также галотолерантными бактериями классов Gammaproteobacteria, Alphaproteobacteria, Flavobacteria. Обнаружены спорообразующие бактерии (порядок Bacillales) и актинобактерии порядка Actinomycetales. Выделенные в культуру галофильные и галотолерантные бактерии перспективны для использования в биотехнологических целях (**Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН**).

В монографии «Биология и экология энтерококков» (О.В. Бухарин, А.В. Вальшев) обобщены материалы по биологическому разнообразию бактерий рода *Enterococcus*, изложена общая характеристика энтерококков, представлены современные данные по таксономии и номенклатуре и их экологии (**Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН**).

Опубликован список видового разнообразия отряда насекомых – жуков, включающий 1412 видов из 84 семейств для территории Западной Сибири. Проведенные исследования создают предпосылки для ведения мониторинга видового разнообразия в естественных и антропогенно-модифицированных сообществах Западной Сибири, выявления природных комплексов, подлежащих охране (**Тобольская комплексная научная станция УрО РАН**).

Проведена инвентаризация видового разнообразия афиллофоровых грибов государственного заповедника «Пинежский». Для данной территории идентифицировано 284 вида, изучены экологическая, трофическая и ценотическая структуры, выявлены эколого-географические связи (формационная приуроченность, эколого-ценотические комплексы, географические связи) (**Институт экологических проблем Севера УрО РАН**).

Выявлены пять новых для фауны России и Урала видов турбеллярий (*Turbellaria*, *Rhabdocoela*) семейства Dalyelliidae: *Gieysztoria foreli* (Hofsten 1911), *G. infundibuliformis* (Fuhrmann 1894), *G. lugubris* (Reisinger 1924), *G. ornata* (Hofsten 1907), *Microdalyellia brevispina* (Hofsten 1907), *M. ohlsoni* Luther 1955. Уточнены видовые диагнозы, приведены новые данные по биологии и ареалам обнаруженных видов. Установлено, что их ареалы являются не дизъюнктивными европейско-азиатскими, а палеарктическими (**Ильменский государственный заповедник**).

#### **46. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов.**

Показано, что действие антибиотиков сопровождается формированием окислительного стресса у микроорганизмов, который индуцирует защитную реакцию в виде усиленного синтеза и накопле-

ния полиаминов – нормальных продуктов обмена клеток. Поликатинная природа полиаминов, обладающих антиоксидантными свойствами, обуславливает их избирательное взаимодействие с основными биополимерами микробной клетки – ДНК и белками, что существенно снижает их повреждение и повышает выживаемость микроорганизмов в присутствии антибиотиков. Ингибитор ключевого фермента синтеза полиаминов, вызывающий снижение их клеточной концентрации, приводит к усилению окислительного стресса и гибели клеток от антибиотиков. Описанный феномен предлагается использовать при разработке технологий повышения эффективности антибиотиков (**Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН**).

Выявлена способность пектин-белкового комплекса, выделенного из капусты белокочанной, связывать и увеличивать активность микробной  $\beta$ -глюкуронидазы. Полученные данные свидетельствуют о том, что при употреблении в пищу капусты происходит ускоренное выведение  $\beta$ -глюкуронидазы и эстрогенов из кишечника, что снижает риск развития гормонзависимых опухолей (**Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН**).

#### **48. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, онкогенеза и иммунитета.**

Показано, что клетки иммунной системы (макрофаги, тучные клетки, лимфоциты) регулируют регенерацию кроветворной ткани и печени через функциональную активность стволовых клеток (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН**).

В экспериментах по сравнительному изучению физиологических эффектов различных форм композитных частиц, состоящих из металлического (железного) ядра и углеродной оболочки – Fe@C, установлено, что их влияние на организм зависит от веществ, используемых для их стабилизации. Так, для частиц, стабилизированных лецитином (липосомальная форма), отмечена их кратковременная циркуляция в периферической крови, быстрое накопление в органах (легких, печени, селезенке и сердце). Частицы, стабилизированные ПЭГ-стеарт\_6000 (мицелярная форма), накапливаются в печени и выводятся через желудочно-кишечный тракт. При накоплении их в органах и выведении из организма ведущее место занимают клетки иммунной системы. Установленный феномен предлагается использовать для разработки препаратов направленной доставки диагностических и лечебных препаратов (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН совместно с Институтом физики металлов УрО РАН**).

Изучены *in vivo* физиологические эффекты 35 лекарственных препаратов нового поколения рентгеноконтрастных субстанций

(РКС) – твердых растворов, методика синтеза которых разработана в ИХТТ УрО РАН. Показана их высокая рентгеноконтрастность и безопасность применения в эксперименте на животных. На основании этого, полученные РКС будут рекомендованы (после получения разрешения Федерального государственного учреждения «Научный центр экспертизы средств медицинского применения Росздравнадзора») к клиническим испытаниям в практическом здравоохранении (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН совместно с Институтом химии твердого тела УрО РАН**).

Установлено, что пектиновые полисахариды характеризуются полипотентностью и в зависимости от структуры проявляют различную физиологическую активность: наличие разветвлений обуславливает иммуномодулирующее действие, а главная углеводная цепь галактуронана определяет противовоспалительную активность вне зависимости от источника выделения. Определено строение алиумана, пектина лука *Allium sera* и показано, что его антиоксидантная активность обусловлена остатками галактозы в боковых углеводных цепях макромолекулы.

Определен набор моноклональных антител, обеспечивающий наибольшую чувствительность выбранного варианта метода выявления возбудителя псевдотуберкулеза с помощью иммуноферментного анализа (**Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН**).

Показано, что повышение содержания цитокинов IL1 $\alpha$ , IL6, TNF $\alpha$  у пожилых здоровых людей ассоциировано с содержанием дофамина, кортизола и инсулина. Увеличение концентраций раково-эмбрионального антигена в крови с возрастом обуславливает активизацию В-лимфоцитов и синтеза IgE, повышение концентраций в периферической крови моноцитов, Т-хелперов, цитотоксических клеток CD8+, натуральных киллеров CD16+ и провоспалительного цитокина IL-10. Наличие нейрофизиологических дисфункций в пожилом возрасте связано с дефицитом серотонина и дисбалансом провоспалительных и противовоспалительных цитокинов. Обосновано применение полисахаридов ламинарии (дополан и суполан) и сорбентов (соли альгиновой кислоты ламинарии) в комплексе иммунокоррекции для лиц пожилого возраста.

Выявлено, что при сахарном диабете нарушается регуляция импактико-адреналовой системой во взаимосвязи с серотонином, которые обеспечивают срочную интегрированную перестройку с влиянием на биоэлектрическую активность мозга и кровообращение, с активизацией липаз и повышением атерогенных фракций липидов, активности иммунокомпетентных клеток и концентраций провоспалительных цитокинов. Высокие концентрации экскреции адреналина ассоциированы с риском развития дислипидемических состояний и накопления



Рис. 50. Механизмы транспорта липидов и инициации первично-деструктивной реакции воспаления

конечных продуктов перекисного окисления липидов. Специфическое связывание инсулина с антителами, предохраняет гормон от преждевременной протеолитической деградации (рис. 50) (**Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН**).

Определено влияние кассипептина – гормона репродуктивной системы, иммуномодулирующая активность которого еще не изучалась, на фагоцитарную и окислительную активность моноцитов женщин. Показано, что гормон в концентрациях, соответствующих его уровню в период беременности, способен угнетать фагоцитарную активность и снижать генерацию активных форм кислорода моноцитами, выделенными из крови женщин репродуктивного возраста (**Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН**).

#### 49. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий.

В экспериментальных моделях токсического гепатита, вызванного введением ядов тетрахлорметана (CCL<sub>4</sub>) и полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ), проведено иммунофенотипирование иммунокомпетентных клеток и выявлена их роль в регенерации пе-

чени. Количество ранних предшественников лейкоцитов – CD45-позитивных клеток при отравлении  $CCl_4$  резко увеличивается периваскулярно и в паренхиме печени, что соответствует экссудативной фазе воспаления. При введении ПГМГ признаки лейкодиapedеза незначительны, что отражает отсутствие прямого действия яда на гепатоциты. Количество Т- и В-лимфоцитов меняется незначительно, число синусоидальных клеток возрастает с усилением пролиферативных процессов, что подтверждает ведущую роль этих клеток в регуляции регенерации. Полученные данные позволяют разработать новые методы терапии при токсическом повреждении печени (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН**).

#### **50. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика.**

Построена биофизически обоснованная модель, описывающая автоколебательный режим динамики внутриклеточного кальция в клетках водителей сердечного ритма (кальциевые «часы»). Выявлены основные режимы функционирования кальциевых часов: статическое равновесие, релаксационные осцилляции, гармонические высокочастотные осцилляции, динамическое квазиравновесие и равновесие. Модель позволяет не только выяснить молекулярно-клеточные механизмы регуляции периодических возбуждений в клетках синусного узла, но и понять природу возникновения спонтанной активности в кардиомиоцитах рабочего миокарда, способной вызывать аритмии (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН совместно с Уральским федеральным университетом**).

Установлено, что в ответ на действие ионизирующего излучения в малых дозах у дрозофилы (*Drosophila melanogaster*) происходит увеличение уровней активности генов (Sod2, Hsp70, PARP-1, Hid, Gadd45), участвующих в защите от окислительного стресса, репарации белков и ДНК, а также в запрограммированной гибели клеток (апоптозе) (рис. 51). Полученные результаты вносят вклад в понимание механизмов регулирования продолжительности жизни (**Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**).

Выявлены общие закономерности аллозимного полиморфизма хронически облучаемых ценопопуляций, которые проявляются в смене доминирования аллелей, увеличении вклада редких аллелей, элиминации некоторых аллелей и возникновении нетипичных форм ферментов на основе многолетнего изучения популяций травянистых растений в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа. Полученные данные предлагаются для использования при биоиндикации радиоактивно загрязненных экосистем и оценки экологического риска (**Институт экологии растений и животных УрО РАН**).

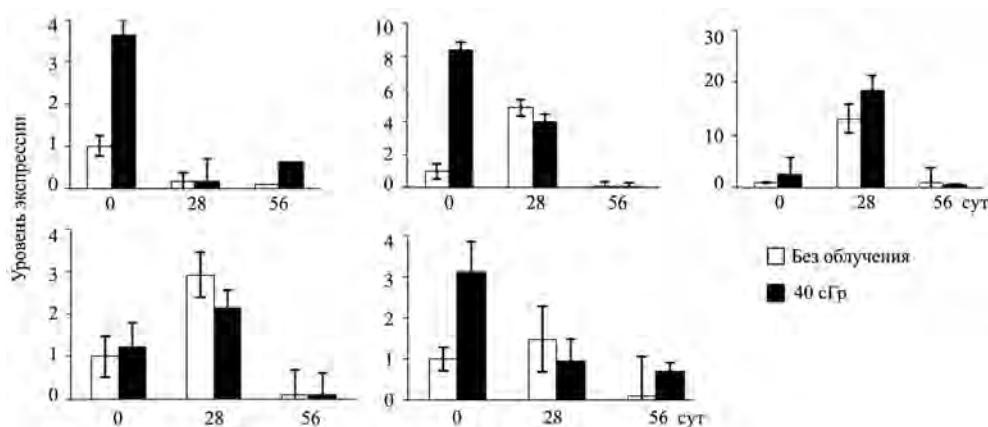


Рис. 51. Возрастная динамика изменения экспрессии генов *Sod2*, *Hsp70*, *Gadd45*, *PARP-1* и *Hid* у самок (/ /) *Drosophila melanogaster* линии дикого типа *Canton-S* после хронического воздействия  $\gamma$ -излучения (40 сГр)

## 51. Биотехнология.

Изучено влияние водорастворимых производных целлюлозы, инулина и хитозана, содержащих ионогенные сульфатные, карбоксильные, аминогруппы и гидрофобные оксиэтильные группы, на активность целлюлолитических и амилалитических ферментов. Показано, что ферментингибирующая способность полисахарида зависит от его химической природы, количества как ионогенных, так и оксиэтильных фрагментов в структуре молекулы полимера. Практическое использование результатов исследований перспективно для оптимизации процессов микробиологического синтеза целлюлолитических и амилалитических ферментов, а также для создания новых физиологически активных полимеров (**Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**).

Выделен из техногенно-минеральных образований шламохранилища предприятия БКРУ1 ОАО «Уралкалий» (г. Березники, Пермский край) бактериальный штамм КТ112-7, идентифицированный как *Rhodococcus wratislaviensis*, способный к росту на различных ароматических углеводородах и продуктах их разложения при высокой солености среды (до 8% NaCl). Штамм перспективен для использования в биотехнологиях очистки окружающей среды от токсичных соединений.

Предложен и исследован бактериальный консорциум, состоящий из штаммов-деструкторов полихлорбифенилов *Rhodococcus* sp. В7а и *Rhodococcus* sp. G12а, эффективно разлагающий (три-гекса)-хлорбифенилы (в том числе, устойчивые к деструкции). Двухкомпонентный консорциум предлагается использовать как основу для разработки биопрепаратов, направленных на ремедиацию ПХБ-загрязненных почв.

Разработаны эффективные катализаторы процессов направленной биотрансформации полициклических изопреноидов (в частности бета-ситостерина) и арилалкильных сульфидов (в частности тиаоанизола) в целях получения фармакологически перспективных средств (Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН).

## 52. Физиология нервной и висцеральной систем, клиническая физиология.

Установлено, что градиент длительности реполяризации на поверхности желудочков сердца кроликов меняется на противоположный при экспериментальном сахарном диабете в течение месяца. Поскольку данный эффект устраняется кардиоселективным  $\beta$ -адреноблокатором эсмололом, сделан вывод о том, что в основе срочных электрофизиологических изменений в желудочках сердца при сахарном диабете лежит симпатическая нейропатия (рис. 52, 53) (Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН).

В результате анализа экспериментальных данных по вязкоупругому гистерезису изолированных папиллярных мышц крысы показано, что при удалении кардиомиоцитов уменьшаются их жесткость и вязкость, а также (примерно в 2 раза), площадь петли гистерезиса в цикле «растяжение – укорочение» мышц при исследованных режимах нагрузки. Это свидетельствует о том, что ~50% потерь энергии в тепло в цикле «растяжение – сжатие» приходится на соединительнотканый каркас мышцы. Предложена структурно-функциональная модель, которая адекватно воспроизводит экспериментальные данные по вязкоупругому гистерезису папиллярных мышц при различных режимах нагрузки. Разработка таких моделей необходима для выявления основных принципов связи морфологии и биомеханических свойств биологических тканей (Институт иммунологии и физиологии УрО РАН).

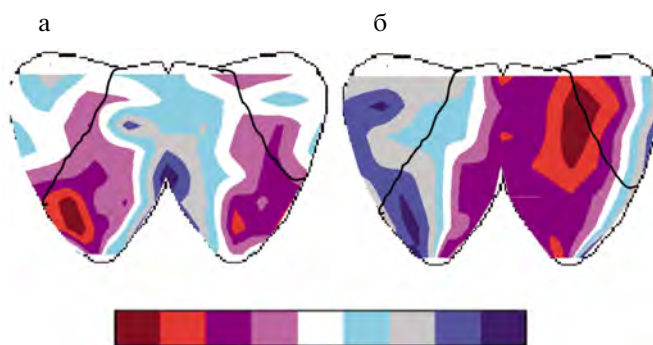


Рис. 52. Хронотопографическая карта распределения длительностей реполяризации в контрольной группе (а) и у животных с сахарным диабетом (б)

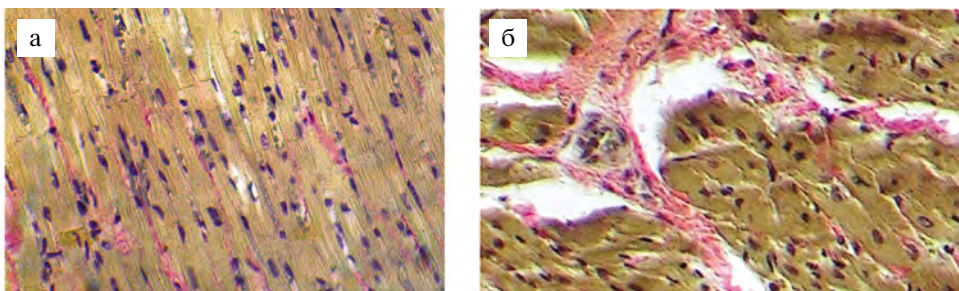


Рис. 53. Гистологические срезы миокарда желудочков кроликов контрольной (а) и опытной (б) групп

Степень активированности реакции иммунной системы у молодых лиц, приехавших учиться в вузы г. Архангельска, зависит от климато-экологического положения прежнего места жительства и более выражена у студентов из северных районов Северо-Западного региона РФ. У студентов старших курсов из северных районов, по сравнению с южными, наиболее часто регистрируются дефициты Т-клеточных субпопуляций и IgA в сочетании с повышенными уровнями цитотоксических клеток, клеток с рецепторами HLA-DR (II), IgM и IgG независимо от пола, что формирует высокую вероятность заболеваемости (рис. 54) (Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН).

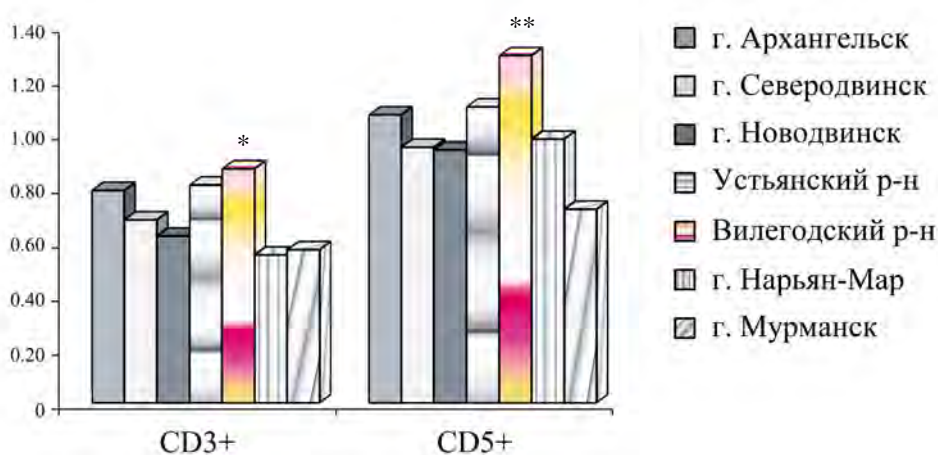


Рис. 54. Средние показатели клеток с антигенным маркером CD3+ и CD5+ у студентов старших курсов вузов г. Архангельска ( $n = 188$ ; \*  $p < 0,05$ , уровень статистической значимости показан у студентов из Вилегодского района, г. Нарьян-Мара и г. Мурманска; \*\*  $p < 0,01$ , уровень статистической значимости показан у студентов из Вилегодского района и г. Мурманска)

### 53. Эволюционная, экологическая физиология, системы жизнеобеспечения и защиты человека.

Установлено, что переносимость острой нормобарической гипоксии у человека может прогнозироваться оценкой показателей метаболитов оксида азота (рис. 55). Результаты исследования предлагается использовать при разработке методики отбора устойчивых к гипоксии лиц при работе в экстремальных условиях (подводный флот, авиация, МЧС) (Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН).

Проведена оценка субпопуляций Т-лимфоцитов (Th1, Tc1, Th2, Tc2 Th17, Tnc17) у детей различных возрастных групп и взрослых. Результаты исследования показали, что на 7–12-м месяце жизни у ребенка наблюдается преимущественная поляризация дифференцировки Т-лимфоцитов по пути Th2. В подростковой группе (15–18 лет) на фоне снижения Th2-субпопуляции наблюдается тенденция к нарастанию IL17А-позитивных лимфоцитов. У взрослых людей (25–45 лет) содержание Th1-субпопуляции преобладает над Th2-лимфоцитами. Определен уровень интерферона IFN $\gamma$ +, интерлейкинов IL4+ или IL17А+позитивных Т-лимфоцитов, отражающий в целом антиген-опосредованную дифференцировку Т-лимфоцитов, а следовательно, зрелость иммунной системы.

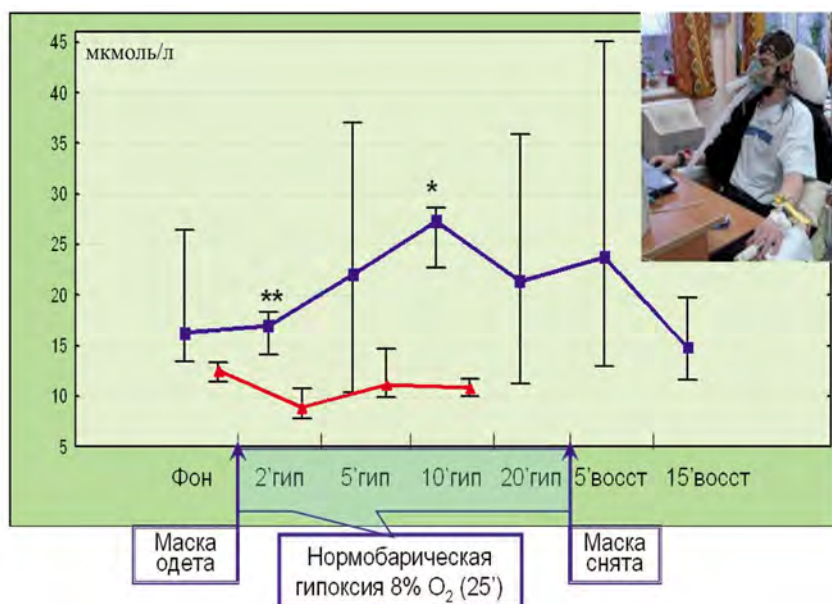


Рис. 55. Показатели суммы метаболитов оксида азота у добровольцев, успешно выполнивших (синий цвет) тест ГГС8 – вдыхание 8%O<sub>2</sub> в азоте – и досрочно прервавших тест (красный)

Установлена роль иммунологических механизмов в развитии прогрессирующего деструктивного процесса в головном мозге у детей при атипичном течении первичного (врожденного) иммунодефицита Х-сцепленной агаммаглобулинемии (ХЛА). Полученные иммуноморфологические данные свидетельствуют о продуктивном менингоэнцефалите, цитотоксической аутоагрессии головного мозга с участием CD8+-лимфоцитов и повышенном апоптозе клеток (**Институт иммунологии и физиологии УрО РАН**).

У кочующих коренных жителей Заполярья относительно оседлых выявлены дисбаланс в содержании аполипопротеинов (апоА, апоВ) в сторону повышения апоВ и величины соотношения апоВ/апоА и выраженный дефицит витамина Е, которые сопровождаются активацией синтеза триглицеридов, общего холестерина, нарушением соотношения свободного и этерифицированного холестерина в сторону увеличения этерифицированного и конечных продуктов перекисного окисления липидов, что формирует ранее не свойственные для них факторы риска развития дислипидемических процессов. Указанная закономерность усугубляется с возрастом.

Показаны этапы адаптационных реакций со стороны эндокринной системы у жителей Европейского Севера при нарастании отрицательных температур и влажности воздуха. Соотношение уровней гормонов щитовидной железы Т4, Т3 и тестостерона в крови может служить критерием стадий адаптационных реакций мужского населения при нарастании экстремальности климатопогодных факторов Европейского Севера (**Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН**).

При исследовании последовательности деполяризации, архитектоники проводящих и мышечных волокон желудочков сердца свиней выявлены крупные многочисленные волокна Пуркинье и транзитные клетки между проводящими и мышечными волокнами в областях ранней деполяризации, незначительное количество проводящих волокон маленького диаметра и отсутствие транзитных клеток в областях поздней деполяризации. Неоднородность распределения волокон Пуркинье в миокарде желудочков обеспечивает многоочаговый характер распространения волны возбуждения.

Сопоставление последовательности деполяризации эпикарда предсердия с кардиоэлектрическим полем на поверхности тела у трески обыкновенной (*Gadus morhua*) показало, что формирование начальной области возбуждения предсердий отражается на поверхности тела до возникновения Р-волны на ЭКГ<sub>II</sub>. Движение экстремумов электрического поля сердца отражает изменение основного направления распространения волны возбуждения по предсердиям: перехода волны возбуждения с каудальной части предсердия в краиниальную по дорсальной стороне и с дорсальной стороны на вент-

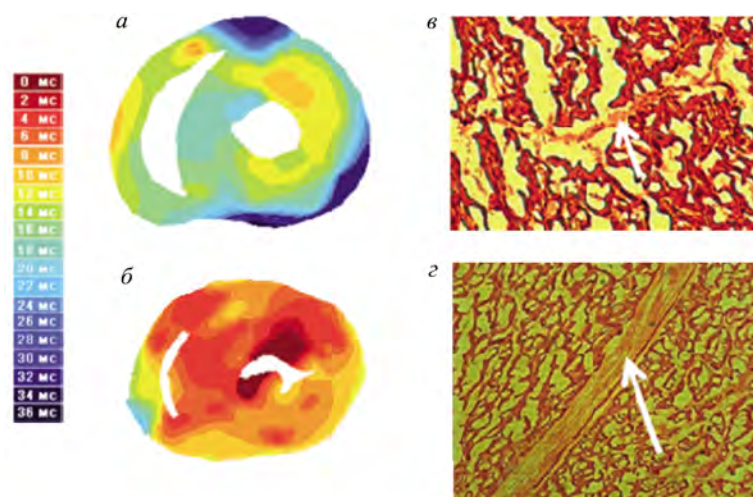


Рис. 56. Сопоставление хронотопографии деполяризации желудочков сердца сви-  
ньи с распределением терминалей проводящей системы:

*а* – распространение волны возбуждения в области основания желудочков (темным цветом окрашены зоны поздней деполяризации); *б* – распространение волны возбуждения в медиальной части желудочков (бордовым цветом окрашены зоны ранней деполяризации); *в* – морфология волокон Пуркинье (стрелка) в субэпикардальном слое дорсальной стороны основания свободной стенки левого желудочка – области поздней деполяризации,  $\times 150$ ; *г* – морфология волокон Пуркинье (стрелка) в субэндокардиальном слое свободной стенки левого желудочка на уровне основания задней папиллярной мышцы – области ранней деполяризации,  $\times 150$

ральную (рис. 56) (**Лаборатория сравнительной кардиологии Коми НЦ УрО РАН**).

Создана мазь, включающая комбинацию препаратов (ципрофлоксацин и окситоцин) на основе полиэтиленоксида и кремнийорганического глицерогидрогеля. Экспериментально доказана целесообразность совместного применения ципрофлоксацина с окситоцином и полиэтиленоксидом при лечении гнойных ран в I фазу раневого процесса, а во II и III фазы – комбинации ципрофлоксацина с окситоцином и кремнийорганическим глицерогидрогелем. Применение в клинической практике предлагаемых лекарственных прописей позволит расширить арсенал эффективных средств в хирургической инфекции мягких тканей.

Выявлено стимулирующее воздействие экзометаболитов мукозальных эпителиоцитов на рост аутоштаммов доминантной микрофлоры, определяющее формирование и поддержание стабильности вагинального микросимбиоза. В клинических условиях показано, что стимуляция ростовых свойств пробиотических штаммов мукозальными эпителиоцитами – необходимое условие эффективной терапии пробиотиками (**Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН**).

**54. Изучение строения и формирования основных типов геологических структур и геодинамических закономерностей вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли, фундаментальные проблемы осадочного породообразования, магматизма, метаморфизма и минералообразования.**

Систематизированы и разработаны морфологические признаки кристаллизации минералов в природных средах, даны морфологические признаки отличия распада твёрдых растворов от синтаксических сростков, рассмотрена морфологическая теория перекристаллизации, определены принципы онтогенической теории метасоматоза, созданы основы кристаллогенетического определителя минералов. Рассмотрено влияние формы кристаллов на технологические качества руд (рис. 57) (Институт минералогии УрО РАН).

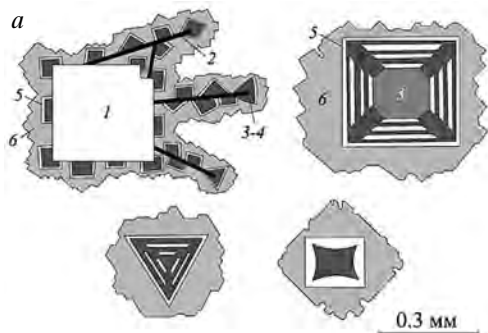
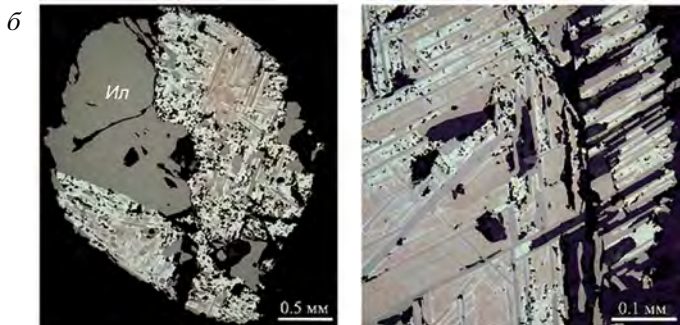
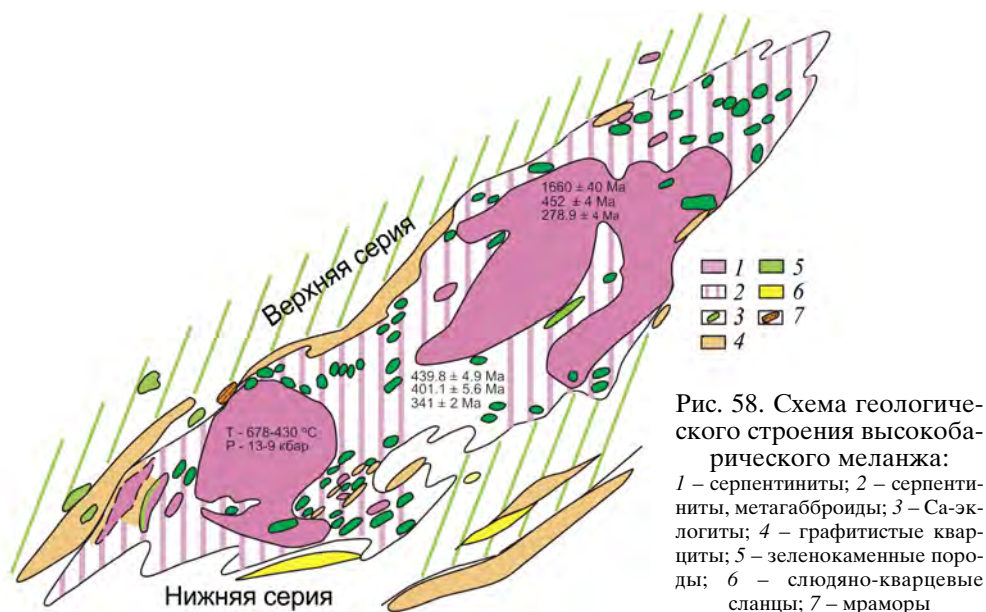


Рис. 57. *а* – Зонально-секториальные кристаллы бравойта – ваэсита – пирита: 1 – пирит-1, 2 – миллерит, 3 – бравойт, 4 – ваэсит, 5 – пирит-2, 6 – герсдорфит; *б* – Первичный ильменит (*Ил*) в сростке с зерном титаномагнетита с пластинками распадового ильменита и замещением магнетита гематитом, Медведёвское месторождение





Установлен новый минерал мариинскит – природный хромовый аналог хризоберилла ( $\text{BeCr}_2\text{O}_4$ ). Обнаружен в гидротермально-измененных хромититах Уральских изумрудных копей (Мариинское месторождение бериллия, Средний Урал), утвержден Международной минералогической ассоциацией 1 сентября 2011 г. (IMA № 2011-057) (Институт геологии и геохимии УрО РАН совместно с Минералогическим музеем им. А.Е. Ферсмана РАН).

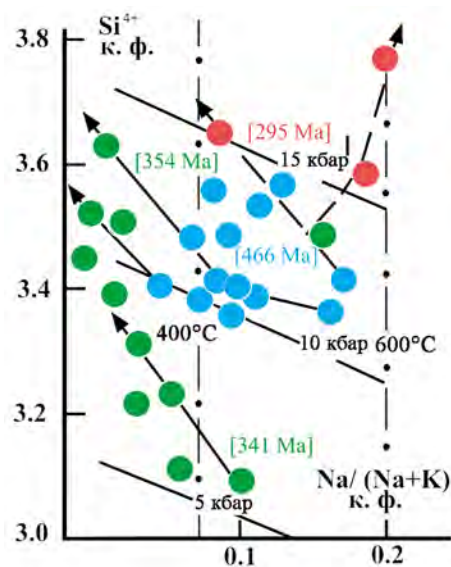


Рис. 59. Оценка времени и термодинамических условий образования слюды

В максютовском эклогит-глаукофансланцевом комплексе (Южный Урал) по данным определения возраста и термодинамических параметров условий образования и эволюции пород установлены структурная самостоятельность и глубинная природа зоны меланжа, разделяющего нижнюю и верхнюю серии комплекса (рис. 58). Показана полихронность процесса фенгитизации ультравысокобарических и высокобарических пород (рис. 59). Полученные данные важны для расшифровки структуры

метаморфических комплексов, построения стратиграфических схем и прогнозных оценок при поисках месторождений (**Ильменский государственный заповедник УрО РАН совместно с Институтом геологии и геохимии УрО РАН**).

**55. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии.**

Завершено обоснование нижней границы кунгурского яруса Международной стратиграфической шкалы. В качестве эталонного предложен разрез на р. Юрюзань (Башкортостан). Интервал перехода от артинского к кунгурскому ярусу удовлетворяет общепринятым требованиям установления границ стратиграфических подразделений Международной шкалы (рис. 60) (**Институт геологии и геохимии УрО РАН**).

В составе верхневендских отложений Восточно-Европейской платформы выделен новый горизонт (беломорский), к которому приурочено максимальное таксономическое, количественное и экологическое разнообразие ископаемых макроорганизмов. На этой основе предложена новая региональная стратиграфическая схема верхнего венда, в которой горизонты отвечают основным этапам эволюции

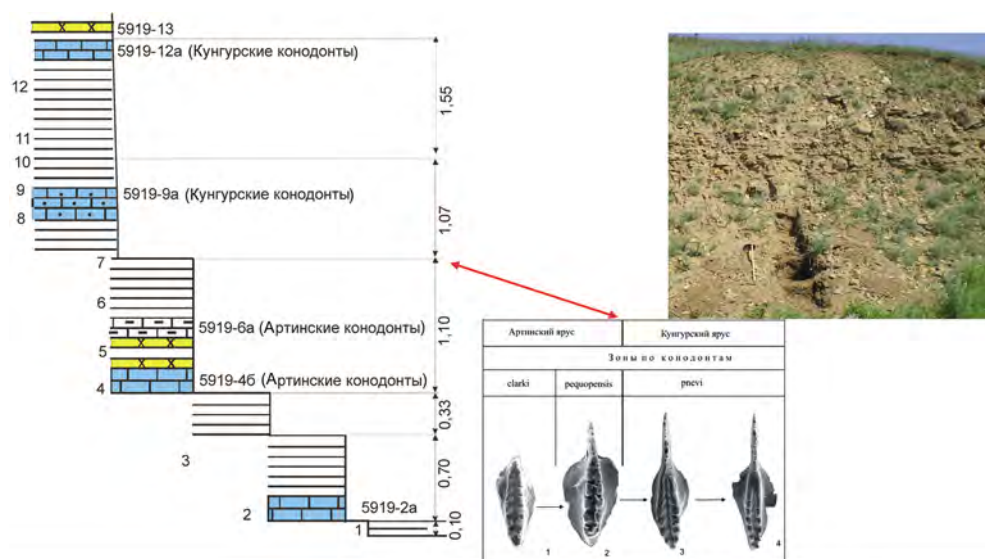


Рис. 60. Разрез Мечетлино (р. Юрюзань, Башкортостан) – потенциальный эталонный разрез нижней границы кунгурского яруса Международной стратиграфической шкалы.

Голубое – карбонатные породы, желтое – туфы. Формы конодентов на границе артинского и кунгурского ярусов

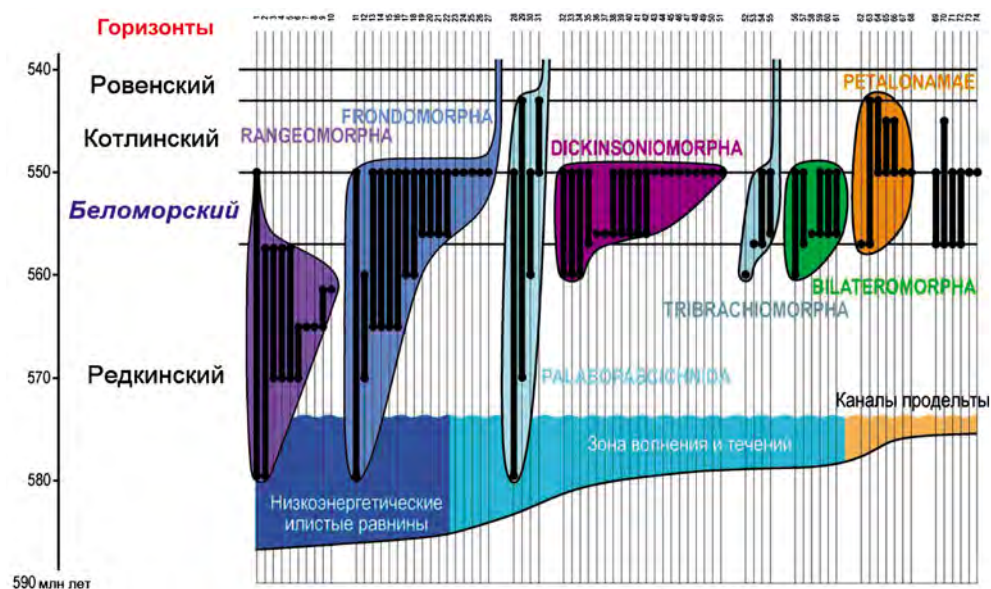


Рис. 61. Положение беломорского горизонта – наиболее богатого ископаемыми макроорганизмами хроностратиграфического подразделения верхнего венда

поздневендской макробиоты в глобальном масштабе и могут служить основой для выделения хроностратиграфических подразделений общей шкалы (рис. 61)

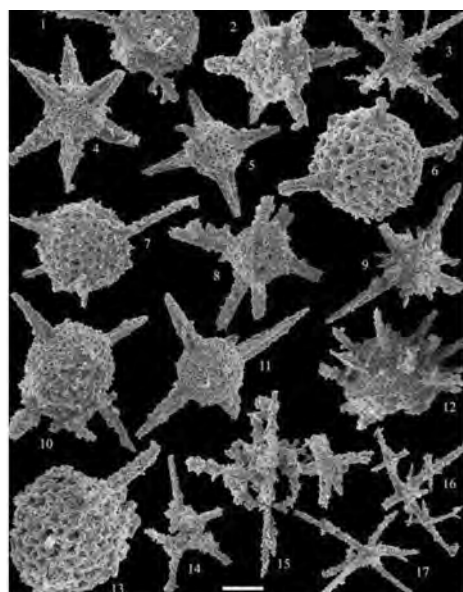


Рис. 62. Радиоларии позднего эйфеля Южного Урала; комплекс с *Primaritripus kariukmasensis*

(Институт геологии и геохимии УрО РАН совместно с Институтом нефтегазовой геологии и геохимии им. А.А. Трофимука СО РАН).

Выполнено монографическое обобщение исследований радиоларий девона России, включающее сведения о региональных центрах происхождения фаун, путях их миграции, условиях обитания и динамике биоразнообразия. На основе анализа особенностей эволюционного развития радиоларий установлены новые стратиграфические подразделения девона и приведены характерные для них комплексы радиоларий (рис. 62) (Институт геологии и геохимии УрО РАН совместно с Палеонтологическим институтом РАН).

## 56. Физические поля Земли – природа, взаимодействие, геодинамика и внутреннее строение Земли.

Создана цифровая объёмная модель (скоростная, плотностная, магнитная) верхней части литосферы Уральского региона масштаба 1:2 500 000 до глубины 80 км. На её основе составлены схемы тектонического районирования трёх основных сейсмогеологических этажей верхней части литосферы; установлена связь между приповерхностными структурами и особенностями глубинного строения; оценена нефтегазоперспективность региона с выделением участков для постановки детальных разведочных работ (рис. 63).

На о. Кунашир установлены закономерности изменения скважинных температур при подготовке и реализации землетрясений: температурный «сигнал», связанный с сейсмическим событием, наиболее заметен на глубине 240 м и отражает процессы водообмена между деформируемыми пластами. Реакция температурного поля на подготовку и реализацию землетрясений устойчива для сейсмических событий с магнитудой  $M \geq 2,5 \lg R$ , где  $R$  – эпицентральное расстояние в км, и проявляется в закономерном снижении температуры перед землетрясением и резким ростом – после него (рис. 64) (Институт геофизики УрО РАН).

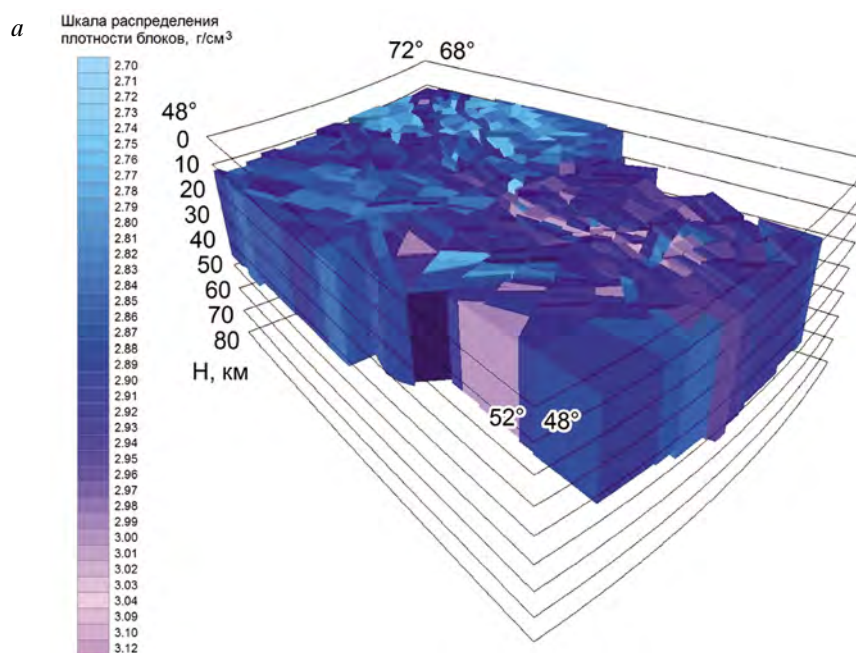


Рис. 63. а – Плотностная 3D –модель северной и центральной частей Уральского региона

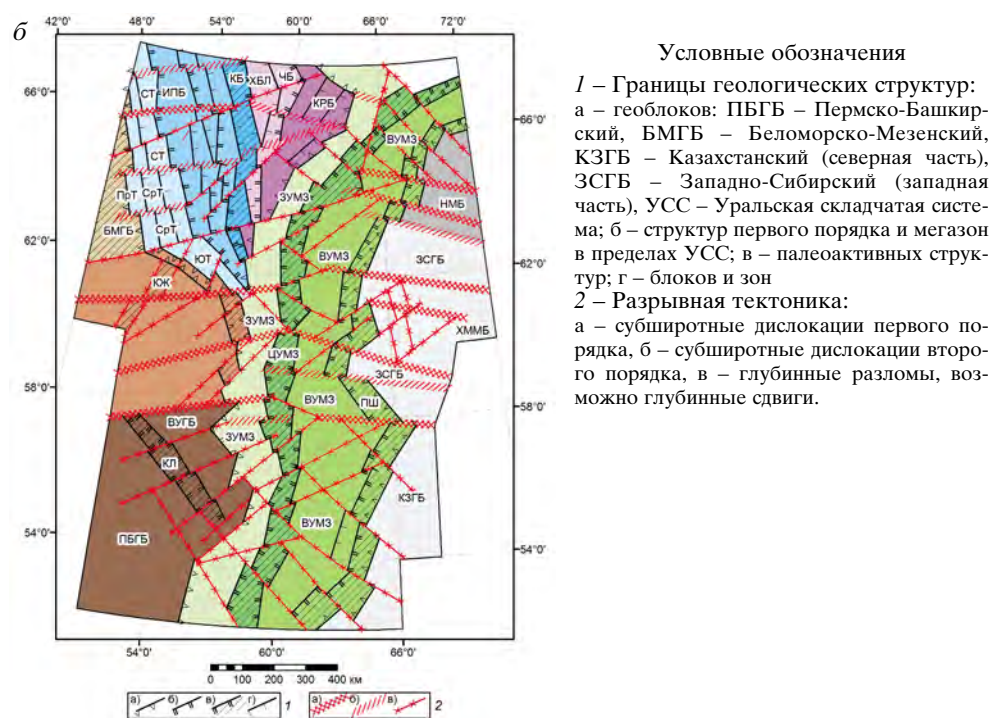


Рис. 63. б – Схематическая карта тектонического районирования кристаллической коры Уральского региона.

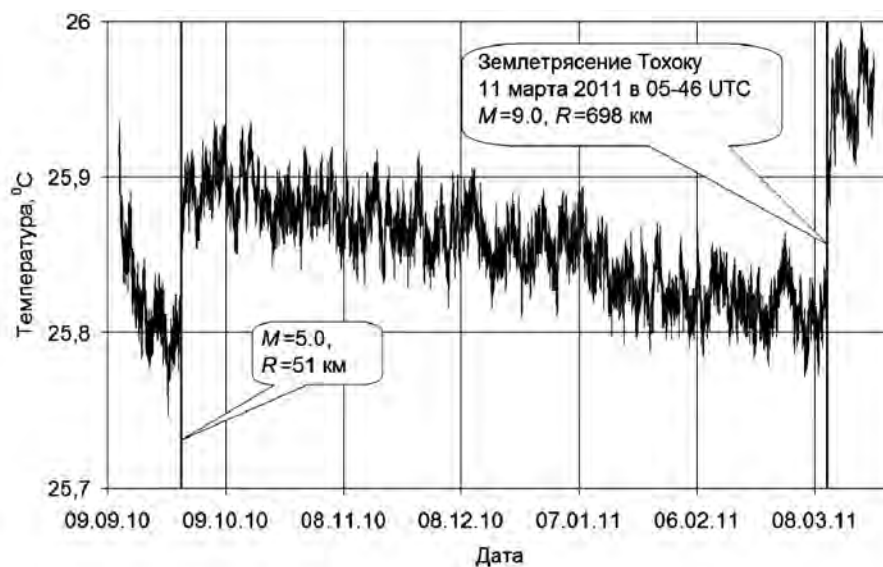


Рис. 64. Изменение температуры на глубине 240 м в наблюдательной скважине на о. Кунашир в период 09.2010–04.2011 г.

## 57. Изучение вещества, строения и эволюции Земли и других планет методами геохимии и космохимии.

Выполнены прецизионные определения изотопного состава осмия в минералах платиновой группы хромититов дунит-гарцбургитовых комплексов. Установлено, что минералы платиновой группы хромититов дунит-гарцбургитовых комплексов связаны с изотопно-контрастными источниками рудного вещества – «субхондритовым» и «супрахондритовым». Полученные данные свидетельствуют в пользу длительной многостадийной эволюции вещества деплетированной мантии (рис. 65) (**Институт геологии и геохимии УрО РАН**).

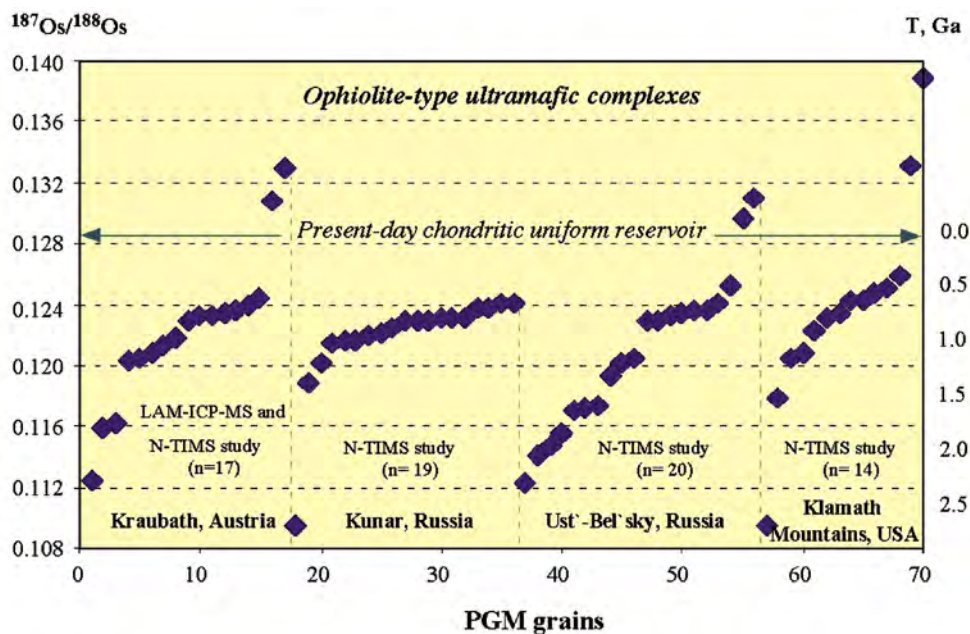


Рис. 65. Изотопный состав осмия в зернах минералов платиновой группы

Выявлены особенности состава аминокислот в природных твердых углеводородах земного и космического происхождения, определены критерии различия небактериальных и биогенных аминокислот, раскрыты механизмы абиогенного синтеза и трансформации аминокислот, определена их роль в формировании протобиологических структур и биоминеральной коэволюции, проанализированы перспективы использования в генетической идентификации гео- и биопроблематик (рис. 66).

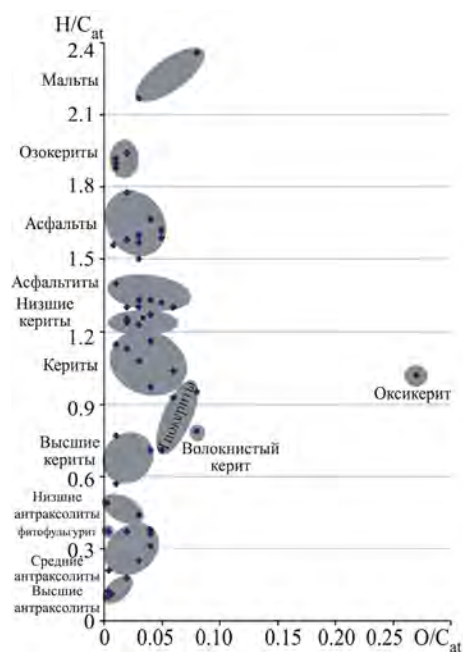


Рис. 66. Природные углеродные субстанции в координатах атомных отношений O/C – H/C

Установлено, что высокая степень сохранности первичного карбонатного вещества палеораковин моллюсков, необходимая для корректных реконструкций по данным изотопного состава углерода и кислорода, маркируется наличием в структуре карбоната ионов марганца в трехвалентном состоянии, что может быть определено методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Показано, что высокая степень сохранности первичного карбонатного вещества палеораковин моллюсков, необходимая для корректных реконструкций по данным изотопного состава углерода и кислорода, маркируется наличием в структуре карбоната ионов марганца в трехвалентном состоянии, что может быть определено методом ЭПР (рис. 67) (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН).

Изучены особенности строения щелочных боросиликатных стекол, влияющие на их гидротермальную устойчивость. Уста-

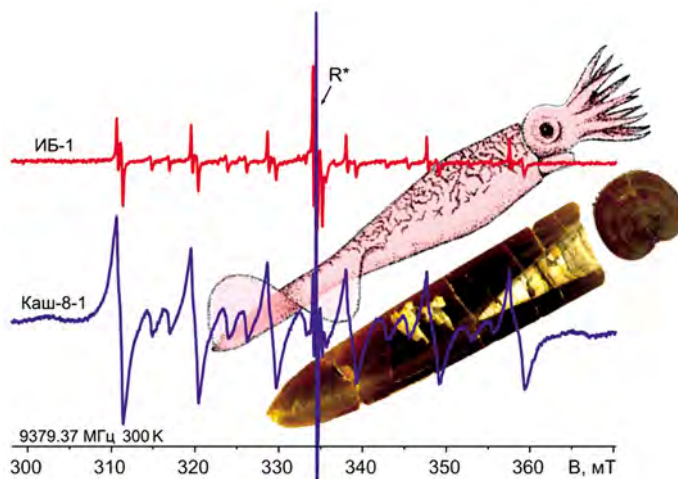


Рис. 67. Реконструкция *Belemnnoidea Cyldroteuthis*, ростр, сохранившийся в верхнеюрских отложениях в бассейне р. Сысолы, и линии ионов  $Mn^{2+}$  в спектрах ЭПР. Широкие компоненты спектра  $Mn^{2+}$  связаны с эпигенетическим кальцитом

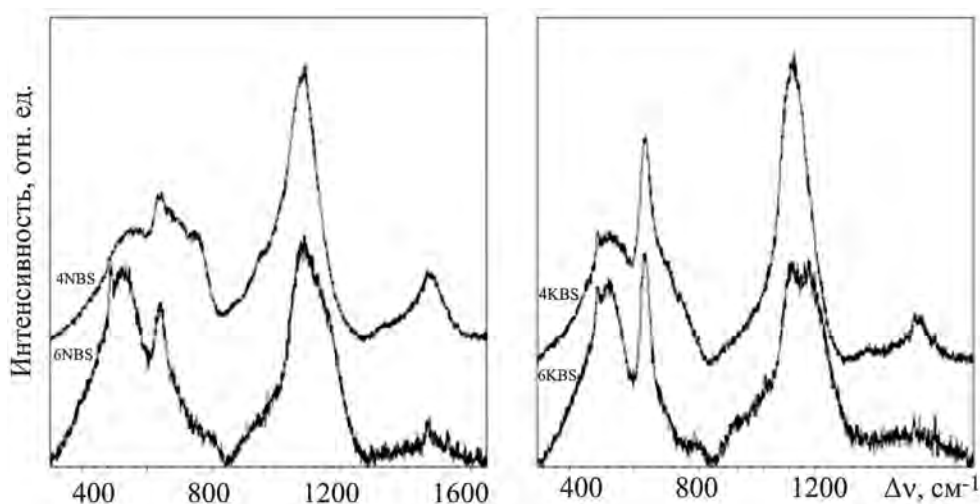


Рис. 68. Спектры КР стекол натрий- (NBS) и калийборосиликатной (KBS) систем

новлена более значительная роль натрия по сравнению с калием в деполимеризации силикатной части структуры за счет перераспределения натрия в ее пользу (рис. 68) (**Институт минералогии УрО РАН**).

В Субарктике (Беломорско-Кулойское плато) обнаружено уникальное пресноводное меромиктическое озеро Светлое, которое в нижних слоях при нейтральном pH обладает почти десятикратным преобладанием растворенного двухвалентного железа над сульфатами, что позволяет рассматривать озеро как вероятный аналог раннепротерозойских низкосерных высокожелезистых водных бассейнов (**Институт экологических проблем Севера УрО РАН**).

#### **58. Геология месторождений полезных ископаемых, научные основы формирования минерально-сырьевой базы.**

Установлена аналогия минералого-геохимической эволюции теллура, мышьяка и золота в черносланцевых рудоносных горизонтах золоторудных и колчеданных месторождений-гигантов, сформированных в разных геодинамических обстановках. Выделены стадии концентрации, факторы и геохимические особенности ремобилизации этих элементов. Определена решающая роль осадочного источника руд (рис. 69) (**Институт минералогии УрО РАН**).

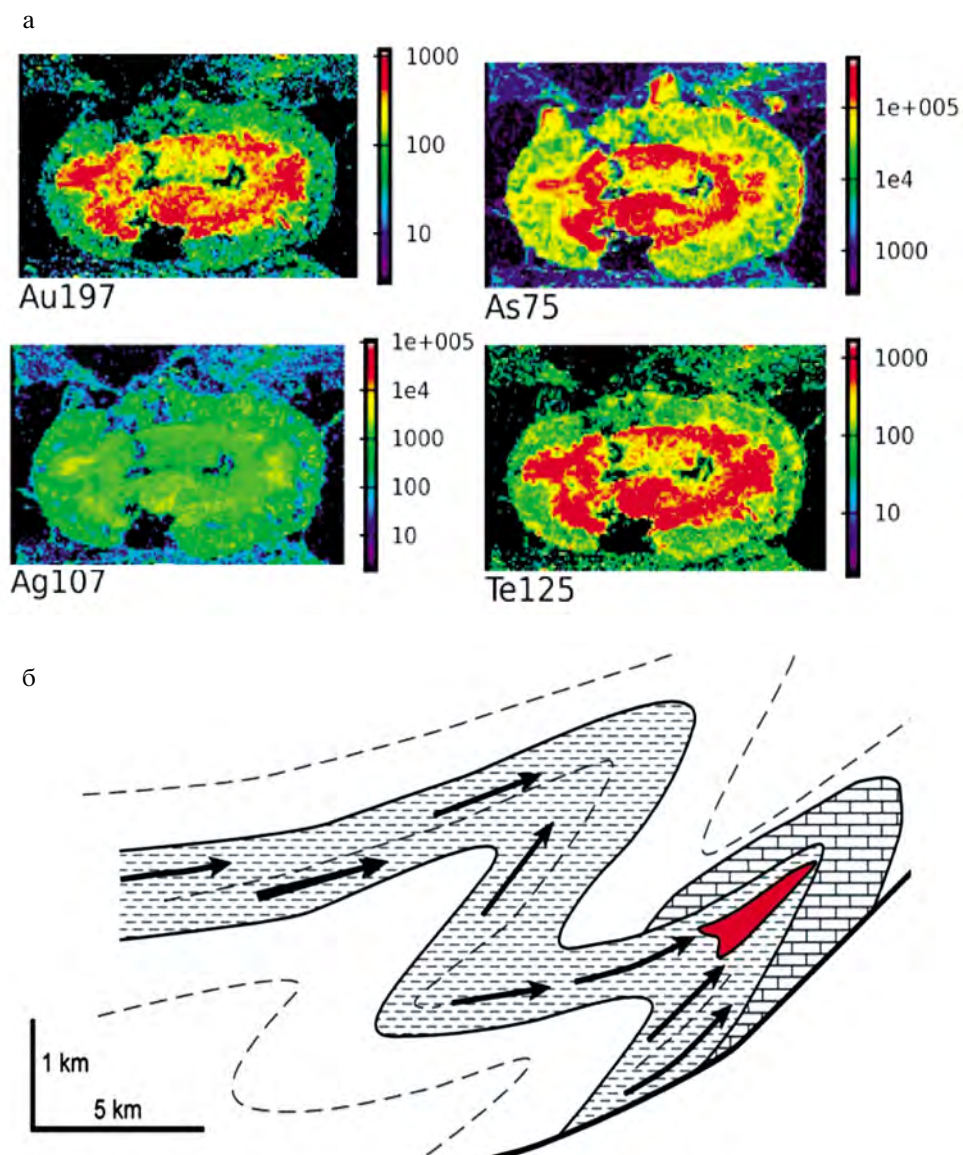


Рис. 69. Геохимическая эволюция пиритовой конкреции от диагенетической к метаморфической стадиям (данные ЛА-ИСП-МС) (а), ремобилизация золота, теллура и мышьяка из зоны пирротинизации в деформационную структуру (замок складки) (б)

## 59. Осадочные бассейны и их ресурсный потенциал, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа.

В биосферной истории палеозоя Приполярного Урала установлено позднелудфордское аноксичное событие, прервавшее рифообразование на окраине шельфа на 8 млн лет. Это событие было связано с резкой трансгрессией и сменой аридного климата на гумидный (рис. 70).

Выделены генетические типы и катагенетические подтипы углеводородных соединений. Выявлены особенности состава органического вещества морских отложений. Построены схемы распространения эволюционно-генетических типов углеводородных соединений для основных нефтегазоматеринских толщ (рис. 71) (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН).

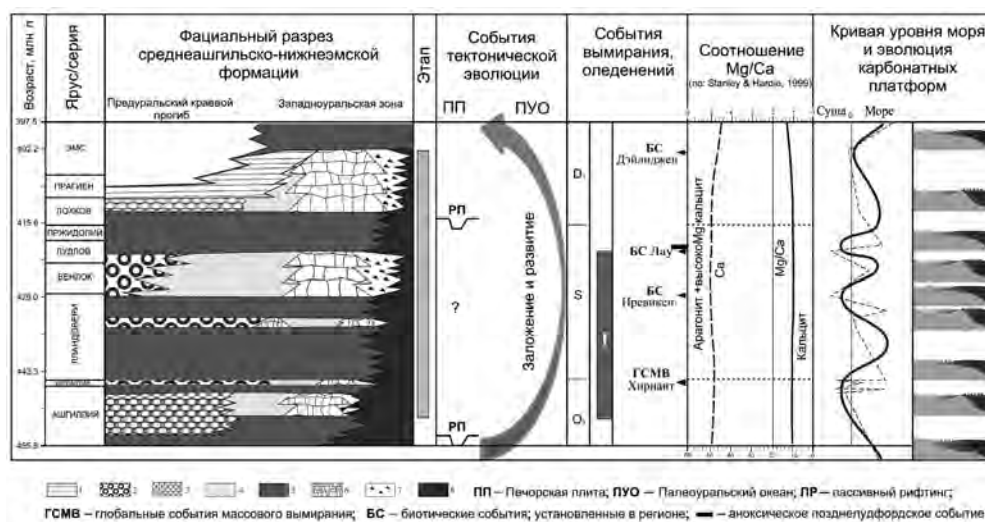


Рис. 70. Взаимосвязь эволюции рифообразования с геобиосферными событиями в раннем палеозое севера Урала: региональными и глобальными тектоническими событиями, событиями вымирания, аноксии и оледенения, физико-химическими параметрами морской среды, колебаниями уровня моря и эволюцией карбонатных платформ:

1 – прибрежная аллювиальная и озерно-болотная равнины, 2 – приливно-отливные равнины, 3 – засоленные равнины, сабхи, 4 – шельфовые лагуны с нарушенным водообменном, 5 – открытое море – рампа, 6 – рифовые отмели, 7 – континентальный склон, 8 – батияль

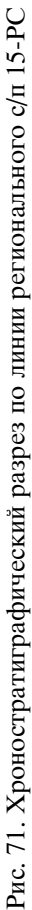


Рис. 71. Хроностратиграфический разрез по линии регионального с/п 15-РС

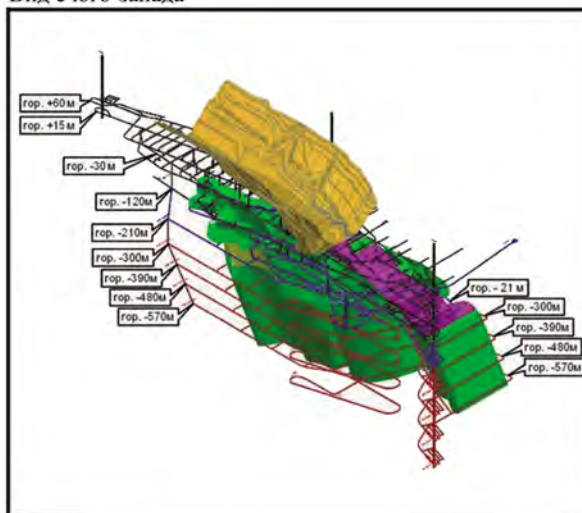
**60. Комплексное освоение недр и подземного пространства Земли, разработка новых методов освоения природных и техногенных месторождений.**

Предложены эффективные ресурсосберегающие и безопасные технологии открытой и подземной разработки месторождений рудных полезных ископаемых, разработаны способы обеспечения устойчивого развития горного производства и меры по оперативному реагированию горнодобывающих предприятий на изменение внешней и внутренней экономической и экологической среды (рис. 72) (**Институт горного дела УрО РАН**).

Разработана методика экспресс-оценки устойчивости пород кровли очистных выработок, основанная на сопоставлении определенного в натурных условиях интегрального модуля деформации слоистого массива с критическими значениями, установленными для конкретных горно-геологических и горно-технических условий. Методика использована для классификации устойчивости очистных выработок, пройденных в структурно-неоднородном породном массиве (рис. 73) (**Горный институт УрО РАН**).

Разработан метод лазерной обработки бокситов, в результате которой происходит перераспределение вещества с агломерацией титановых

Вид с юго-запада



Вид с юго-востока

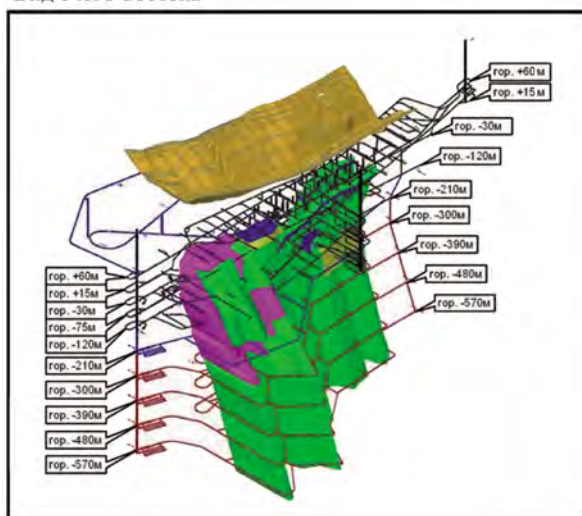


Рис. 72. Технологическая схема вскрытия и разработки Малышевского месторождения

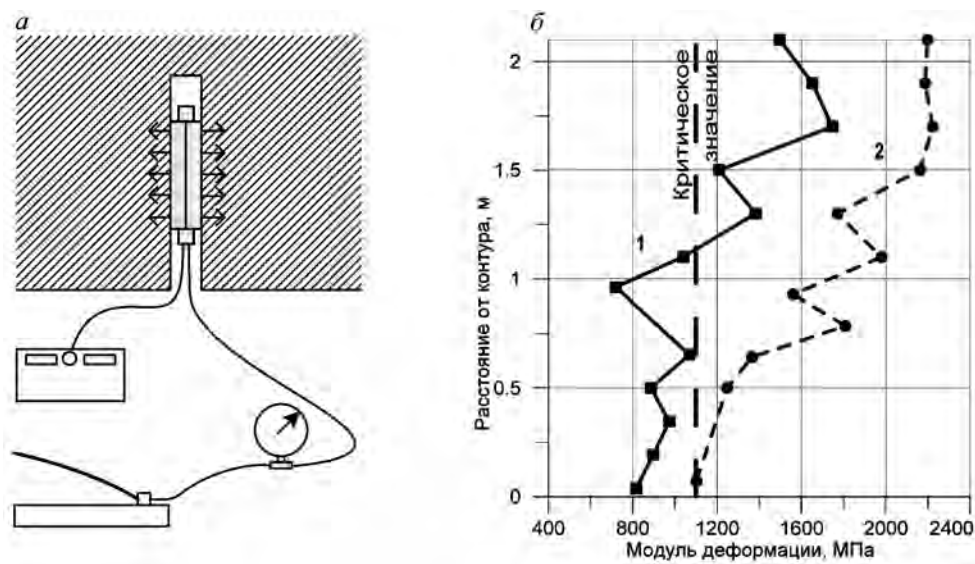


Рис. 73. Схема измерения в скважине (а) и результаты определения модуля деформации в натурных условиях (б):  
1 – кровля очистной камеры неустойчива; 2 – устойчива

минералов и образованием новых фаз, доступных для извлечения классическими методами обогащения (**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН**).

## 62. Динамика и охрана подземных и поверхностных вод, ледники, проблемы водообеспечения страны.

Установлено, что в экологическом состоянии пресноводных малых озер бореальной зоны решающая роль принадлежит процессу сульфатредукции, способному вызывать внезапные катастрофические последствия для экосистемы (**Институт экологических проблем Севера УрО РАН**).

## 63. Физические и химические процессы в атмосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и изменения климата, проблемы криосферы.

По результатам измерений аэрозольной оптической толщи и моделирования динамики атмосферы построено среднее поле концентрации субмикронного аэрозоля в атмосфере северной части Евразии (рис. 74). В европейской части России рассчитанные плотности потоков мелкодисперсного аэрозоля в северном направлении значительно превышают потоки, обусловленные преобладающим западным направлением ветра. Обнаружено, что лесные пожары лета 2010 г. привели к замутнению атмосферы и экстремальному увеличению аэ-

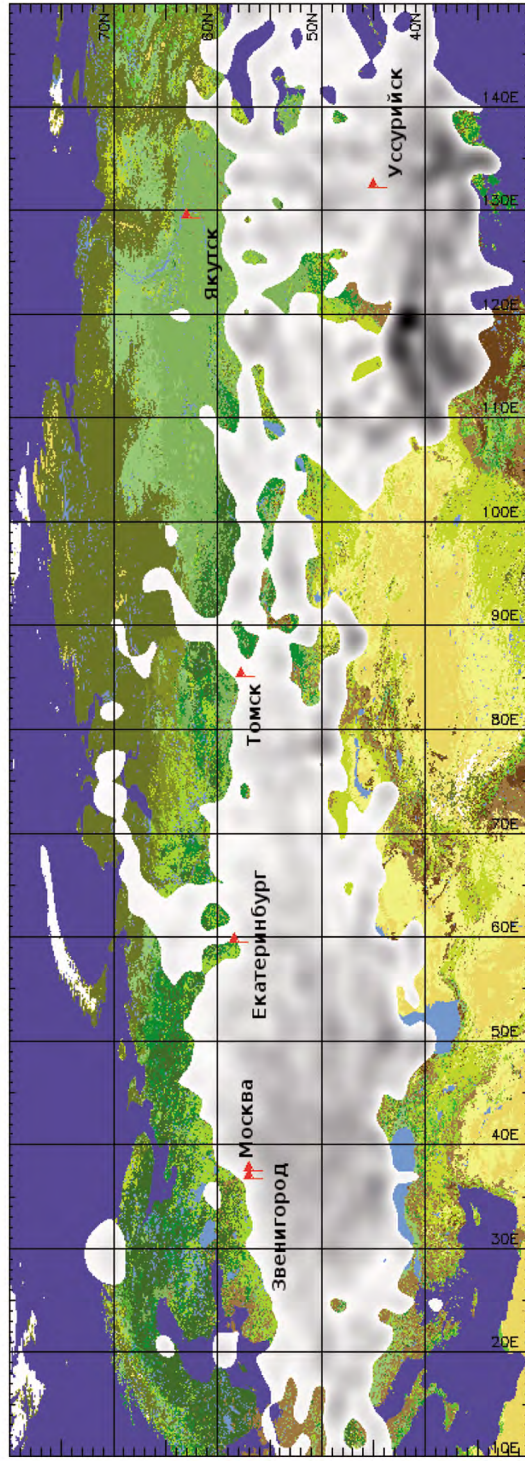


Рис. 74. Безразмерное среднее поле концентрации субмикронного аэрозоля в атмосфере за период 2004–2010 г.,  
рассчитанное на изобарической поверхности 950 ГПа

розольной оптической толщи в пять раз. Полученные результаты о пространственном распределении и закономерностях дальнего переноса аэрозоля имеют большое значение для понимания влияния атмосферного аэрозоля на изменение климата (**Институт промышленной экологии УрО РАН**).

#### **64. Катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность – изучение и прогноз.**

Теоретически обоснована схема развития обрушения пород в окрестности растущей карстовой полости, отражающая пространственное положение зон действия растягивающих напряжений и локализации пластических деформаций. Определены возможные механизмы образования карстовых провалов на земной поверхности, разработана методика прогнозирования их возможных размеров в зависимости от условий залегания карстующихся сульфатных пород (рис. 75) (**Горный институт УрО РАН**).

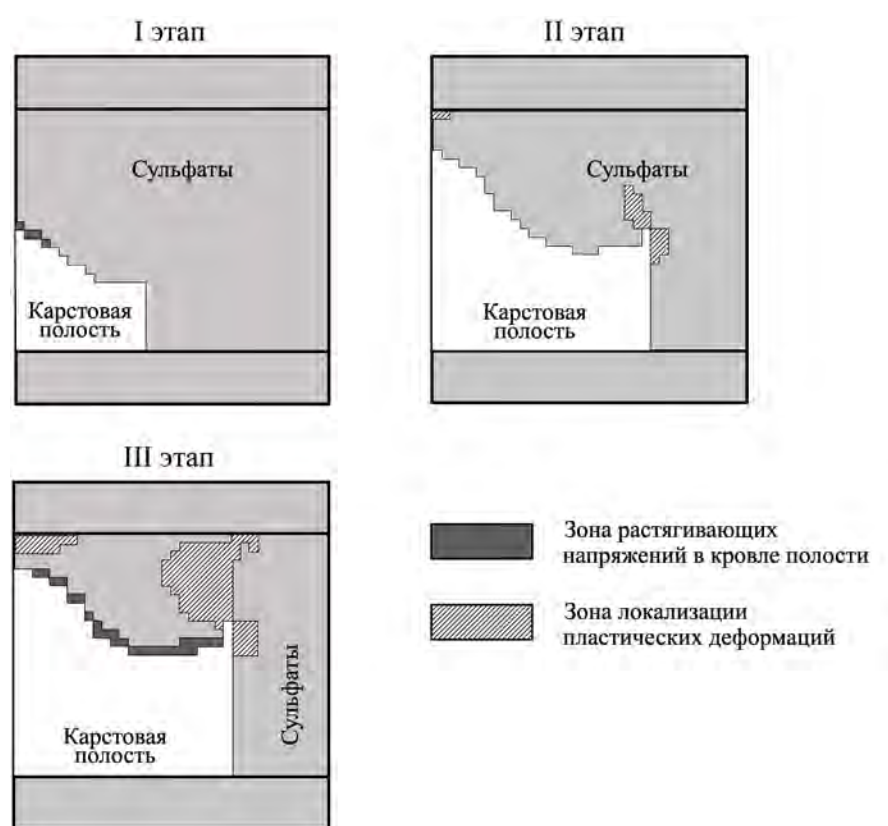


Рис. 75. Изменение формы карстовой полости в процессе ее развития и достижения предельного размера

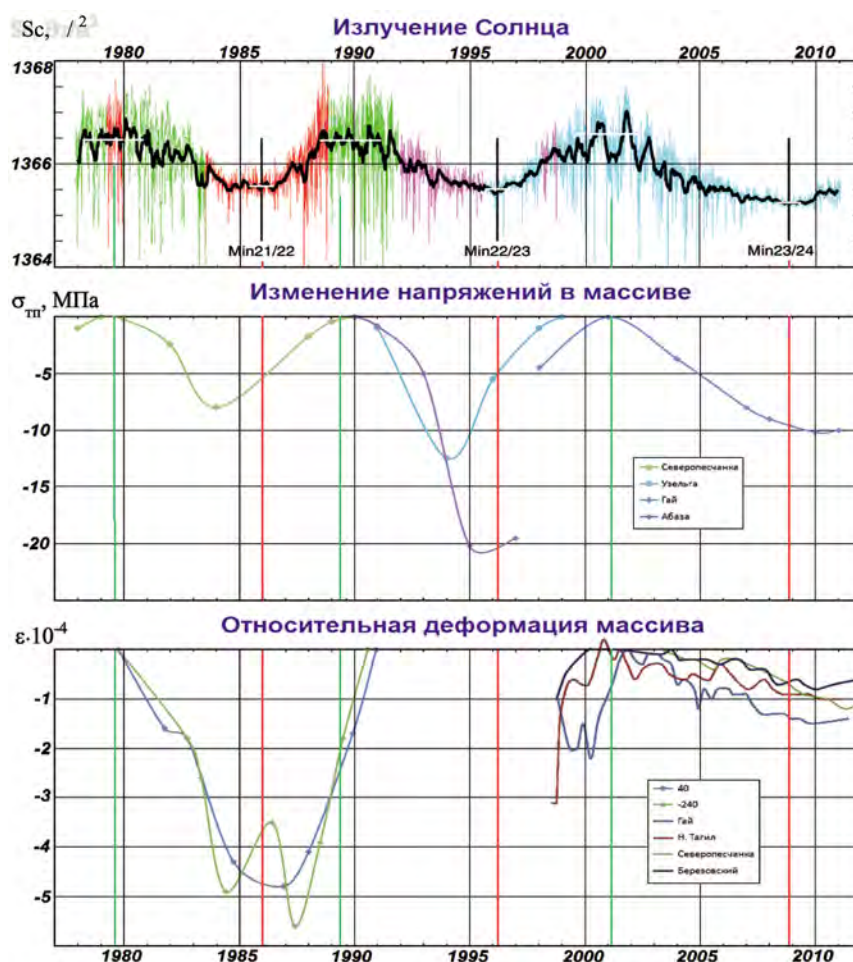


Рис. 76. Корреляция напряженно-деформированного состояния породного массива и солнечной активности

На рудниках Урала и Сибири установлены периодические (10–13 лет) изменения напряженного состояния массива горных пород и его относительной деформации, с точками экстремума которых совпадает активизация землетрясений, горных ударов, разрушение наземных и подземных сооружений. Выявлена корреляция изменений напряженно-деформированного состояния земной коры и солнечной активности (рис. 76) (**Институт горного дела УрО РАН**).

Выполнен анализ техногенных изменений в гидрологической системе Южного Предуралья и установлена их роль в геодинамике, составлена карта сейсмической активности нефтегазоносного района Оренбуржья (рис. 77) (**Отдел геоэкологии ОНЦ УрО РАН**).

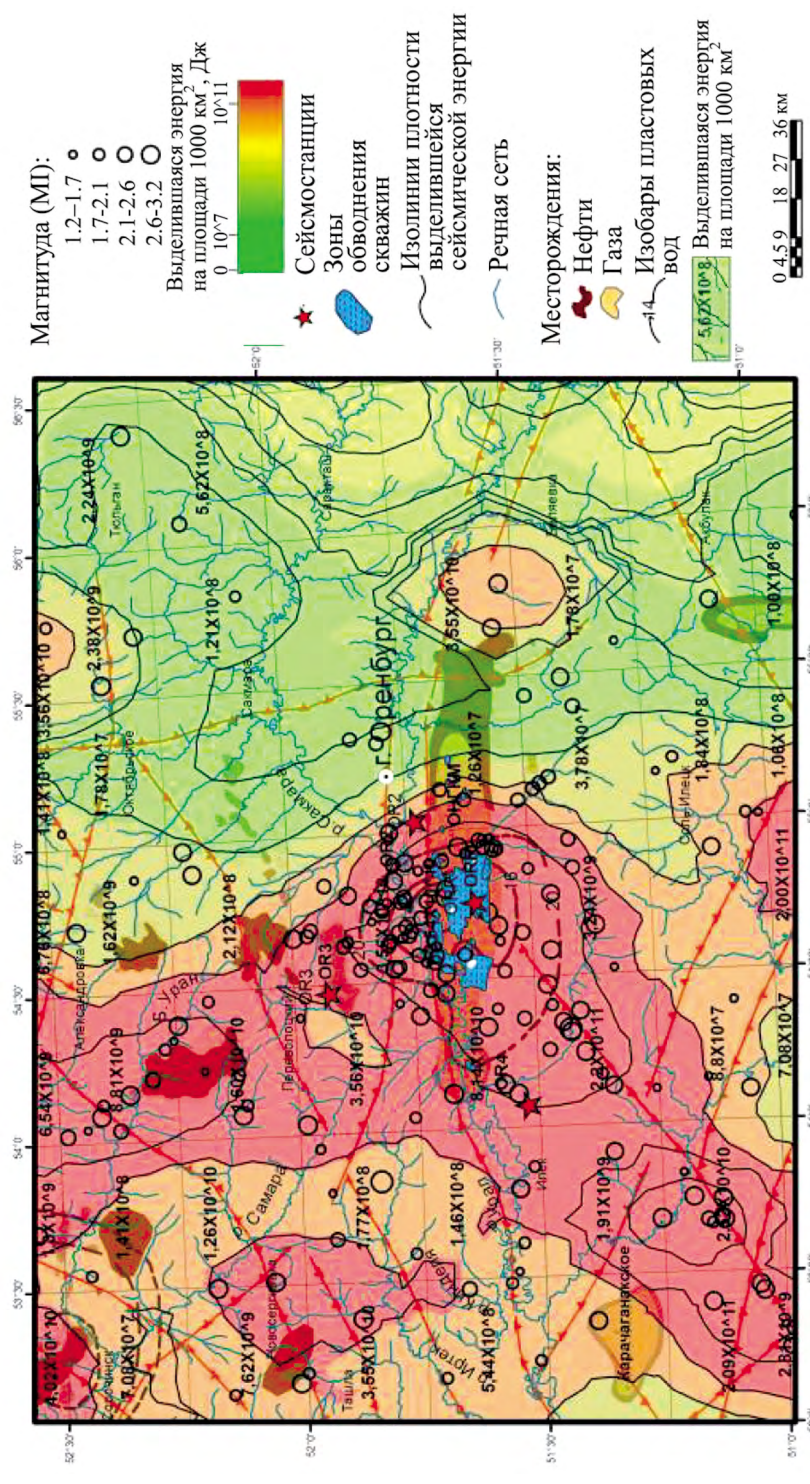


Рис. 77. Сейсмическое районирование на основе геологического строения и техногенных изменений в газогидрологической системе месторождений Южного Предуралья с 1.01.2008 по 13.11.2011 г.

**65. Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования, использование традиционных и новых источников энергии.**

Экспериментально исследованы механизмы образования и свойства веществ – отходов флотационного обогащения руд полезных ископаемых. Показано, что особая роль в транспортировке токсичных соединений в природные геосистемы принадлежит структурам типа «краун-эфиры», обладающим внутренней «емкостью» и способным формировать за счет нековалентных связей в водной среде молекулы-контейнеры. Полученные данные позволяют уточнить геохимическую подвижность и миграционную способность экотоксикантов отходов горнообогатительного производства (рис. 78) (**Горный институт УрО РАН**).

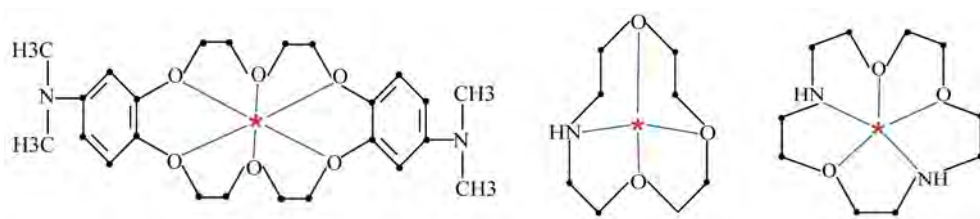


Рис. 78. Краун-эфиры, идентифицированные в водных вытяжках отходов калийного производства

Разработаны основы концепции формирования солянокупольных ландшафтов, обоснованы этапы их развития, рассмотрено разнообразие ландшафтов солянокупольных бассейнов мира. Изучены особенности формирования техногеосистем месторождений каменной соли купольного типа (рис. 79).

Выполнена инвентаризация ключевых ландшафтно-биологических территорий Уральского региона как основа для оптимизации системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Разработана новая схема физико-географического районирования Урала, позволяющая обосновать репрезентативную сеть ключевых ландшафтных территорий в составе ООПТ федерального и регионального значения (рис. 80) (**Институт степи УрО РАН**).

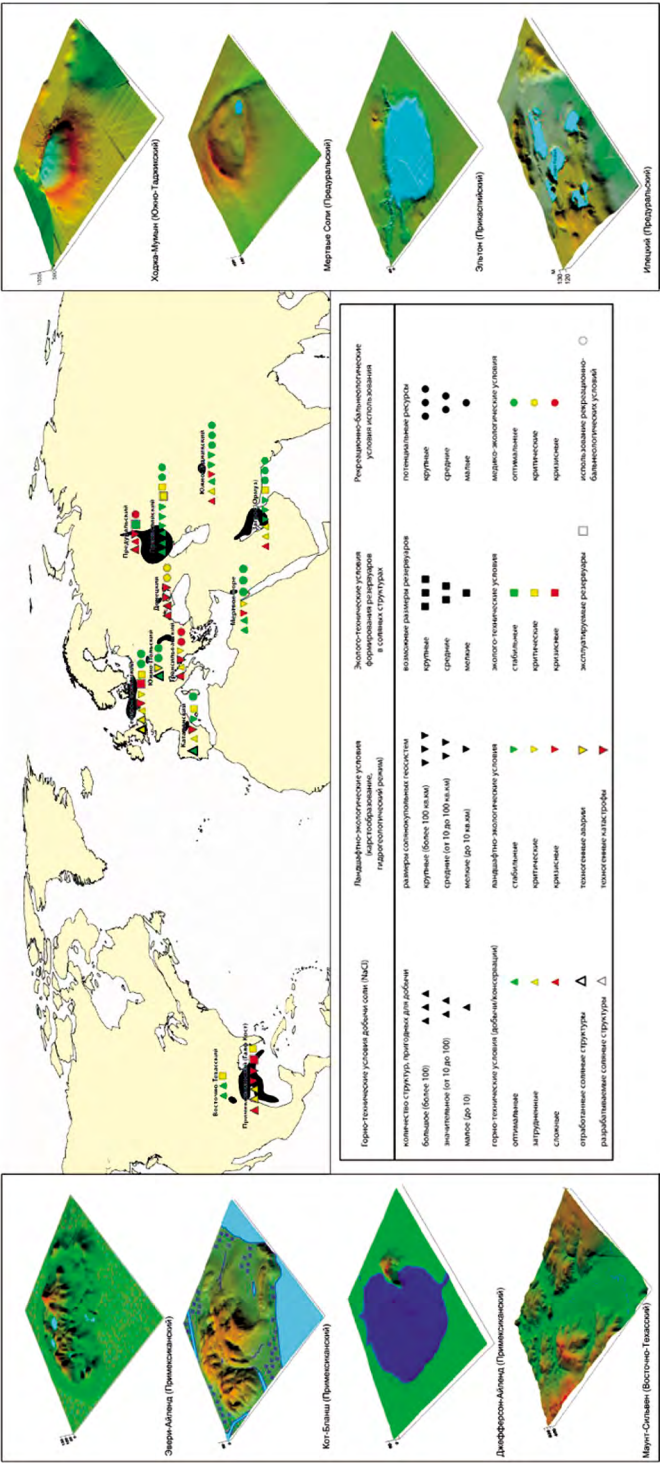


Рис. 79. Оценка процессов формирования техногенных бассейнов мира

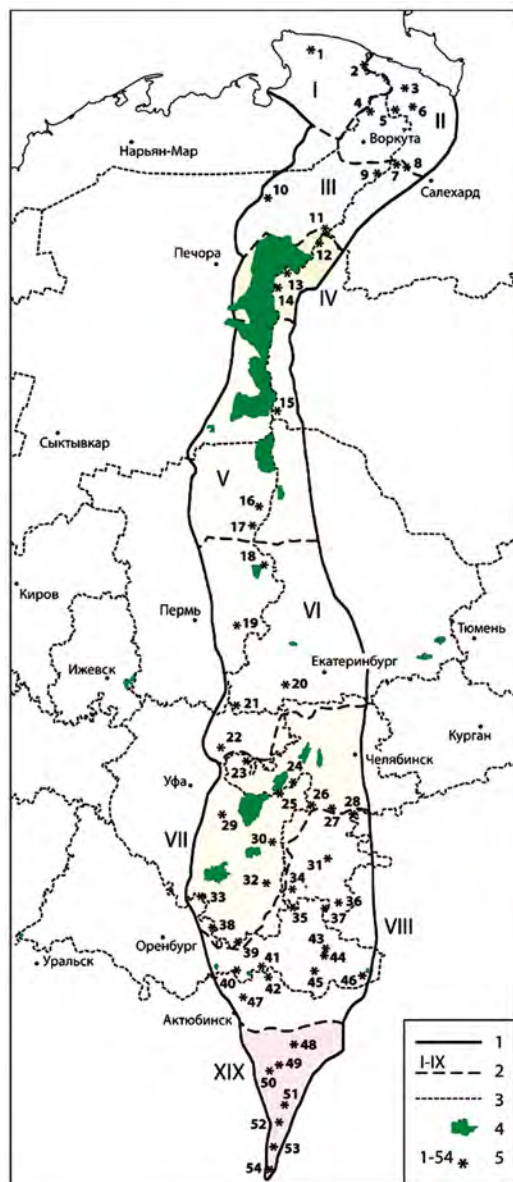


Рис. 80. Современные ООПТ федерального статуса (государственные заповедники и национальные парки) и ключевые ландшафтные территории (перспективные ООПТ) Урала.

Границы: 1 – Уральской физико-географической страны, 2 – областей, 3 – административного деления РФ; ООПТ: 4 – существующие (государственные природные заповедники и национальные парки), 5 – перспективные

**66. Разработка методов, технологий, технических и аналитических средств исследования поверхности и недр Земли, гидросферы и атмосферы, геоинформатика.**

Разработан и запатентован новый способ аэроэлектроразведки для поисков месторождений рудных полезных ископаемых с повышенной электропроводностью в неосвоенных труднодоступных районах.

Разработана, изготовлена и успешно апробирована компактная экономичная многофункциональная двухканальная приемно-регистрирующая аппаратура «ОМАР-2м», обеспечивающая усиление, аналого-цифровое преобразование и запись электромагнитных сигналов в широком частотном диапазоне 10–48 000 Гц (**Институт геофизики УрО РАН**).

Разработана методика и техника проведения георадиолокационных исследований оледенения пещер, позволяющая детально изучить морфологию ледяных образований, определить их объем и массу. Метод предлагается использовать для изучения связи параметров оледенения пещер с изменениями климата (рис. 81) (**Горный институт УрО РАН**).

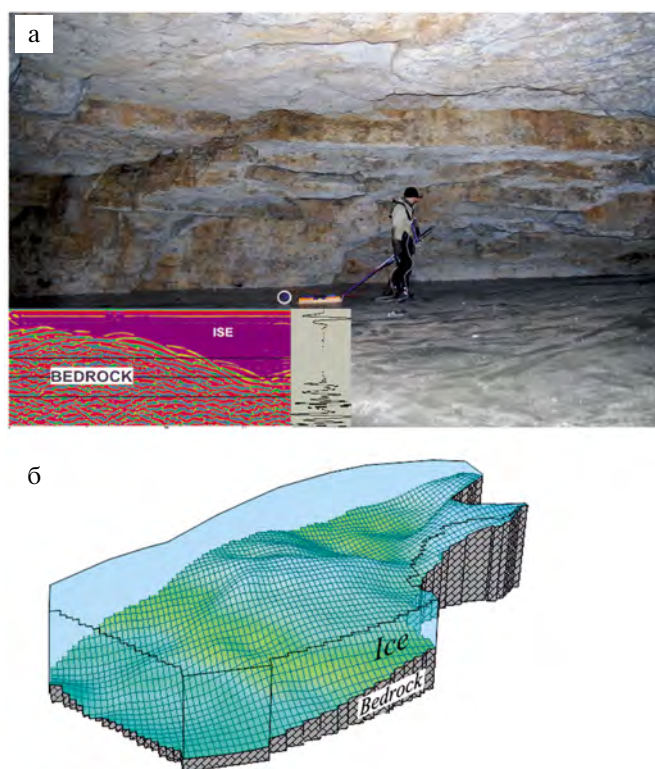


Рис. 81. Методика изучения мощности льда в пещерах (а), трехмерная модель ледника в пещере Медео (б)

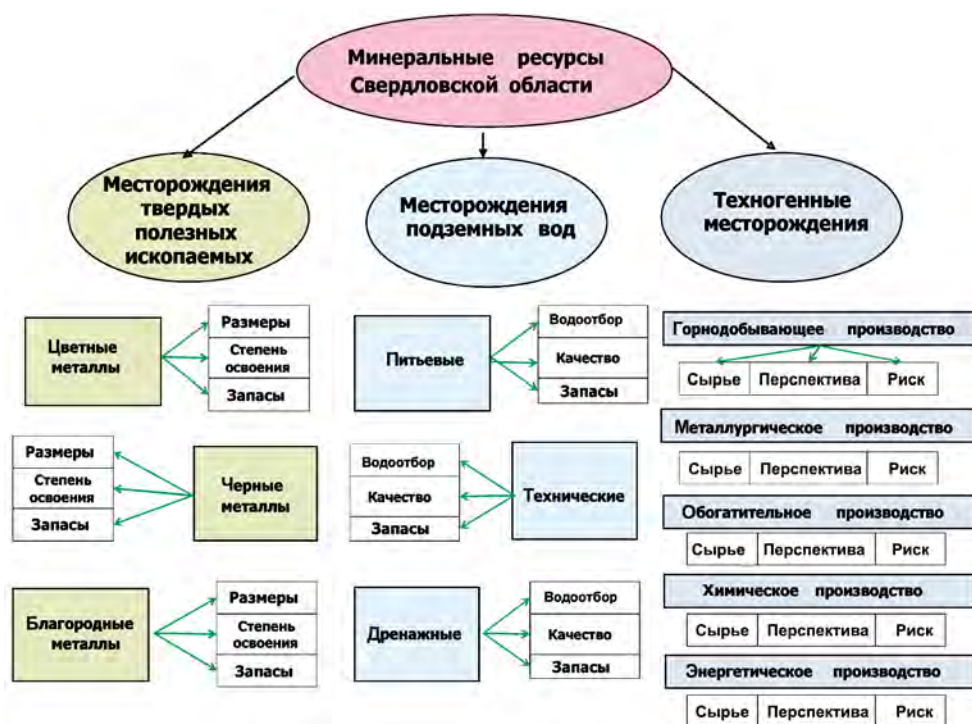


Рис. 82. Структура пилотной ГИС мониторинга и анализа природных и техногенных месторождений

Разработана пилотная геоинформационная система «Комплексное освоение природного и техногенного сырья Урала», позволяющая проводить экспресс-оценку минерально-сырьевой базы и основных параметров горнодобывающих предприятий на основе оригинальной методики (рис. 82).

Усовершенствована методика сейсмопрофилирования для исследования физико-механических свойств и структурных особенностей локальных массивов горных пород в их естественном залегании в целях оптимизации параметров буровзрывных работ (**Институт горного дела УрО РАН**).

### **67. Цивилизационные перемены в современной России: духовные процессы, ценности и идеалы.**

Проанализирована историческая эволюция парадигмы Модерна от его европоцентричной, национально-территориальной к глобальной, космополитической версии. Показано, что парадигма Модерна продолжает совершенствоваться, что не позволяет отнести Модерн к числу закрытых исторических эпох. Модерн представляет собой длящийся, «незавершенный проект» современности, взятой в ее политическом измерении. Аргументирован тезис, что Модерн, несмотря на убедительную постмодернистскую критику, остается базовой политической парадигмой для легитимации и описания глобальной политической современности. При этом в глобальном мире различные культурные, постмодернистские, экологические и иные нарративы, противопоставляемые Модерну, не обладают равной с ним степенью универсальности и легитимности.

Рассмотрено соотношение капитализма и этики. Показано, что «моральный коллапс», инициированный появлением и развитием капиталистической миросистемы, в действительности не означал полного поражения всякой морали и этики, кроме той, которая позволяла наиболее эффективно адаптироваться к требованиям капиталистического производства. Моральный коллапс не вызвал и тотального крушения альтруистической морали (прежде всего традиционалистской, христианской) с полным отказом от ее требований. Коллапс привел к другому эффекту – постоянному крушению попыток рационального обоснования морали. Однако это не означало, что все данные попытки были в равной степени неэффективными и не являлись хотя и временными, но удачными решениями. Проанализированы особенности попыток моральной компенсации капитализма, инициируемые из разных автономных подсистем капиталистического общества с начала Нового времени до позднего Модерна.

В рамках «этицизма» в философских основаниях математики доказана метатеорема о формально-этической противоречивости системы формальной арифметики, исследовавшей К. Геделем. В ходе исследования открыт, точно сформулирован и строго обоснован фор-

мально-этический закон контрапозиции бинарной операции «знание» в двужанной алгебре метафизики.

Проведен сравнительно-исторический анализ знака и символа как принципов организации политического дискурса. Осуществлена реконструкция структуралистской парадигмы, образуемой бинарной оппозицией знак-символ. Доказывается, что структура знака ориентирована на позитивистское тождество в политическом дискурсе означаемого и означающего. Эта модель характерна для энкратического дискурса современных идеологий как языка власти, легитимирующего существующий политический и исторический порядок. Принцип символа, наоборот, традиционно демонстрирует избыточность означающих, отменяет возможность окончательной монополизации политических истин любыми политическими субъектами. Принцип символа связан с акратическим дискурсом – утопическим мышлением восходящих к власти социальных сил. Аргументируется, что эти две модели создают парадигмальное единство политического дискурса.

Выполнено монографическое исследование социально-философского и теоретико-политического наследия И.В. Сталина. Рассмотрена аргументация сторонников и противников его идентификации с классическим марксизмом. Критическому анализу подвергнуты философско-политические концепции Сталина по решению национального вопроса в России, строительства социализма в одной отдельно взятой стране, федеративного устройства советского государства. Особое внимание уделено теоретическому осмыслению особенностей внешнеполитического мышления Сталина. Опубликовано монография «Российские версии марксизма: Иосиф Сталин», вышедшей в серии «Российские версии марксизма» (рис. 83) (Институт философии и права УрО РАН).

**68. Политические отношения в российском обществе – власть, демократия и личность, проблемы и пути консолидации современного российского общества.**

По проблематике генезиса демократии обосновано наличие фундаментального сходства между античной демократией и современными политическими режимами с тем же названием, которое заключа-

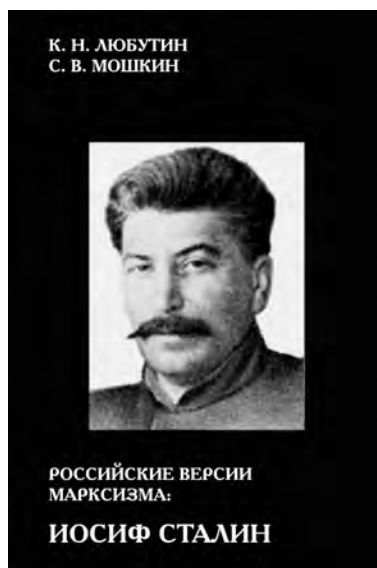


Рис. 83. К.Н. Любути́н, С.В. Мошки́н. Российские версии марксизма: Иосиф Сталин



Рис. 84. Л.Г. Фишман. Происхождение демократии («Бог» из военной машины)

ется в наличии прямой связи демократии с определенного рода военной организацией (и военными потребностями) и соответствующими социальными гарантиями для малоимущих слоев населения. Доказано, что демократия как в античности, так и в Новое время вытекает не из абстрактных «естественных прав человека», а из политической сделки, заключенной между элитами и массами в целях увеличения военной мощи государства, которая помогла бы ему выжить в борьбе с равновеликими соперниками и увеличить свои приобретения. Обосновано, что по мере исчезновения или ослабления милитарных предпосылок демократических режимов исчезают также условия политического соглашения между элитами и массами; начинает разрушаться социальное государство, а демократические режимы трансформируются в олигархические. Аргу-

ментировано, что возникновение демократии стало результатом парадоксального вторжения в логику классического либерализма чуждого ей аристократического аргумента о праве на власть вследствие военной ценности индивида. Логика, благодаря которой ранее аристократы оправдывали свое право на власть, теперь стала оправдывать такое же право низших слоев населения. Результаты опубликованы в монографии Л.Г. Фишмана «Происхождение демократии («Бог» из военной машины)» (рис. 84).

Проанализированы ожидания, связанные с использованием информационно-коммуникационных технологий в государственном управлении (формирование «идеальной бюрократии» и «идеального гражданина»), показан их утопический характер. В отечественный научный оборот введена «модель адаптации технологии», проведен разбор современных исследований востребованности электронных государственных услуг. Показано, что она зависит от ряда факторов, важнейшим из которых является доверие к власти. По результатам социологического опроса, проведенного в Уральском федеральном округе, была показана сложная система зависимости между доверием к органам власти, удовлетворенностью государственными услугами и готовностью к электронному правительству.

Разработан концепт этнорегиональной идентичности, который может быть положен в основу конструирования регионального сообщества на полиэтнической основе, включающего в себя как автохтонное полиэтническое население, так и контингент, вновь прибывающий на постоянное место жительства из других регионов России. Определена возможная продуктивная стратегия конструирования российской гражданской нации посредством укрепления региональных сообществ на основе формирования конгломератной этнорегиональной идентичности. Проанализировано влияние глобализации на социально-политические и культурные процессы, протекающие в финно-угорских этносах России. Согласно предложенной методологии в рамках отношения «этнос – государство модерна» выявлена способность этнической общности организоваться посредством дискурса как тематического самоутверждения собственной значимости в системе социальных отношений, что равносильно формированию актуальной системы национальных ценностей на основе этнической традиции. Соотношение этих двух моментов позволяет прогнозировать ответную реакцию этноса на вызовы глобализации: направленность, форма и сила ответа определяются системой этнических ценностей (Институт философии и права УрО РАН).

#### **70. Укрепление российской государственности, включая федеративные отношения.**

Осуществлено исследование всей совокупности форм гражданского участия в отправлении правосудия в современных государствах. Исследование не имеет аналогов, так как им охвачены все страны мира и зависимые территории. Выявлено три базовые модели гражданского участия в отправлении правосудия в современном мире: модель непрофессионального суда (судебное присутствие состоит полностью из непрофессиональных судей), модель суда присяжных (судебное присутствие состоит из профессионального судьи (судей) и относительно автономной коллегии присяжных), модель смешанного суда (судебное присутствие состоит из профессионального судьи (судей) и непрофессиональных судебных заседателей, имеющих равные права с профессиональными судьями). Выявлены две разновидности модели смешанного суда: суд шеффенского типа (судебное присутствие состоит из профессионального судьи (судей) и непрофессиональных судебных заседателей); гибридный суд, представляющий собой объединение суда присяжных и смешанного суда шеффенского типа (судебное присутствие состоит из профессиональных судей и присяжных). Каждое государство выбирает одну или несколько таких моделей участия граждан в правосудии с учетом специфики своей правовой системы и социокультурных особенностей.



Рис. 85. В.Н. Руденко. Участие граждан в отправлении правосудия в современном мире

На основании анализа представленных форм участия граждан в правосудии, динамики их развития в современном мире показано, что значение гражданского участия в правосудии и разрешении правовых споров в современном мире возрастает, а законодательство современных стран мира предусматривает большое многообразие функций, выполняемых гражданами в судах. Граждане отвечают на достаточно сложные вопросы, поставленные судом при разбирательстве гражданских, уголовных, административных и других дел. Показано, что доминирующей моделью участия граждан в правосудии является модель смешанного суда, подходящая как для гомогенных, так и для гетерогенных обществ. Смешанные суды успешно функционируют по всему миру. В боль-

шинстве европейских государств получили распространение суды шеффенского типа. Количество непрофессиональных судей в этих государствах, как правило, в 2–3 раза превышает количество профессиональных судей. Результаты исследования представлены в авторской монографии В.Н. Руденко «Участие граждан в отправлении правосудия в современном мире» (рис. 85).

Выделены три основных вида консультативных органов при уполномоченных по правам человека в Российской Федерации: экспертные советы, общественные советы и общественные экспертные советы, и рассмотрен их правовой статус на основе анализа их целей, задач, функций, порядка формирования их составов и порядка организации их деятельности. Сделан вывод о том, что в целом учреждение консультативных органов при уполномоченных по правам человека положительно сказывается на реализации данными государственными органами их компетенции (**Институт философии и права УрО РАН**).

## 72. Методологические проблемы экономической теории и становления экономики знаний.

Дано определение *конкурентного иммунитета территории*, раскрыты закономерности его формирования и укрепления в условиях внутренних и внешних потрясений. Конкурентный иммунитет территории определяется как устойчивая способность территории успешно вести конкурентную борьбу с другими регионами и



Рис. 86. Карта уязвимости территории

городами за инвестиции, бизнес, людей и т. д.; противостоять потенциальным рискам вследствие внешних и внутренних потрясений (кризиса, стихийного бедствия, аварии и др.); восстанавливаться после деструктивных событий благодаря внутренним ресурсам и активам.

Предложена оценка снижения уязвимости и повышения жизнестойкости территории в современном экономическом пространстве. Разработана *карта уязвимости территории* (рис. 86). По результатам исследований опубликована монография «Территориальная конкуренция в экономическом пространстве» (С.Г. Важенин, В.Л. Берсенев, И.С. Важенина, А.И. Татаркин) (**Институт экономики УрО РАН**).

### **73. Теория и методы экономико-математического моделирования сценариев социально-экономического и инновационного развития Российской Федерации.**

Разработан методологический подход к моделированию размещения производительных сил на основе использования кластерных принципов развития экономического пространства и положений

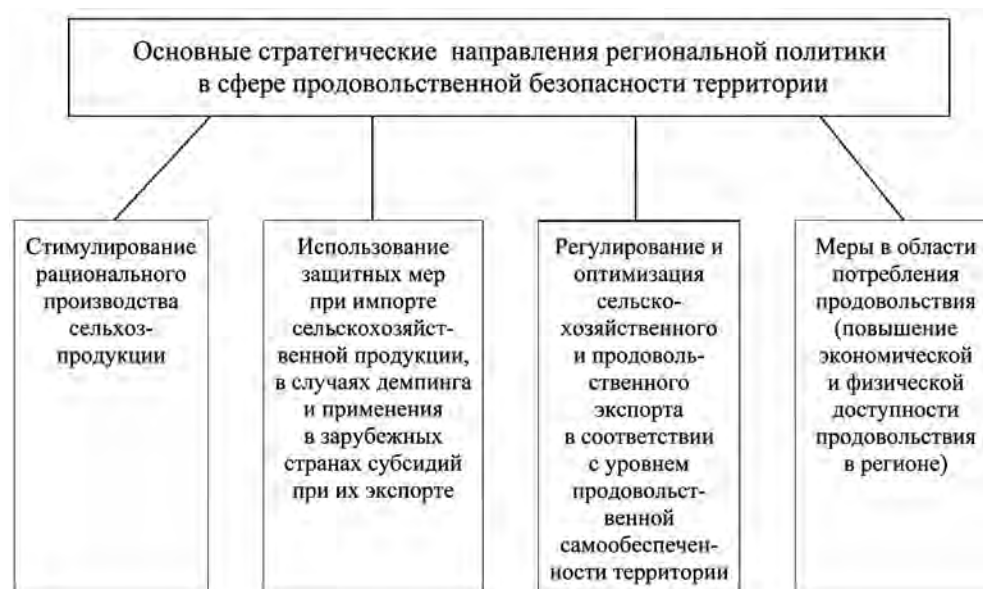


Рис. 87. Основные стратегические направления региональной политики в сфере продовольственной безопасности территории

теории потока, позволяющих прогнозировать размещение производительных сил, в том числе транспортного каркаса, на базе вектора выравнивания геопотенциалов территорий. Предложенный подход позволил сформулировать основные положения кластерной политики индустриально развитого региона, задачи которой дифференцированы применительно к разным группам кластеров: функционирующим, латентным, потенциальным. Кластерная политика стимулируется государственными органами и общественными организациями и направлена на формирование полюсов конкурентоспособности (рис. 87, 88), которые в отличие от полюсов роста характеризуются коллективной производительностью, эндогенностью инноваций.

Результаты исследования реализованы в Концепции кластерной политики Свердловской области до 2020 г., разработанной в соответствии с решением совместного заседания президиума правительства Свердловской области и губернатора Свердловской области от 11 апреля 2011 г., а также опубликованы в коллективной монографии «Экономическое пространство. Теория и реалии» (ред. кол.: А.И. Татаркин и др.) (Институт экономики УрО РАН).

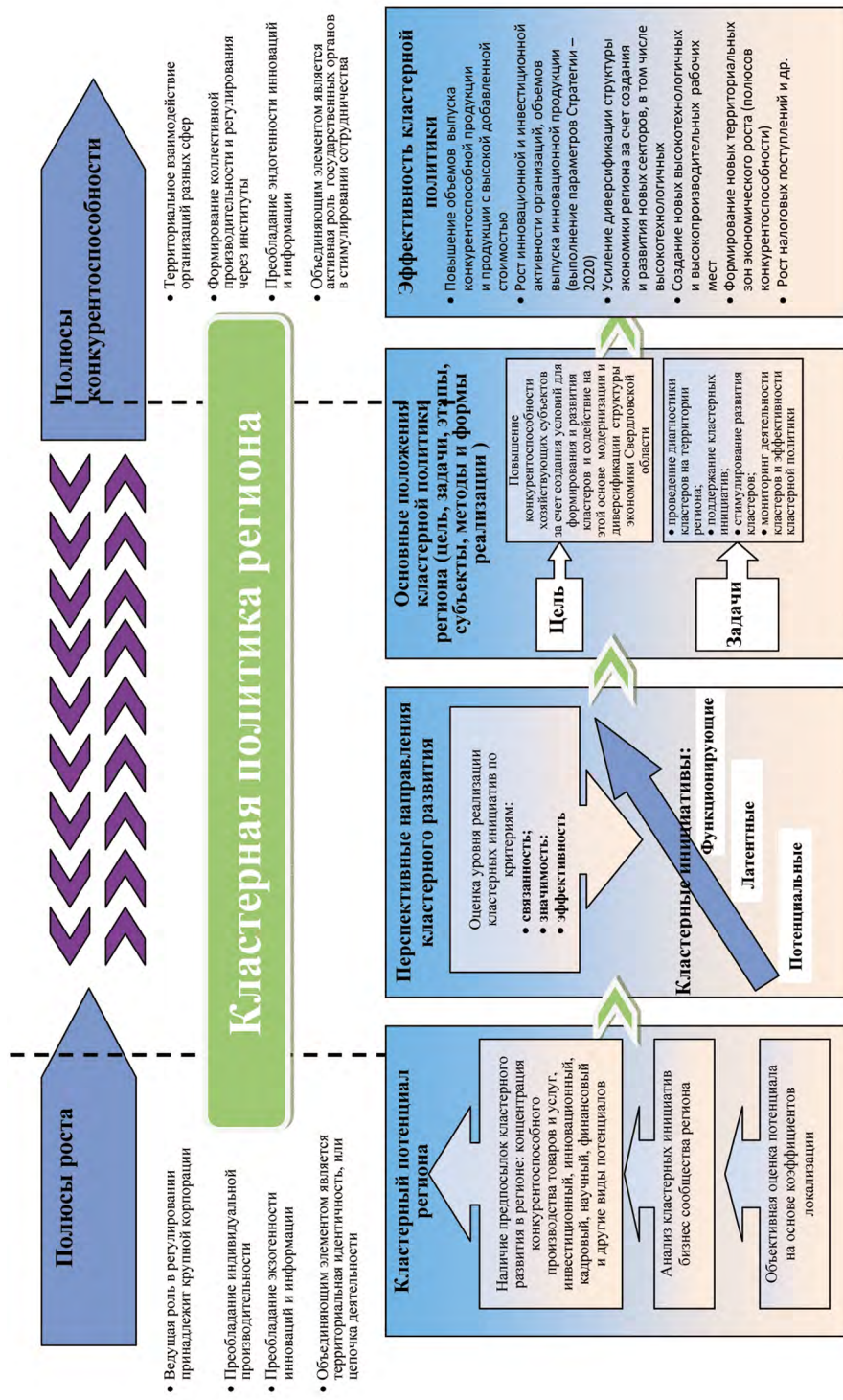


Рис. 88. Содержание кластерной политики региона

#### **74. Комплексное социально-экономическое прогнозирование развития Российской Федерации.**

Предложена методология исследования процессов нелинейного моделирования инновационной динамики в промышленном комплексе регионов. Разработаны математический комплекс прогнозирования экономико-технологического развития региональной промышленной системы и комплекс моделей структурной технологической динамики и мониторинга технологических изменений в промышленности. Результаты исследования обобщены в опубликованной монографии «Экономико-технологическое развитие региональных промышленных систем: теория, методология, практика» (А.И. Татаркин, О.А. Романова, А.В. Гребенкин, В.В. Акбердина) (Институт экономики УрО РАН).

#### **75. Проблемы и механизмы обеспечения экономической, социальной и экологической безопасности Российской Федерации.**

Разработан методический подход к выявлению приоритетов реализации региональной промышленной политики на основе методологии форсайта (взгляд в будущее). Предложены концептуальные основы формирования нового механизма реализации промышленной политики, базирующегося на стратегических инновационных сетях в рамках модели тройной спирали. Обоснованы необходимые условия формирования общественных институтов, способствующих реализации приоритетов промышленной политики (рис. 89) (Институт экономики УрО РАН).

#### **76. Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов.**

Исследована политическая элита локального уровня как определяющий актор местных политических процессов. Рассмотрены трансформации локальной политической элиты в условиях общественных трансформаций в 1990-е и 2000-е гг. Обоснована устойчивость автономии локальной элиты, в том числе в контексте законодательных новаций. Выводы позволяют увидеть в локальном политическом процессе не только влияние федерального центра, но и деятельность самих локальных элит, которые выступают не столько проводниками региональной или федеральной политики, сколько субъектами самоорганизации локальных сообществ. Проанализированы типичные политические сценарии, в соответствии с которыми складываются взаимоотношения исполнительных и представительных органов местной власти, на основании этих данных выделены три основные теоретические модели взаимодействия глав с локальными legislatures: модель подчинения, конфронтационная модель, модель конструктивного взаимодействия. Выявлены особенно-





Рис. 90. Т.Б. Витковская, О.А. Рябова. Моногорода Среднего Урала: локальные элиты и политические процессы

сти реализации каждой модели в политической практике малых городов (города с численностью населения не более 100 тыс. человек) и городах-миллионниках. Результаты исследований опубликованы в монографии Т.Б. Витковской, О.А. Рябовой «Моногорода Среднего Урала: локальные элиты и политические процессы» (рис. 90).

Проведен социологический анализ поведенческих стратегий женщин-мусульманок в современном российском обществе на примере Пермского края – поликонфессионального региона с преобладанием православного населения. Комплексный анализ условий социализации респонденток позволил сделать вывод, что не религиозность определяет социальное окружение, а чаще всего социальный контекст определяет форму религиозности. В частности, от социального контекста зависят формы обрядно-

сти и их интенсивность. Исламские ценности по-прежнему оказывают влияние на отдельные моменты в сфере семейно-брачных отношений, социальной контактности. Вместе с тем религиозное сознание верующих подвержено заметным изменениям: в зависимости от индивидуальных потребностей и возможностей, предлагаемых современным обществом, размываются и модифицируются каноны традиционного ислама (**Институт философии и права УрО РАН**).

Разработана теоретическая модель саморазвития региональных и муниципальных социально-экономических систем, позволяющая осуществлять методическое и практическое решение следующих проблем:

- целенаправленное совершенствование макроэкономических условий (политических, законодательных, налоговых, бюджетных и др.) для активизации регионов и муниципалитетов на инициативную и эффективную работу в интересах развития;
- формирование целенаправленной политики укрепления и развития материально-технической базы регионов и муниципалитетов посредством расширения их полномочий в распоряжении землей, имуществом, другими ресурсами;
- повышение наукоемкости управленческих решений в сфере социально-экономического развития территории на всех уровнях управления.

Результаты исследований нашли отражение в двухтомной монографии «Саморазвивающиеся социально-экономические системы: теория, методология, прогнозные оценки» под общ. ред. ак. А.И. Татаркина (**Институт экономики УрО РАН**).

Выполнен цикл исследований по устойчивому развитию территориально-хозяйственных систем (ТХС). Выявлено, что из всех ТХС Севера только Двино-Печорская система приближена к нормам основного социально-экономического района, что обуславливает необходимость целенаправленной интеграции Республики Коми, Архангельской и Вологодской областей. Обосновано, что социальная эффективность региональных систем Севера зависит от степени реализации постиндустриального развития, саморазвития и пространственного развития, что активизирует креативность, социальные связи и самоорганизацию населения и стимулирует децентрализацию базовых секторов за счет развития локальных систем, поддержанного ростом транспортной и сетевой доступности и межсистемного взаимодействия. Результаты исследований нашли отражение в опубликованной монографии «Социально-экономические основы инновационного развития региона (С.Н. Растворцева, В.В. Фаузер, А.А. Карачиев, В.А. Залевский).

Обосновано, что устойчивое развитие агропродовольственного сектора обеспечивается в единстве и взаимосвязи воспроизводства производственного потенциала, человеческих ресурсов и природной среды. Показано, что сельскохозяйственное производство будет функционировать устойчиво, если все внешние и внутренние факторы и условия сбалансированы, а проводимая социально-экономическая и аграрная политика сопровождается правовым и финансовым обеспечением. Предложена система индикаторов для оценки устойчивого развития отрасли, базирующаяся на натуральных, стоимостных и относительных показателях. Данные методологические подходы могут быть положены в основу разработки концепции и программы устойчивого развития сельских территорий. Опубликована коллективная монография «Факторы и условия устойчивого развития агропродовольственного комплекса и сельских территорий Севера» (под ред. В.Н. Лаженцева).

Разработаны и обоснованы основные теоретические и методологические подходы к анализу развития социальных сетей, доверительных отношений, практик взаимопомощи в северном регионе, для условий ресурсного освоения северного региона. Новизна исследования состоит в изучении специфики социальных сетей с позиций их однородности и слабости межгруппового взаимодействия. Показано, что состав и способы использования социальных сетей отличаются в разных статусных группах, имеют возрастную (поколенческую) ген-

дерную специфику. Выявлен низкий уровень доверительных отношений между разными статусными группами, что тормозит развитие практик взаимопомощи и формирование гражданского общества и приводит к углублению социальных проблем региона (**Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН**).

Разработан универсальный поэтапный алгоритм освоения новых нефтегазовых регионов с учетом стадийности геологоразведочных работ и разработки месторождений углеводородов. Обоснованы методологические принципы и подходы к освоению нефтегазовых ресурсов добывающего региона, базирующиеся на системном учете общих закономерностей процессов поиска, разведки и разработки месторождений углеводородного сырья и проблем развития добывающих территорий по мере отработки запасов. Результаты исследования предлагается использовать при разработке государственной социально-экономической политики и для обоснования практических мер и шагов при подготовке и принятии решений инновационного развития северных регионов России. Результаты работы обобщены в монографиях «Проблемы налогообложения недропользования при добыче нефти и газа в Российской Федерации» (В.А. Скрипниченко, В.Э. Тоскунина) и «Формирование социально-экономической политики северных регионов России с учетом фактора освоения природных ресурсов» (А.Г. Шеломенцев, В.Э. Тоскунина и др.).

На основе математического и картографического моделирования разработана методология оценки туристического потенциала территории. Определены влияющие факторы и их показатели на развитие туристического потенциала. Предложен алгоритм оценки природного туристического потенциала территории с использованием геоинформационных методов. На примере Архангельской области проведена оценка природных туристических ресурсов северного региона. Выявлены приоритетные территории для развития природно-ориентированного туризма в Архангельской области. Данное исследование может служить основой для формирования эффективного и конкурентоспособного туристического комплекса, обеспечивающего увеличение вклада природно-ориентированного туризма в социально-экономическое развитие региона.

Разработан методический подход к оценке воздействия освоения природно-ресурсной базы на развитие северных региональных социально-экономических систем. Подход включает положения по оценке влияния освоения природных ресурсов; классификацию факторов, определяющих масштабы освоения природных ресурсов в зависимости от возможности динамики, средообразующих условий возникновения, источников влияния, длительности воздействия и степени госу-

дарственного регулирования; аналитический инструментарий. Разработанный методический подход предлагается применять для формирования государственной политики и корректировке стратегических направлений использования природно-ресурсного потенциала на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Результаты оценки влияния освоения природных ресурсов на социально-экономическое развитие, проведенной с помощью предложенного подхода, могут быть реализованы при разработке ведомственных и региональных программ и стратегий, а также рекомендаций по совершенствованию системы инструментов и механизмов государственного регулирования освоения природных ресурсов (**Отдел экономических исследований АНЦ УрО РАН**).

### **81. Комплексные исследования этногенеза, этнокультурного облика народов, современных этнических процессов, историко-культурного взаимодействия в Евразии.**

Проведено комплексное исследование феномена колонизации. Доказаны глубокая древность колонизации как процесса распространения жизни на планете и сочетание биоэкологических и социальных факторов колонизации в практиках различных народов. Выявлено многообразие стилей и моделей колонизации в истории разных регионов и народов, в частности в освоении русскими пространств Севера, Великой степи, Урала, Сибири, Пацифики.

Изучены сценарии этнокультурного диалога в контексте колонизации на примерах праистории и истории Урала и Северной Евразии. Применительно к Уральскому региону позиционированы и обоснованы следующие этнофеноменологические характеристики: Урал – перекресток культур с глубокой древности и на протяжении всей своей истории. Урал – колыбель многих культур и народов (прежде всего финно-угорских и самодийских), очаг формирования ряда магистральных и локальных культур Евразии. Показано, что современные формы и способы этнокультурного взаимодействия в урало-сибирском пространстве коренятся в многослойном комплексе идентичностей, этнодипломатии и государственной этнополитики, сформировавшемся на протяжении многих столетий (**Институт истории и археологии УрО РАН**).

Итогом исследований памятников эпохи палеолита в 2011 г. стало выдвижение гипотезы о возможном существовании на северо-востоке Европы в конце среднего валдая 28–29 тыс. лет назад популяции позднейших неандертальцев. Обоснован тезис о том, что речь должна идти не о «неолитизации» региона, а об определенных периодах использования его ресурсов уже неолитическим населением. Возможно, что комплекс признаков неолита здесь будет иным, поскольку мотивация посещения этих территорий и поведение человека могли зависеть от природно-климатических изменений, в частности смены времен года. Результаты представлены публикацией Pavlov P.Yu. et al. Late Mousterian Persistence near the Arctic Circle // Science, 2011.

Fig. 1. Map showing the location of the Byzovaya site, close to the northern Urals. Other sites mentioned in the text are also shown. The red stippled line circumscribes the area with known Neanderthal sites; here only some selected young sites are marked. The maximum extent of the Eurasian Ice Sheet during the LGM (about 26,000 to 20,000 cal yr B.P.) is also shown (2).



Рис. 91. Публикация в журнале «Science»

Vol. 332, № 6031. P. 841–845) (рис. 91) (Институт языка, литературы, истории Коми НЦ УрО РАН).

Подведены итоги археолого-геофизических исследований городищ Прикамья, позволивших получить новые знания по пространственной организации жизнедеятельности населения, планировке площадок, структуре и технологии формирования оборонительных сооружений. Новые знания о границе распространения культурного слоя, полученные по данным малоглубинной электроразведки, позволяют определить зоны охраны памятника с последующей фиксацией их в землеустроительной документации.

На материалах обширного корпуса источников, собранных в ходе многолетних экспедиций в районы проживания одного из коренных малочисленных народов России – бесермян, выявлена специфика сакрализации окружающего пространства в рамках традиционной мифологии, во взаимосвязи с хозяйственной деятельностью и восприятием природы, рассмотрена эволюция культовых памятников под влиянием внутренних и внешних факторов, социально-политических, экономических, культурных трансформаций в обществе. Изучены процессы формирования и современного состояния культовых и сакральных памятников в контексте этнокультурного ландшафта Урало-Поволжья. По итогам исследования издана монография Е.В. Поповой «Культовые памятники и сакральные объекты бесермян» (рис. 92).



Рис. 92. Е.В. Попова. Культовые памятники и сакральные объекты бесермян

В области исследований по историко-этнографической характеристике балтасинских удмуртов, их сакральных ценностей, воздействия тюркского мира на удмуртские обряды и представления, связанные со встречей весны, началом весенне-полевых работ, выявлено, что в синкретичной по содержанию структуре, акциональном и вербальном оформлении праздничных гуляний и обрядов, приуроченных к Великому дню (Акашка), вычленяется целый пласт заимствований, истоки которых восходят к тюрко-монгольской среде.

Теоретические наработки используются при исследовании проблем взаимовлияния разных культурных традиций и сохранения этнической специфики у малочисленных этносов, проживающих в полиэтническом и поликонфессиональном окружении, в проведении экспертиз, составлении реестра памятников культурного наследия (**Удмуртский институт истории, языка и литературы УРО РАН**).

## **82. Сохранение и изучение культурного, археологического и научного наследия: выявление, систематизация, научное описание, реставрация и консервация.**

Выполнен комплексный анализ погребений эпох энеолита и раннего железного века, сопровождавшихся большим количеством изделий из кости, камня и металла (на материалах культовой площадки Скворцовская гора V, Среднее Зауралье). Проведена реконструкция материальной, духовной и социальной сферы жизни древних социумов. Сделан вывод, что сходство погребальной обрядности лесной полосы Восточной Европы, Урала и Западной Сибири, вероятно, обусловлено их общей генетической подосновой, а также системой динамичных связей между на-

селением этих регионов. Результаты работы обобщены в монографии Н.М. Чаиркиной «Погребальные комплексы эпохи энеолита и раннего железного века Зауралья (по материалам погребально-культовой площадки Скворцовская гора V)» (рис. 93).

Подведены итоги изучения наскальных изображений Среднего и Северного Урала. Выявлены 54 пункта с древними рисунками, датируемые преимущественно эпохами энеолита и бронзового века. Обоснованы многоверсионные попытки истолкования наскального искусства как части сложной обрядово-ритуальной практики древнего населения Урала, связанной с мифологическими представлениями древних уральцев, календарной обрядностью его творцов. Акцентируется внимание на том, что одной из важнейших особенностей такой обрядности было воспроизведение в ритуале космогонических/космологических мифов. Результаты работ обобщены в монографии В.Н. Широкова, С.Е. Чаиркина «Наскальные изображения Северного и Среднего Урала» (рис. 94).

В рамках направлений «социальная археология» и «экосоциальная адаптация», включая изучение основ хозяйственной деятельности, роли

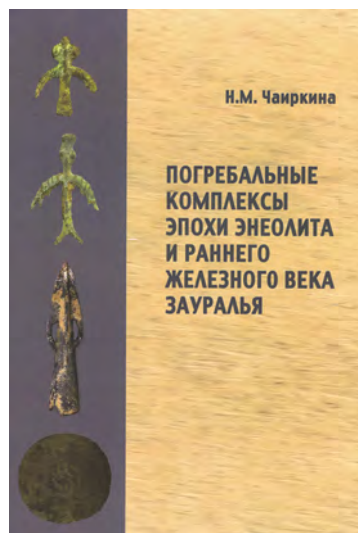


Рис. 93. Н.М. Чаиркина. Погребальные комплексы эпохи энеолита и раннего железного века Зауралья

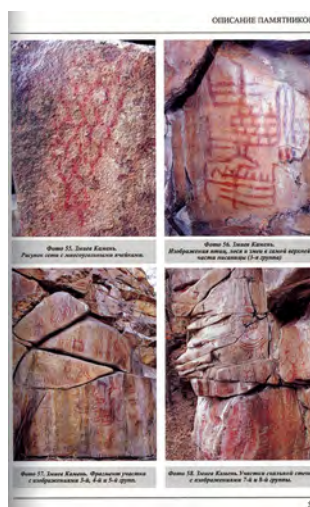


Рис. 94. В.Н. Широков, С.Е. Чаиркин. Наскальные изображения Северного и Среднего Урала



Рис. 95. Н.А. Берсенева. Социальная археология: возраст, гендер, статус в погребениях саргатской культуры

локальных, региональных и континентальных структурных взаимодействий, а также вариации уровня социальной сложности населения эпохи бронзы и раннего железа Южного Урала, Зауралья и Западной Сибири, проведены полевые работы на нескольких археологических памятниках в пределах изучаемых регионов. В фокусе исследований находились вопросы хронологии, проблемы проявлений социокультурной вариативности, вопросы социальной идентичности разных групп древнего населения (рис. 95). Результаты работ обобщены в монографии Н.А. Берсеновой «Социальная археология: возраст, гендер, статус в погребениях саргатской культуры» (**Институт истории и археологии УрО РАН**).

Продолжено исследование фондов ЦНБ УрО РАН и подготовлен к печати иллюстрированный каталог «Книжные знаки в семейной библиотеке Шубиных»; издан биографический справочник «История Северного Урала в лицах»; продолжено введение в научный оборот «Каталога российским книгам» библиотеки графа П.А. Строганова; подготовлено к печати научное описание новых поступлений рукописных книг в библиотеку Екатеринбургской Духовной семинарии; опубликован раздел в коллективной монографии, посвященной исследованию уникального рукописного памятника древнерусской ораторской прозы «Статир», написанного в конце XVII в. на Урале в вотчине Строгановых. Полученные результаты вносят вклад в изучение истории государственных, общественных и личных библиотек, книжных памятников и в целом в исследование истории российской культуры (рис. 96) (**Центральная научная библиотека УрО РАН**).



Рис. 96. Из публикаций Центральной научной библиотеки УрО РАН

#### **84. Проблемы теории исторического процесса, обобщение опыта социальных трансформаций и общественный потенциал истории.**

Разработана теоретико-концептуальная модель модернизации в российском цивилизационном контексте. Определены базовые параметры российской цивилизации, их воздействие на динамику и характер российских модернизаций. Выявлены универсальные и цивилизационно-специфические параметры российских модернизаций. Определено соотношение эволюционных и революционных механизмов на разных стадиях модернизации. Описана историческая вариативность воздействия научно-технологического прогресса на характер цивилизационной динамики. Установлены пространственно-региональные особенности распространения волн и субпроцессов модернизации, параметры геополитической арены модернизации, специфика центр-периферийных взаимоотношений. Проанализирована фронтирность как цивилизационная особенность российских модернизаций. Результаты исследований обобщены в коллективной монографии «Цивилизационное своеобразие российских модернизаций XVIII–XX вв.: пространственно-временной аспект» (под ред. ак. В.В. Алексеева) и сборнике статей «Модернизация в цивилизационном контексте: российский опыт перехода от традиционного к современному обществу» (отв. ред. ак. В.В. Алексеев) (рис. 97).

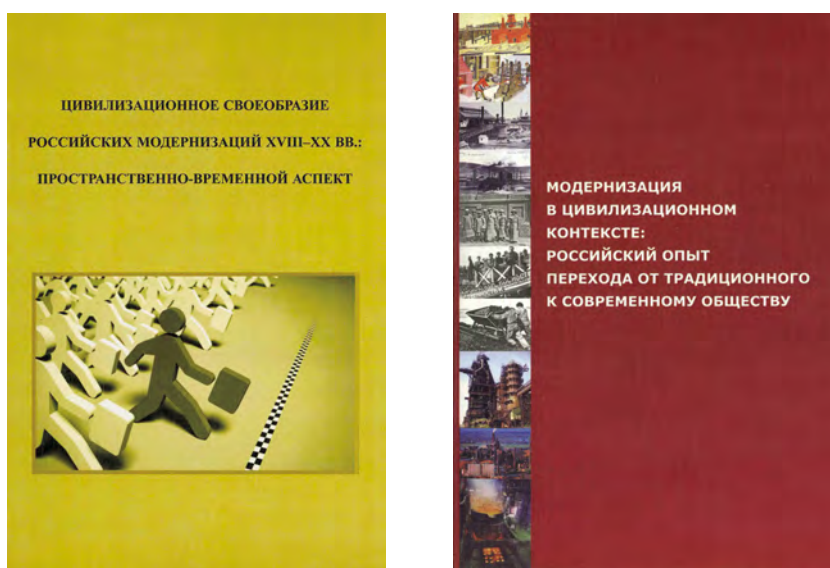


Рис. 97. Труды Института истории и археологии УрО РАН, посвященные особенностям российской модернизации

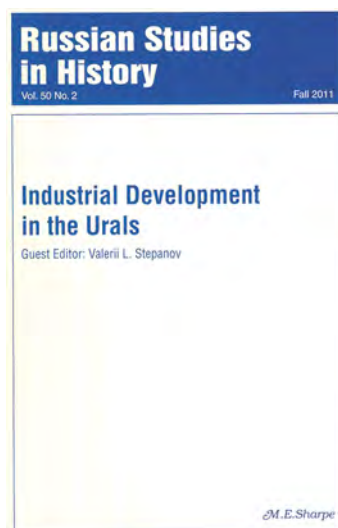


Рис. 98. Издания Института истории и археологии УрО РАН

Дана комплексная характеристика регионального (уральского) варианта индустриальной цивилизации, сформировавшейся в России в результате воздействия мирового модернизационного процесса. Выявлена региональная специфика процессов складывания технологических, социальных, культурно-ментальных черт индустриальной цивилизации на Урале. Проанализирована роль уральской металлургии в истории и наследии мировой индустриальной цивилизации. Результаты исследований опубликованы в монографии В.В. Алексеева, Е.В. Алексеевой «L'Oural métallurgique, histoire et patrimoine» (Chambéry. Université de Savoie. Édition française de Gracia Dorel-Ferré), а также специальном тематическом выпуске журнала «Russian Studies in History» (статьи И.Л. Маньковой, Е.А. Курлаева, Е.Г. Неклюдова, С.В. Голиковой, Л.А. Дашкевич, В.П. Тимошенко) (рис. 98).

Выявлены особенности становления, развития и эволюции посессионного права в истории уральской горнозаводской промышленности XIX – начала XX в. Реконструирована полемика о квалификации посессионного права и его влиянии на развитие промышленности, длившаяся в российском обществе с середины XIX в. Подробно проанализирована деятельность правительственных комиссий и совещаний по подготовке проекта прекращения посессионных отношений, а также борьба заводчиков за освобождение уральских заводов от посессионного права. Прослежена динамика состава посессионных округов за весь изучаемый период. Результаты исследования обобщены в монографии Е.Г. Неклюдова «Посес-

сионное право в истории уральской горнозаводской промышленности XIX – начала XX в.» (рис. 99).

В области анализа формирования сферы гражданской деятельности как субпроцесса модернизации на материале Уральского региона второй половины XIX – начала XX в. показана роль различных субъектов (органы местного самоуправления, добровольные ассоциации, религиозно-общественные организации) в развитии сферы гражданской деятельности, под которой понимается совокупность внесударственных отношений, где проявляют себя свободные граждане, принимая участие в общественной жизни, добровольных ассоциациях и организациях (светских и церковных), органах местного самоуправления, выступая с теми или иными гражданскими инициативами. Дана характеристика направлений гражданской деятельности – социально-экономической, досуговой, благотворительной. Ре-



Рис. 100. Монография «Формирование сферы гражданской деятельности на Урале второй половины XIX – начала XX в.: социальный аспект»



Рис. 99. Е.Г. Неклюдов. Посессионное право в истории уральской горнозаводской промышленности XIX – начала XX в.

зультаты обобщены в монографии «Формирование сферы гражданской деятельности на Урале второй половины XIX – начала XX в.: социальный аспект» (отв. ред. И.В. Побережников) (рис. 100).

В контексте российской модели модернизации экономики в первой половине XX в. показаны роль Урало-Кузбасса в советской экономической и государственной стратегии, его место в ряду других мегапроектов регионального развития, исследованы вопросы использования опыта разработки урало-кузнецкого проекта при долгосрочном планировании экономического развития восточных районов страны. Особое внимание уделено детальной реконструкции предыстории проекта, проблемам применения зарубежного технико-технологического опыта в ходе советской индустриализации, а также вопросам решения крупнейших инфраструктурных задач, поставленных реа-



Рис. 101. Коллективная монография «Факторный анализ российского исторического процесса» (В.В. Алексеев и др.)

го исторического процесса, кроме того, дано теоретическое обоснование вербального моделирования. Разработана вербальная факторная модель российского исторического процесса. Построена имитационная модель экономического развития России в 1883–1914 гг. Результаты исследований представлены в коллективной монографии «Факторный анализ российского исторического процесса» (В.В. Алексеев и др.) (рис. 101).

Выявлены закономерности ключевых аспектов демографической истории Урала в XVIII–XX вв.: процессов рождаемости, смертности, социально-демографической политики, демографического поведения и демографического сознания регионального сообщества. Методологической базой исследования стала концепция демографического перехода, первый этап которого завершился на Урале к середине 1960-х гг. сменой типа воспроизводства. Результаты исследования представлены сборником статей «Исторические аспекты воспроизводства населения Урала» (рис. 102) (Институт истории и археологии УрО РАН).

лизацией программы Урало-Кузбасса (транспорт, социальное обеспечение и др.). Результаты представлены в тематическом номере рецензируемого журнала «Уральский исторический вестник» (статьи Е.Т. Артемова, Е.Ю. Баранова, В.П. Микитюка, Г.Е. Корнилова, Е.Г. Неклюдова и др.).

Обоснована так называемая «трехфакторная модель», в которой демографические циклы сочетаются с колонизационными процессами и волнами диффузии западноевропейских инноваций. Выявлено соотношение географического, демографического и технологического факторов на протяжении имперской модернизации России в XVIII – начале XX в. Результаты исследований опубликованы в монографии С.А. Невфедова «История России. Факторный анализ. Т. 2. От окончания Смуты до февральской революции».

В рамках факторного анализа российско-



Рис. 102. Сборник статей «Исторические аспекты воспроизводства населения Урала»

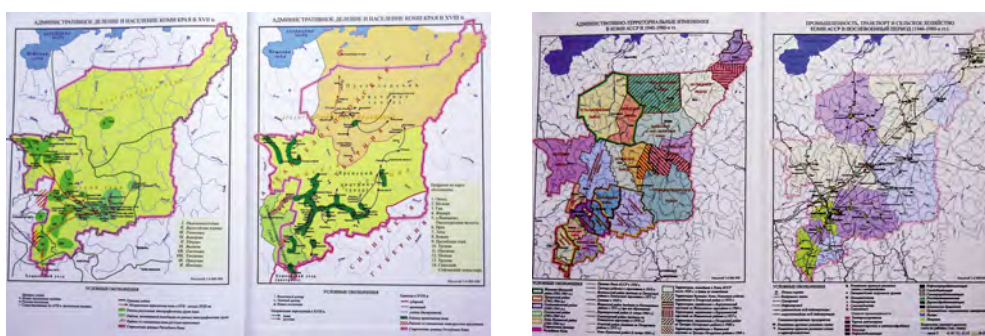


Рис. 103. Коллективная монография «История Коми с древнейших времен до современности» в двух томах

Показаны общие закономерности и региональные особенности освоения и развития Коми региона. Дана оценка исторического опыта решения важнейших социальных проблем края. Раскрыты как общие закономерности исторического процесса, так и его региональные особенности. Ряд тем (демографические процессы, репрессии, предпринимательство, религия и другие) освещен впервые. В основу положены новые, не доступные ранее архивные материалы. Издана коллективная монография «История Коми с древнейших времен до современности» в двух томах (рис. 103) (**Институт языка, литературы, истории Коми НЦ УрО РАН**).

На основе научной интерпретации новой документальной базы представлена историческая реконструкция преобразований россий-



Рис. 104. Л.Н. Бехтерева. Удмуртия в годы новой экономической политики: торгово-промышленное развитие и социокультурный облик рабочих

ского общества, осуществляемых партийно-советским руководством в рамках государственного варианта социализма в первые постреволюционные десятилетия XX в. Опыт торгово-промышленного развития Удмуртии и социокультурного облика слоев населения, связанных преимущественно с промышленным производством в период новой экономической политики, с известным допущением могут быть отнесены к РСФСР–СССР в целом. По итогам исследования издана монография Л.Н. Бехтеревой «Удмуртия в годы новой экономической политики: торгово-промышленное развитие и социокультурный облик рабочих» (Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing) (рис. 104) (Удмуртский институт истории, языка, литературы УрО РАН).

#### **85. Изучение эволюции человека, обществ и цивилизаций, человек в истории и история повседневности, ретроспективный анализ форм и содержания взаимоотношений власти и общества.**

При анализе процессов диффузии инноваций в истории теоретически обосновано место протоиндустриализации, выявлены закономерности и особенности процессов импорта и усвоения инноваций в промышленности, экономике, обществе, повседневности, их влияние на природу российских социальных институтов и систем культуры на региональном (уральском) уровне. Представлено соотношение эндогенных и экзогенных (европейских) детерминант модернизации на Урале, обозначены направления, каналы, агенты, механизмы и результаты распространения инноваций в регионе, типы реакций общества на импорт нововведений, а также результаты их адаптации в институциональной, хозяйственно-экономической, социокультурной сферах. Итоги исследований обобщены в коллективных монографиях «Диффузия технологий, социальных институтов и культурных ценностей на Урале (XVIII – начало XX в.)» (отв. ред. Е.В. Алексеева) и «Технико-технологические инновации в горно-металлургическом производстве Урала в XVII–XVIII вв.» (отв. ред. Е.А. Курлаев) (рис. 105) (Институт истории и археологии УрО РАН).

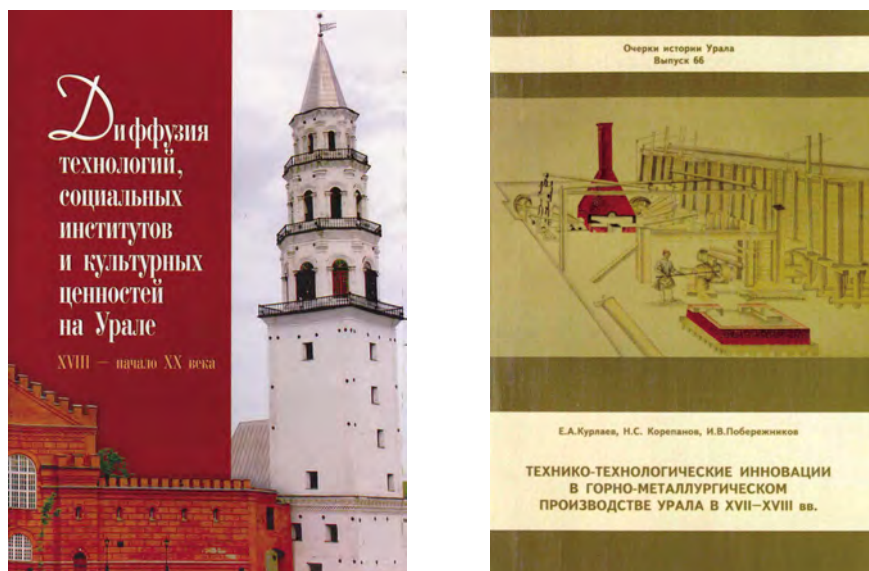


Рис. 105. Труды Института истории и археологии УрО РАН

#### 86. Исследование государственного развития России и ее места в мировом историческом и культурном контексте.

Раскрыты вопросы противоречивого влияния советской политической системы на общесоюзном и региональном уровнях на процессы развития российской модернизации, формирования командно-мобилизационной экономики, геополитических изменений международного характера. Показано неоднозначное воздействие партийно-государственной власти на внешнеполитическую, организационно-административную и социально-экономическую сферы советского общества. Результаты исследований обобщены в коллективной монографии «Советская политическая система в истории России: особенности геополитического и регионального развития» (отв. ред. А.В. Сперанский) (рис. 106) (Институт истории и археологии УрО РАН).



Рис. 106. Коллективная монография «Советская политическая система в истории России: особенности геополитического и регионального развития»

### 87. Изучение духовных и эстетических ценностей отечественной и мировой литературы и фольклора.

Установлены особенности взаимодействий литературы Урала с широкими культурно-историческими и литературно-художественными контекстами (общерусская литература, литературы народов России и региона в частности). Через систему сюжетно-мотивных блоков и пространственно-временную организацию текста реконструирован литературный образ Урало-Сибирского региона, выявлены его ведущие мифологемы и семантические оппозиции. Рассмотрены типы взаимодействия русской литературы с удмуртской и коми литературами, формы преемственности художественного опыта, обретенного литературами народов Урала на начальной стадии развития (XIX в.) и своеобразно преломившегося в

творчестве современных писателей. Проанализирована роль литературного журнала в становлении и функционировании национальной литературы как системы (Институт истории и археологии УрО РАН).

На основе систематизации корпуса календарных обрядовых текстов и терминологической лексики, выявления диахронных пластов и инноваций локальных вариантов традиционной культуры, ареалов распространения обрядовой терминологии и основных семантических блоков ритуальной практики проанализированы представления удмуртов о времени. По итогам исследования издана монография, открывающая серию «Удмуртская обрядовая азбука» (Т.Г. Владыкина, Г.А. Глухова. «Ар-год-берган»: Обряды и праздники удмуртского календаря») (рис. 107) (Удмуртский институт истории, языка, литературы УрО РАН).



Рис. 107. Т.Г. Владыкина, Г.А. Глухова. «Ар-год-берган»: Обряды и праздники удмуртского календаря

### 88. Проблемы теории, структуры и исторического развития языков мира; изучение эволюции, грамматического и лексического строя русского языка.

Определено место наречий в системе частей речи удмуртского языка, сделана попытка отграничения от них звукоподражательных и наречно-изобразительных слов. Особое место уделено рассмотрению образования наречий и проблеме недифференцированных слов удмуртского языка. Впервые в истории удмуртской морфологии отдельно от категории степеней сравнения изучена категория степеней качеств наречий. Детально и подробно описан синтаксис наречий (Удмуртский институт истории, языка, литературы УрО РАН).