

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ
ИМ. В.С.СОБОЛЕВА**

Основные научные достижения за 2012 год

**Новосибирск
2012**

Лаборатория геодинамики и магматизма
№ 212

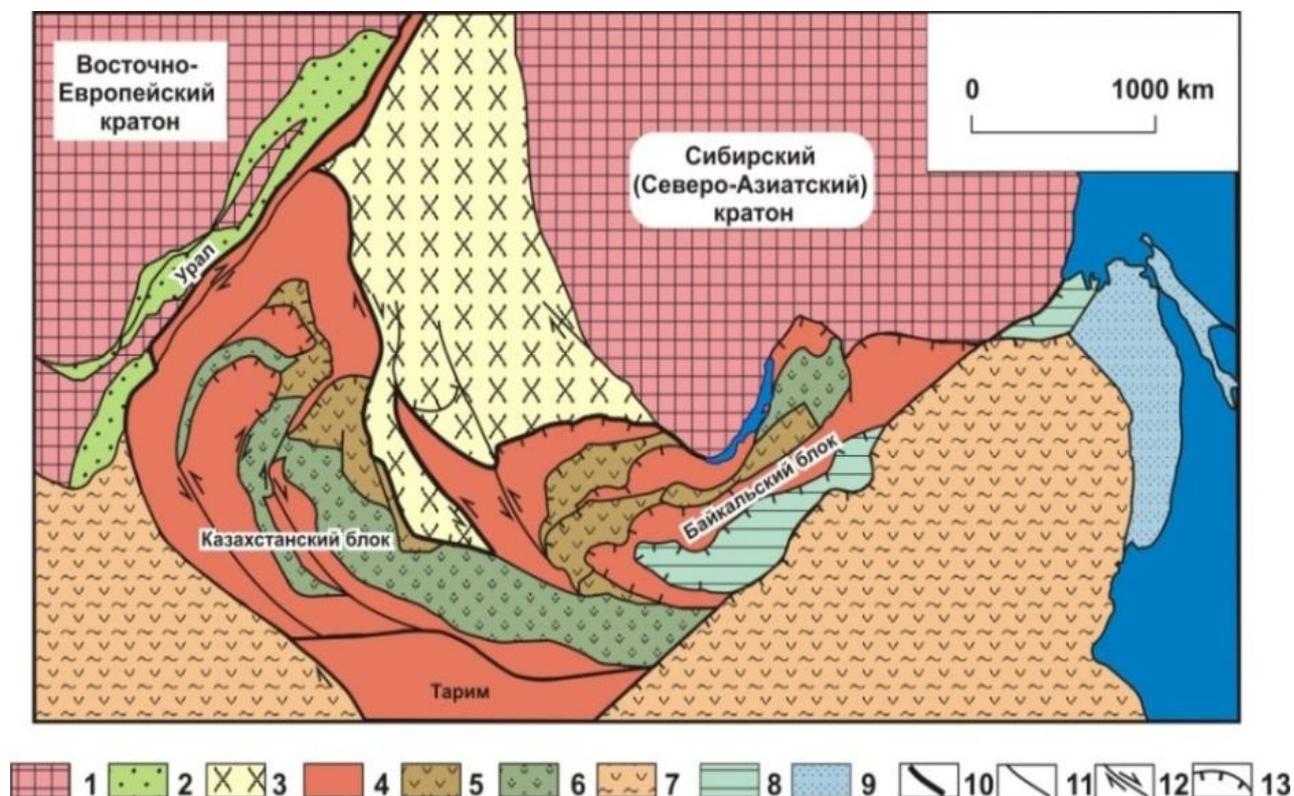


Рис.1. Схема тектонического районирования Центрально-Азиатского складчатого пояса .

1- докембрийские кратоны, 2- палеозойские образования пассивной окраины Восточно-Европейского кратонов, 3- венд-палеозойские окраинно-континентальные образования Сибирского (Северо-Азиатского) кратона, 4-7- Казахстанско-Байкальский составной континент.

Составлена схема тектонического районирования Центрально-Азиатского складчатого пояса. Выделены основные структурные элементы:

1. Казахстанско- Байкальский составной континент, фундамент которого сформирован в венде-кембрии в результате субдукции под юго-восточную окраину Сибирского континента (в современных координатах) океанической коры Палеоазиатского океана, включающей докембрийские микроконтиненты и террейны Гондванской группы. В позднем кембрии-раннем ордовике он был отделен от Сибирского континента Обь-Зайсанским океаническим бассейном;

2. Венд-палеозойский окраинно- континентальный комплекс западной части Сибирского континента, состоящих из венд- кембрийской Кузнецко-Алтайской островной дугой, ордовикско-раннедевонской пассивной окраины и девонско- раннекарбоновой активной окраины. В аккреционных клиньях островной дуги широко представлены фрагменты вендско-раннекембрийской океанической коры, состоящей из офиолитов и палеоокеанических поднятий. В западной окраине Сибирского континента отсутствуют континентальные блоки Гондваны, что предполагает ее формирование на конвергентной границе Палеопацифики.

3. Средне-поздпалеозойская Чарышско-Теректинско-Улаганско-Саянская сутурно-сдвиговая зона, разделяющая окраинно-континентальные комплексы западной части Сибирского и Казахстанско-Байкальского континент. В ее строение принимают участие фрагменты кембрийско-раннеордовикской океанической коры Обь-Зайсанского океанического бассейна, ордовикские голубые сланцы и кембро-ордовикские турбидиты, среднепалеозойские метаморфические породы зон смятий. Вдоль сутурной зоны происходило трансформное смещение на запад континентальных масс Казахстано-Байкальского континента вдоль юго-восточной окраины Сибирского континента.

В позднем девоне-раннем карбоне континенты амальгамировали и создали Северо-Азиатский континент. Выделены три орогенные стадии в росте континентальной коры Евразии: позднекембро-ордовикская (510-470 млн.лет), позднедевонско – раннекарбоновая (380-320 млн.лет) и пермо-триасовая (285-230 млн.лет). Эти стадии в эволюции Центрально-Азиатского складчатого пояса сопровождались раскрытием океанов и проявлением плюмового магматизма (ультрабазит-базитового и бимодального). Периоды проявления Таримского (285-275 млн. лет) и Сибирского (250-230 млн.лет) суперплюмов совпадают с закрытием Уральского океана и раскрытием Мезо- и Нео-Тетиса., а также с эпохами крупнейших эндогенных оруденений.

исполнители: академик Н.Л. Добрецов, д.г.-м.н. М.М. Буслов, к.г.-м.н. Ф.И. Жимулев

Лаборатория метаморфизма и метасоматоза
440

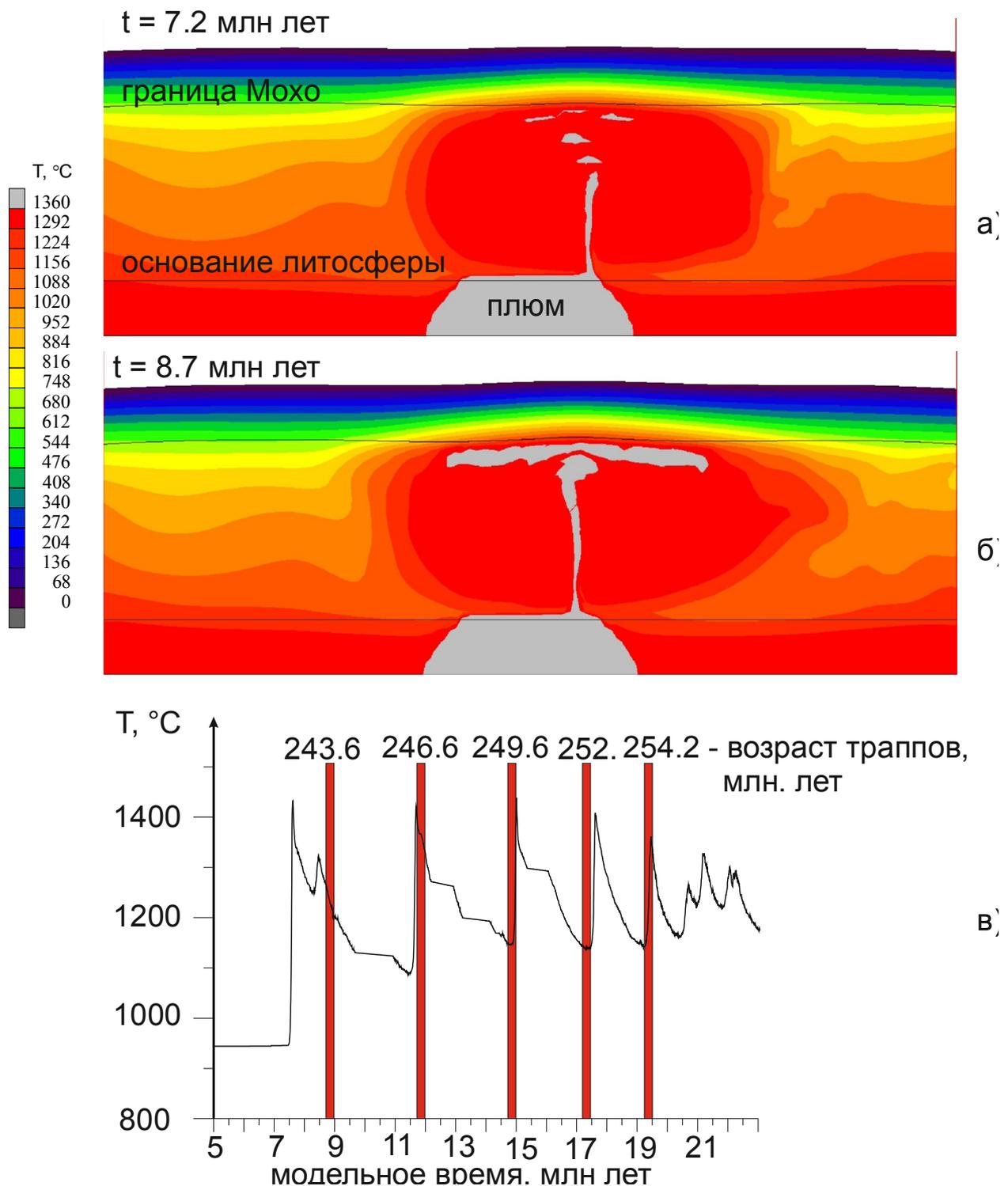


Рис 1. Модель мантийного диапиризма магмы основного/ультраосновного состава под Сибирским кратоном. а-б) температурные поля в области всплывающего диапира для разных моментов времени. Шкала температуры (слева) дана в субсолидусном интервале. Серое – область частичного расплава (диапир) над верхнемантийным тепловым источником (плюм). в) Периодический температурный режим под границей Мохо над плюмом (сплошная линия). Для сравнения приведены определения абсолютного возраста (столбцы) внедрения траппов южной части Сибирской платформы по данным (Патон и др., 2010).

Построена модель мантийного диапиризма магмы основного/ультраосновного состава под Сибирским кратоном. Получена зависимость режимов всплывания от реологии (степени деплетированности или флюидонасыщенности) литосферной мантии. В зависимости от выбранной реологической модели в экспериментах наблюдались: i) однократное всплывание вещества с «каналом» и «головой» диапира; диапир не достигал границы мантии и коры; ii) возникал осциллирующий режим подъема новообразованных порций магмы, достигающих подошвы коры; iii) имело место внедрение вещества в форме силла, который распространялся латерально либо под основанием коры (режим андерплейтинга), либо на более глубинном уровне, в мантии. Модель андерплейтинга хорошо укладывается в рамки концепции повторных внедрений магм в литосферу кратонов (Bryan et al., 2010). Сделаны оценки скорости и длительности подъема частично расплавленного материала через литосферу до уровня границы кора-мантия, определены параметры периодичности в случае осциллирующего режима, с повторными порциями всплывающей магмы. Периодичность подъемов диапиров (2-3 млн лет) согласуется с наблюдаемыми возрастами импульсов траппового магматизма на юге Сибирской платформы. Этап начального прогрева основания литосферы составлял первые миллионы лет, однако сам процесс проникновения магмы через литосферу кратона происходит заметно быстрее и составляет сотни тысяч – миллион лет.

исполнители: академик В.В. Ревердатто, д.г.-м.н. О.П. Полянский, к.ф.-м.н. А.В. Бабичев, С.Н. Коробейников (ИГиЛ СО РАН).

Интеграционный проект СО РАН №12.

Программа VII.58.1. Минералообразование в условиях высоких давлений в континентальной литосфере; условия образования и локализации месторождений алмазов

**Лаборатория минералов высоких давлений и алмазных месторождений
451**

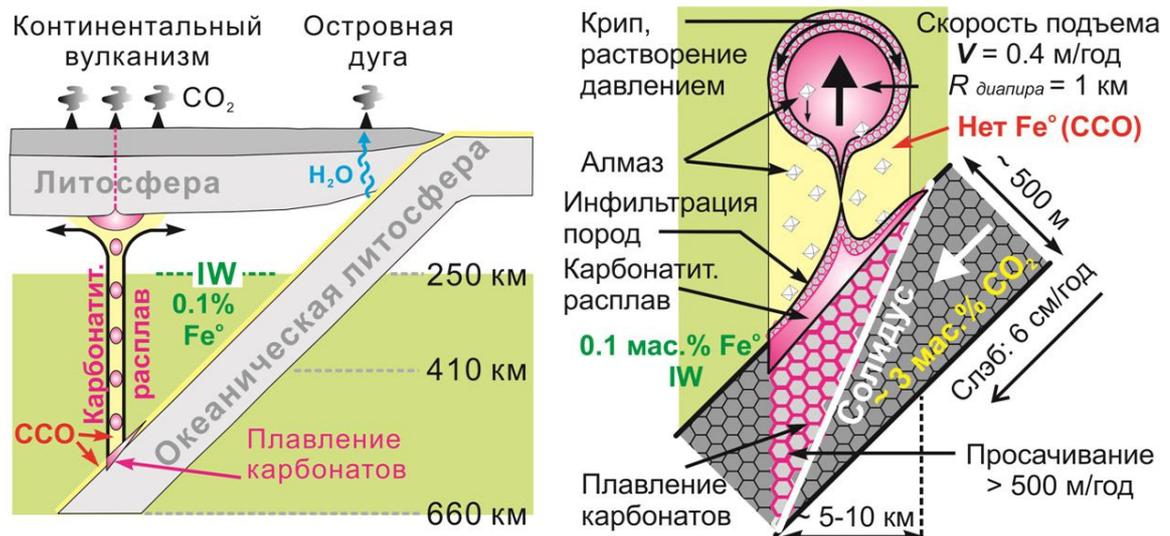
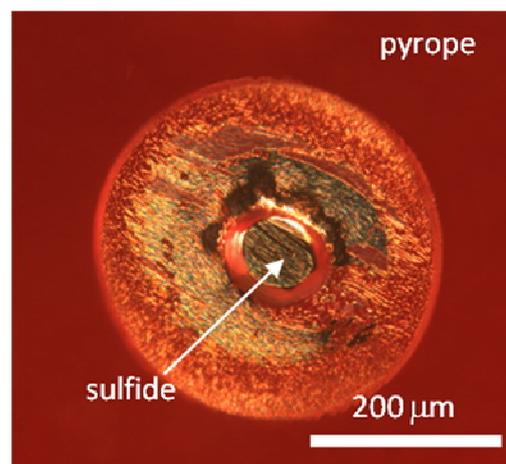
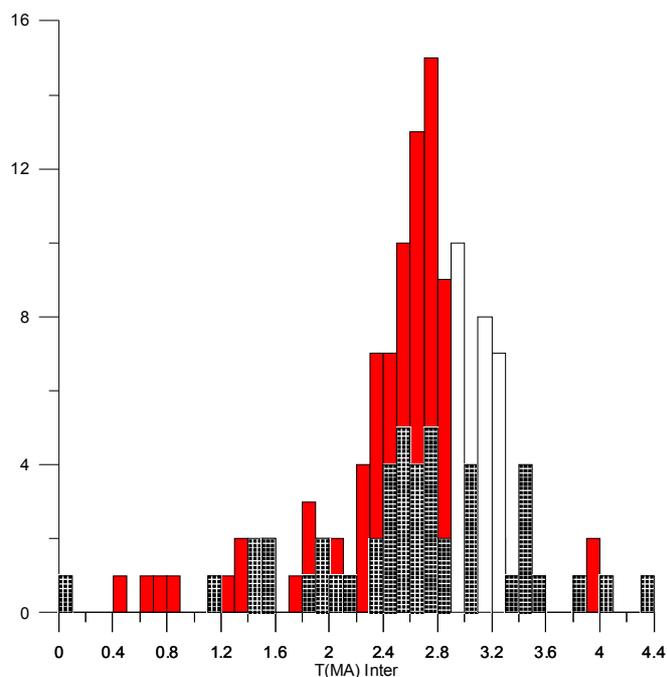


Схема «Большого мантийного клина» и плавления стагнирующего или простого слэба (слева). Модель образования и подъема карбонатитового диапира включающая несколько этапов: 1) скоростная экстракция карбонатитового расплава из пород слэба и накопление расплава вдоль границы слэб-мантия, 2) инфильтрация расплава в вышележащие породы и образование диапира, 3) подъем диапира к поверхности по механизму растворение-осаждение, CCO и IW- кислородные буферы.

Проведены эксперименты по плавлению щелочных карбонатитов при давлениях до 21 ГПа с целью определения реальных солидусов карбонатсодержащих перидотитов и эклогитов в мантии, что имеет важнейшее значение для построения моделей плавления субдукционных плит и последующего массопереноса. Исходные материалы для экспериментов представляли смесь карбонатов и оксидов. Были выбраны два состава, обогащенный Na_2O , далее Na-карбонатит (мас.%): $\text{SiO}_2=4$; $\text{FeO}=4$; $\text{MgO}=14$; $\text{CaO}=27$; $\text{Na}_2\text{O}=7$; $\text{K}_2\text{O}=2$; и обогащенный K_2O , далее K-карбонатит (мас.%): $\text{SiO}_2=4$; $\text{FeO}=4$; $\text{MgO}=20,2$; $\text{CaO}=20,2$; $\text{Na}_2\text{O}=2$, $\text{K}_2\text{O}=7$. Эти составы близки к расплавам, образующимся при малых степенях плавления карбонатизированных эклогита и перидотита, соответственно. Получена РТ-диаграмма солидусов и стабильности фаз. В экспериментах были установлены несколько щелочных карбонатов, некоторые из которых являются новыми фазами. Новая фаза $\text{K}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_3$ (K2Mg) обнаружена в ряде опытов 6,5–10,5 ГПа. Она образует ряд составов, смещенных в сторону другого карбоната $\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{CO}_3)_2$ (K2Mg2). Новая фаза $\text{K}_2\text{Ca}_4(\text{CO}_3)_5$ (K-Ca) образует ряд составов в сторону арагонита до (возможно, стехиометрического) $\text{K}_2\text{Ca}_5(\text{CO}_3)_6$.

В результате экспериментов сделан вывод о плавлении карбонатов субдукционных плит на уровне переходного слоя, что приводит к образованию карбонатитовых диапиров, которые могут всплывать сквозь мантию по механизму растворение-осаждение приводит к созданию окисленных каналов в мантии и являться эффективным механизмом образования глубинных алмазов за счет восстановления углерода из расплава (см. рис.).

исполнители: д.г.-м.н. К.Д. Литасов, к.г.-м.н. А.Ф. Шацкий

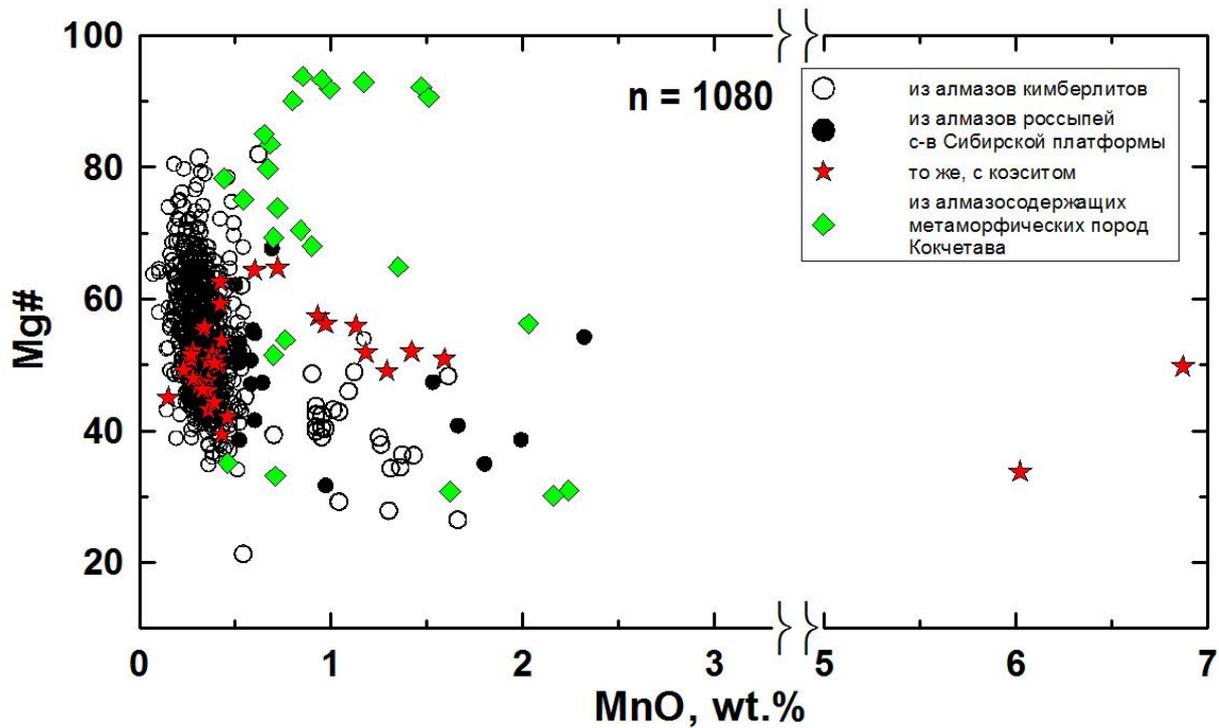


Фотография сингенетичного минерального включения сульфида в пиропе перидотитового парагенезиса из кимберлитовой трубки Интернациональная.

Гистограмма T_{CHUR} модельных возрастов для сингенетичных минеральных включений сульфидов в пиробах перидотитового парагенезиса из кимберлитовой трубки Интернациональная (красный цвет) и в ксенокристаллах оливина из кимберлитовой трубки Удачная (Griffin et al., 2002) (черный цвет) (модельные параметры из Shirey and Walker, 1998).

Сингенетичные включения сульфидов в пиробах и в алмазах из алмазоносных среднепалеозойских кимберлитовых трубок Сибирского кратона были продатированы *in situ* Re-Os методом в Аналитическом Центре “Geochemical Evolution and Metallogeny of Continents”, Macquarie University, Sydney, Australia. Датирование сингенетичных минеральных включений сульфидов в алмазах из кимберлитовой трубки Удачная (Дадынское кимбероитовое поле) дало архейские возраста 3,1 и 3,5 млрд.лет. Результаты датирования 99 минеральных сингенетичных включений сульфидов в пиробах перидотитового парагенезиса из кимберлитовой трубки Интернациональная (Малоботуобинское кимберлитовое поле) обнаружило значительно более молодые возраста с главным ярко выраженным пиком в 2,7 млрд.лет и значительно менее выраженным пиком около 1,9 млрд. лет. Значительно более молодые возраста полученные для минеральных сульфидов в пиробах позволяют нам сделать вывод о более позднем метасоматическом образовании пироба в литосферной мантии Сибирского кратона. Пик в 2,7 млрд. лет соответствует одному из главных планетарных эпизодов формирования континентальной коры, тогда как пик 1,9 млрд.лет соответствует времени амальгамации отдельных архейских террейнов в современную геологическую структуру Сибирского кратона.

исполнители: к.г.-м.н. В.Г. Мальковец, Д.И. Резвухин, к.г.-м.н. А.А. Гибшер, Е.В. Щукина, академик Н.В. Соболев, академик Н.П. Похиленко



Включения в алмазах эклогитовых гранатов, содержащих повышенную примесь марганца: свидетельство рециклирования пород земной коры.

Для 20% гранатов Э-типа из алмазов россыпей северо-востока Сибирской платформы установлена повышенная примесь MnO (от 0,5 до 7,0 мас.%), что почти на порядок превышает данные для алмазов всех известных кимберлитов (более 1000 анализов). Аналогичные особенности свойственны гранатам алмазоносных метаосадочных пород Кокчетавского массива и других регионов.

Эти результаты можно рассматривать в качестве «метки» участия в алмазообразовании метаосадочных пород земной коры, субдуцированных в мантию и, соответственно, в качестве дополнительного поискового критерия для указанной территории.

исполнители: академик Н.В. Соболев, к.г.-м.н. А.М. Логвинова

Программа VII.58.2. Мантийно-коровые рудно-магматические системы крупных изверженных провинций и факторы их рудопродуктивности

Лаборатория рудно-магматических систем и металлогении

214

На основе изотопно-геохронологических исследований (U-Pb, Ar-Ar и Re-Os методы) и изотопно-геохимических (Pb, Sr, S, C, He) исследований 15 крупных рудных узлов с крупными и уникальными месторождениями разного геохимического профиля (Sn-Ag, Cu-Mo-Au-Ag, Ni-Co-Ag, Ba-F-редкоземельные) установлено, что все они являются производными мантийно-коровых рудно-магматических систем, характерными признаками которых являются:

1) пространственная и временная сопряженность проявления мантийного и корового магматизма;

2) длительность развития (15 -20 млн. л.), что определяется временем существования мантийного базитового или щелочно-базитового магматических очагов;

3) дискретность (этапность) развития процессов магматизма и рудообразования, что объясняется неоднократным проявлением тектонических движений, маркируемых формированием дайковых комплексов базитового или щелочно-базитового состава; 4) приуроченность к крупным тектоническим узлам, с которыми связаны крупные «долгоживущие» магматические центры;

5) полигенность источников рудного вещества и рудообразующих флюидов.

По этим признакам крупные рудные узлы и месторождения существенно отличаются от мелких по масштабу месторождений и рудопроявлений.



Рис. 1. Хронология развития процессов магматизма и рудообразования Центрально-Алданского Au-U рудного района.

исполнители: д.г.-м.н. А.С.Борисенко, д.г.-м.н. И.В. Гаськов, к.г.-м.н. А.А.Боровиков, Е.Г. Дашкевич

Исследование графита из лейкогаббро Верхнеталнахской интрузии показало сложное внутреннее строение, в котором принимают участие sp^2 -гибридизированный углерод, представленный 1D аллотропом (нанотрубки), 2D аллотропом (графен) и их комбинация – микротрубки, полые микроконуса, пористый графит и другие необычные для природного графита формы (рис. 1).

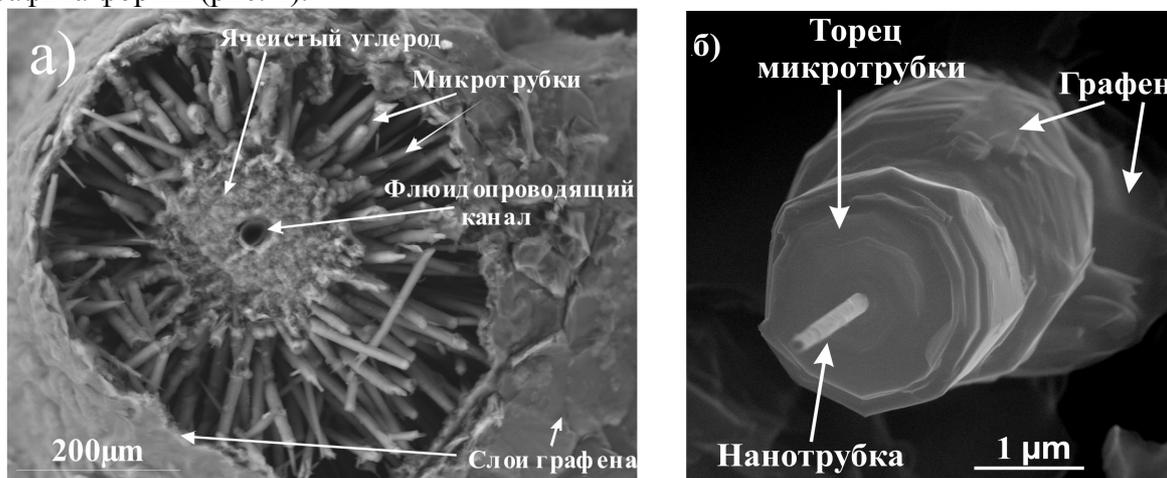
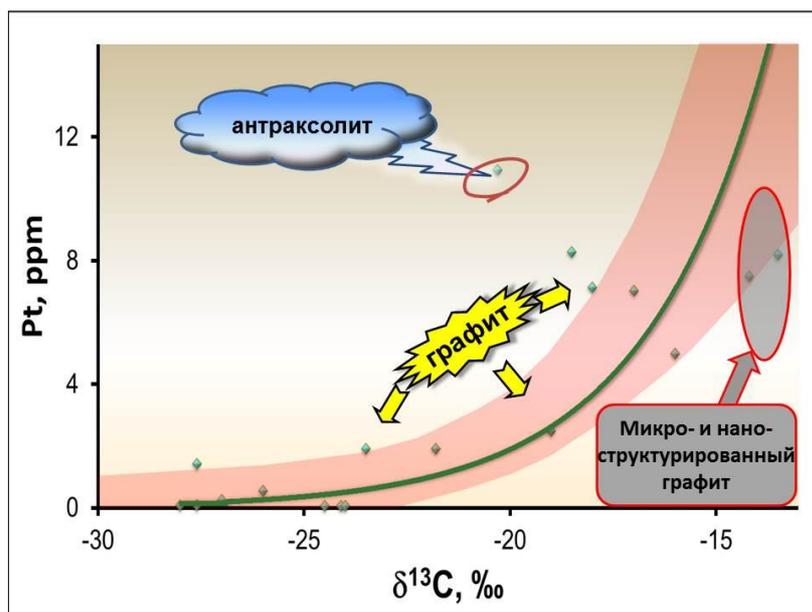


Рис. 1. Скан-изображения а) стенки графеновой глобулы и внутренней системы микро- и нанотрубок с флюидопроводящим каналом; б) микро- и нанотрубки.

Образование подобных форм связано с флюидно-содержащей углеводороды газовой фазой, причем полученный для наноструктурированного графита изотопный состав углерода (диапазон от -13 до -14.5 ‰) показывает промежуточное значение между биогенным (-26‰) и мантийным (-5‰) резервуарами.

Между изотопным составом углерода из базитовых пород и валовым содержанием Pt, определенным методом атомной абсорбции, фиксируется четкая корреляция (рис. 2). Это



свидетельствует в пользу вероятной активной роли углерода при формировании платиновых рудопоявлений с одной стороны, с другой – в пользу каталитической роли платины при формировании углеродных микро- и наноструктур.

Рис. 2. Зависимость содержания Pt (атомно-абсорбиционный анализ) от изотопного содержания углерода.

исполнители: д.г.-м.н. В.А. Пономарчук, д.г.-м.н. В.В. Рябов, Д.В. Семенова, к.х.н. А.Н. Пыряев

Программа VII.65.1. Основные закономерности развития природной среды и климата Сибири в кайнозое и прогноз их влияния на стабильность эко- и геосистем

Лаборатория геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата
224

Раздел	Эпоха, возраст (т.л.н.)	Изотопные стадии	Гумусовые горизонты межледниковых ископаемых почв	Литологическая колонка	Мощность гумусового горизонта, м	
НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	Голоцен	1	современная		0,4	
	10,2					
	верхнее					
		5e	нижняя почва бердского педокомплекса (br1)			0,9
	130					
	среднее	7a	нижняя почва койнихинского педокомплекса (kn1)			0,6
9a		нижняя почва шипуновского педокомплекса (shp1)			0,7	
	11a	нижняя почва шадрихинского педокомплекса (shd2)			1,5	
427						

Сравнение ископаемых почв Западной Сибири, развивающихся в межледниковые эпохи, с современной (голоценовой) почвой в сходных геоморфологических условиях показало большую мощность ископаемых почв, что свидетельствует о том, что крупные межледниковья, в том числе и последнее, были значительно продолжительнее голоцена. Сопоставление профилей голоценовой почвы и шадрихинской почвы, формировавшейся в 11 изотопно-кислородную стадию, во время которой геометрия земной орбиты была близка современной, а стабильные тёплые межледниковые условия продолжались около 40 000 лет, показало, что ее мощность в три раза больше, чем у голоценовой почвы, развивающейся в тех же условиях. Это соответствует непрерывному почвообразованию продолжительностью более 30 000 лет, что позволяет говорить о том, что голоцен представляет собой начальную фазу длительного потепления (рис. 1).

Рис. 1 Соотношение мощностей гумусовых горизонтов ископаемых почв, соответствующих межледниковьям.

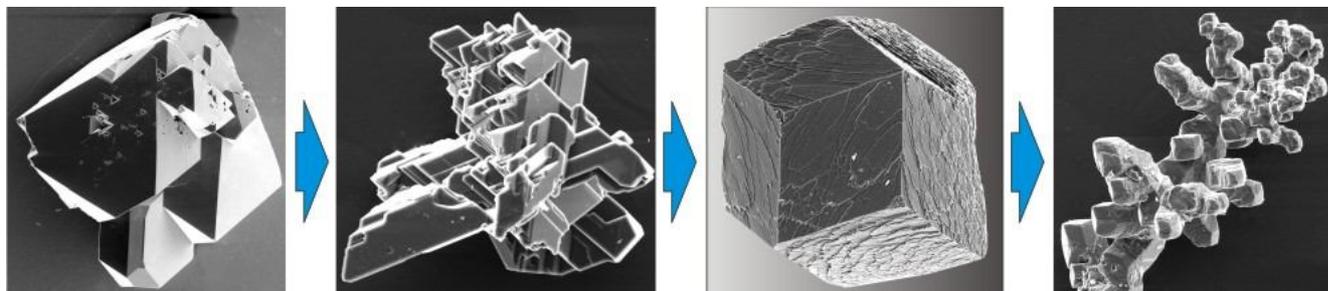
Доказано, что как короткие, так и ультракороткие фазы аридизации климата, лёссообразования и формирования эолового рельефа в четвертичном периоде на юге Западной

Сибири совпадали с периодами похолодания климата, а интервалам потепления климата соответствовали периоды почвообразования и увлажнения. Эти данные позволяют предположить, что развитие глобального потепления на юге Западной Сибири будет сопровождаться общим увлажнением климата

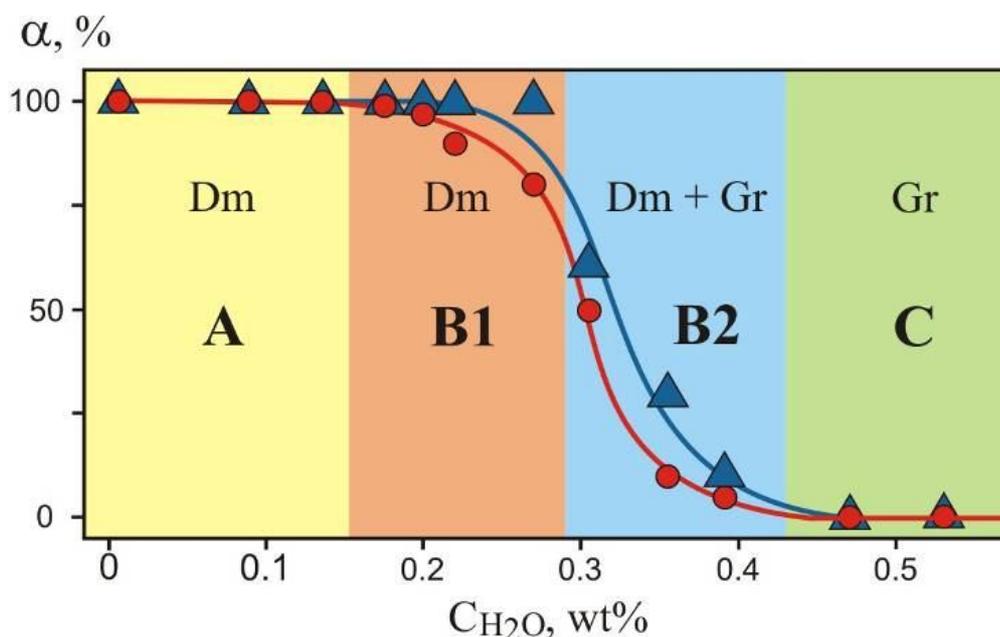
исполнители: д.г.-м.н. В.С. Зыкина, д.г.-м.н. В.С. Зыкин

Лаборатория экспериментальной петрологии и кристаллогенезиса
453

Влияние состава среды на процессы роста и свойства кристаллов алмаза



Увеличение содержания H₂O в FeNiC системе



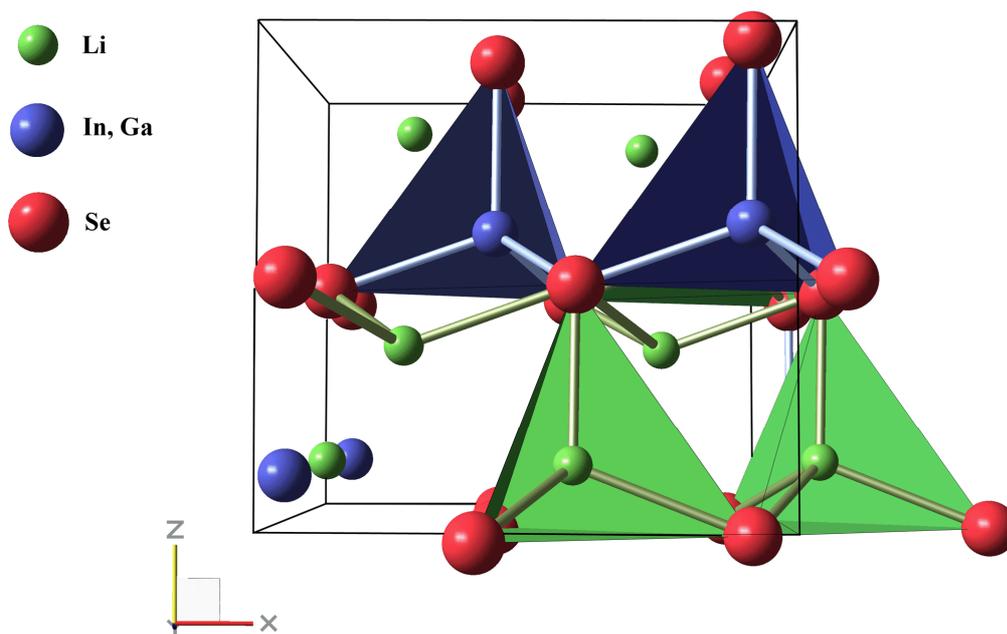
Степень трансформации графита в алмаз как функция содержания H₂O в системе

Проведены экспериментальные исследования процессов кристаллизации алмаза в расплаве металлов при адсорбционном влиянии примеси H₂O. Определены граничные условия стабильности октаэдрической и ромбододекаэдрической форм роста алмаза и их дендритов в зависимости от содержания H₂O в расплаве. Установлено, что увеличение парциального давления воды в системе приводит к уменьшению концентрации примеси азота в алмазах и появлению в ИК спектрах полос поглощения, связанных с углеводородами.

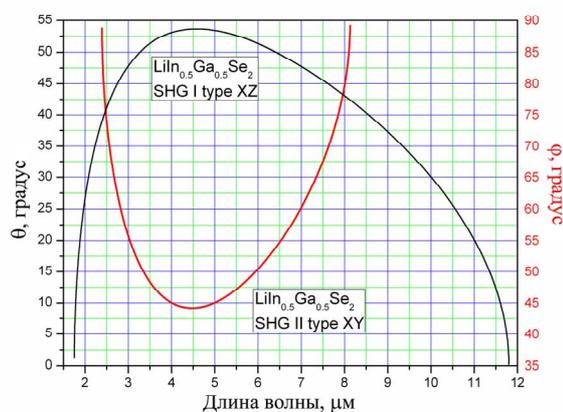
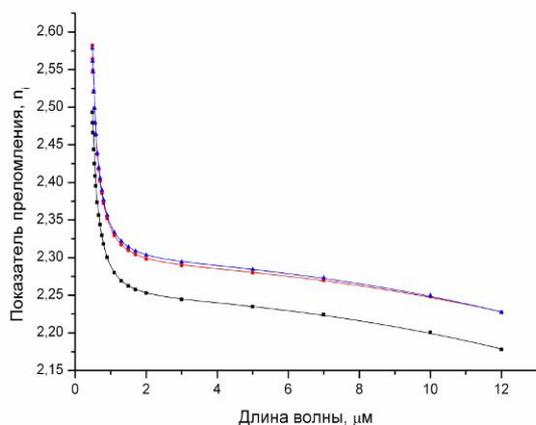
Palyanov Yu. N., Borzdov Yu. M., Kupriyanov I. N., Khokhryakov A. F. Effect H₂O on diamond crystal growth in metal-carbon systems // Crystal Growth and Design, 2012, v.12, 5571-5578.

исполнители: д.г.-м.н. Пальянов Ю.Н., к.г.-м.н. Борздов Ю.М., Куприянов И.Н., д.г.-м.н. Хохряков А.Ф.

Впервые получены нелинейные кристаллы $\text{LiIn}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{Se}_2$ для преобразования лазерного излучения в среднем ИК диапазоне



В структуре кристалла $\text{LiIn}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{Se}_2$ (пространственная группа $\text{Pna}21$) обнаружены две кристаллографически неэквивалентные позиции Li

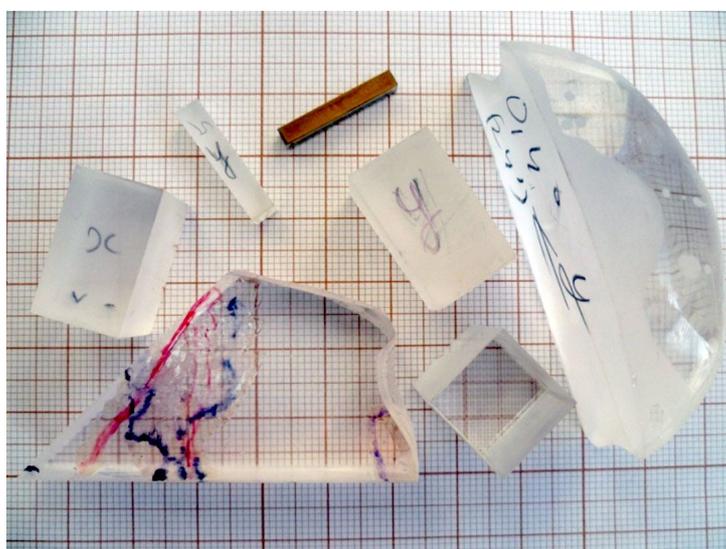
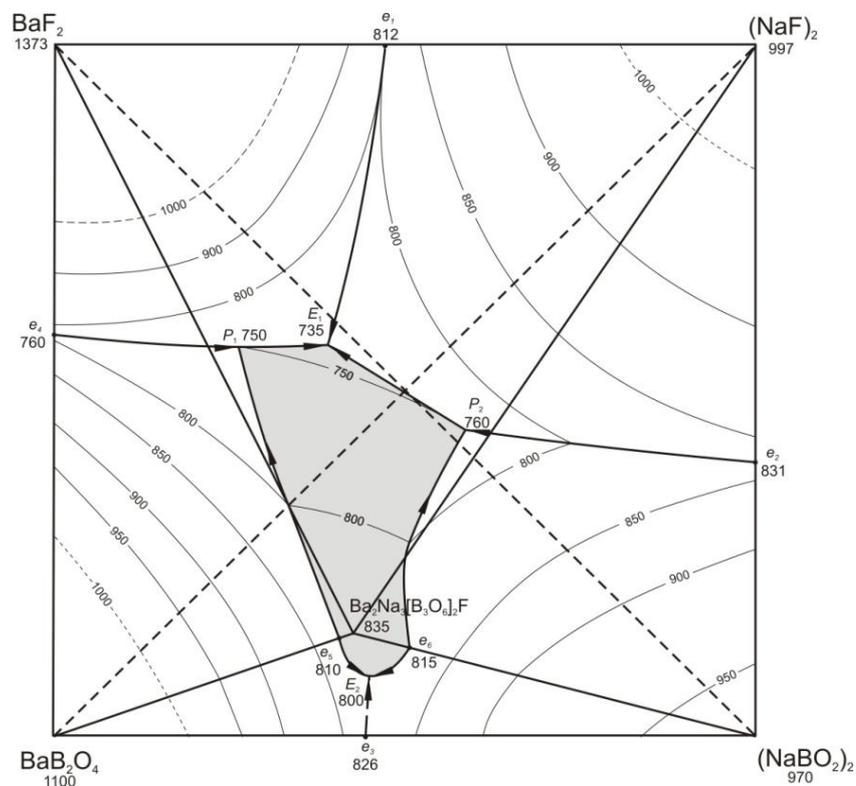


Измерены дисперсионные характеристики, сделана аппроксимация к уравнениям Селмейера и рассчитаны условия фазового синхронизма в диапазоне от 1.75 до 11.75

исполнители: д.т.н. Л.И. Исаенко, С.И. Лобанов, П.Г. Креницын, В.Н. Веденяпин, А.Г. Хамоян

Лаборатория роста кристаллов 447

Исследование поверхности ликвидуса четверной взаимной системы Na, Ba // VO_2 , F. Выращивание кристаллов ВВО (BaV_2O_4) с использованием различных растворителей данной системы. Сравнительный анализ оптических характеристик выращенных кристаллов.



Наиболее высоким коэффициентом выхода 2.85 г/кг·°C характеризуется растворитель BaV_2O_4 - $\text{Ba}_2\text{Na}_3[\text{B}_3\text{O}_6]_2\text{F}$. Оптически более совершенными являются кристаллы, выращенные в системе BaV_2O_4 - NaBaVO_3 . Данные кристаллы отличаются более низким коэффициентом поглощения в ближнем УФ (около 200 нм) и показали рекордные значения оптического контраста

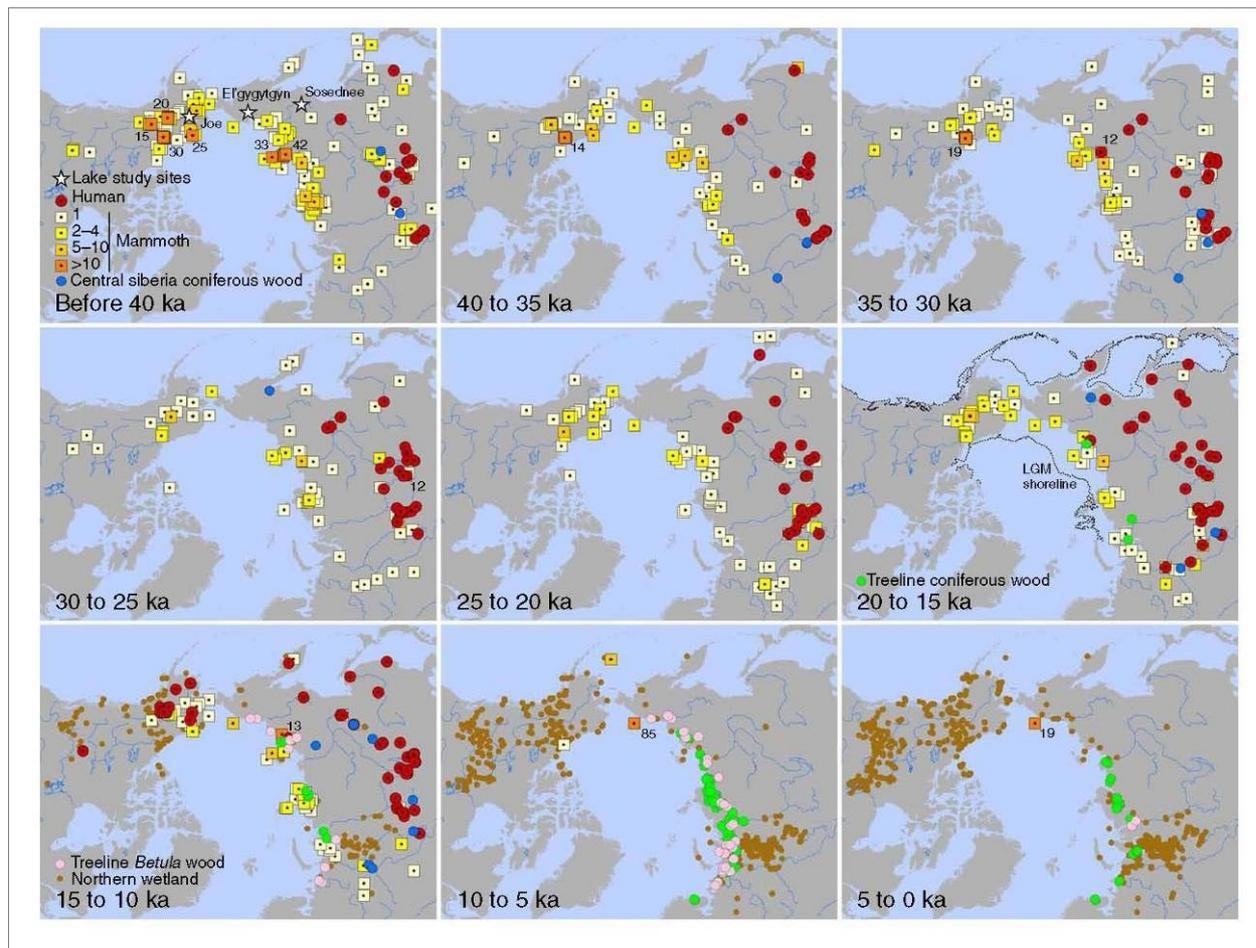
для электро-оптических модуляторов (до 5000).

исполнители: д.т.н. А.Е. Кох, к.г.-м.н. Т.Б. Беккер, к.г.-м.н. К.А. Кох, к.ф.-м.н. В.П. Солнцев, А.В. Давыдов, В.А. Влезко, С.Ю. Стонога

Программа IV.31.2. Новые ГИС и веб-технологии, включая методы искусственного интеллекта, для поддержки междисциплинарных научных исследований сложных природных, технических и социальных систем с учетом их взаимодействия.

Лаборатория геоинформационных технологий и дистанционного зондирования
284

Сопряженный гис-анализ компонентов природной среды во второй половине позднего плейстоцена (45-10 тыс лет назад) в Сибири и северо-американской Арктике.



На основе созданной ГИС-ориентированной базы данных (всего около 3000 точек) по датированным радиоуглеродным методом находкам мегафауны (мамонт, бизон, шерстистый носорог), стоянок палеолита, ископаемой древесины и базальных горизонтов торфяников, а также длинным палеоклиматическим записям для Берингии, проведен детальный анализ факторов вымирания крупных млекопитающих для Сибири, Канады и Аляски в конце плейстоцена – начале голоцена. На основании анализа большого количества фактического материала установлено, что основным фактором вымирания мамонтов и другой мегафауны был природный фактор, а роль древнего человека в этом процессе была невелика. Результаты опубликованы в журнале Nature Communications (импакт-фактор 7.4) (MacDonald et al., 2012).

исполнитель: д.г.-м.н. Я.В. Кузмин