

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ
утверждены Ученым советом СВКНИИ ДВО РАН,
протокол № 8 (861) от 23.11.2023 г.

1.5. Науки о Земле

1.5.5.1. Закономерности образования и размещения твердых полезных ископаемых в различные периоды истории Земли

Определен возраст орогенной золоторудной минерализации на месторождении Наталка – крупнейшем уникальном месторождении в Яно-Колымской золоторудной провинции (Магаданская область). Первые прямые определения возраста рудной минерализации Re-Os методом по арсенопириту и самородному золоту, а также $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом по жильному мусковиту показали валанжинские даты от 136 до 132 млн лет. Проявлений магматизма такого возраста в провинции не известно, поэтому мы заключаем, что формирование золото-кварцевой минерализации связано с метасоматозом, инициированным региональными сдвиговыми деформациями.

[Акинин В.В., Альшевский А.В., Ползуенков Г.О., Сергеев С.А., Сидоров В.А. Возраст орогенного золоторудного месторождения Наталка (U-Pb, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Re-Os ограничения) // Тихоокеанская геология. 2023. Т. 42. № 6, С. 62-79. DOI: 10.30911/0207-4028-2023-42-6-62-79].

IF= 0,41, Q2 (Scopus); IF= 0,8, Q4 (WoS)

Акинин В.В., Альшевский А.В., Ползуенков Г.О., Сергеев С.А., Сидоров В.А.
+74132630651, akinin@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН г. Магадан; соисполнитель: ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург)

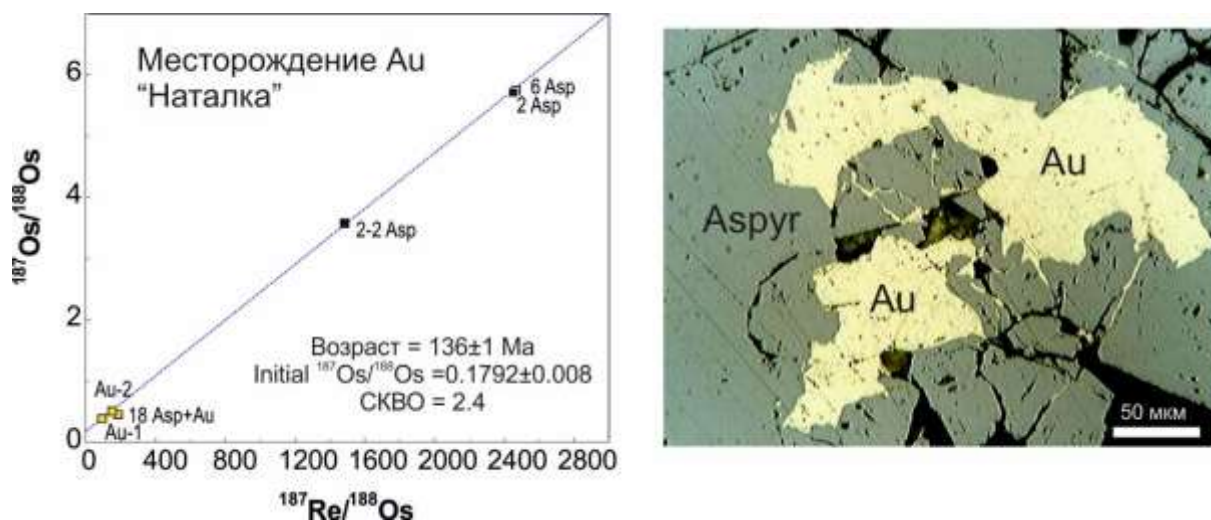


Рис. 1. Re-Os изотопный возраст самородного золота и арсенопирита на месторождении Наталка.

5.6. Экономика

5.6.3.3. Разработка стратегии долговременного развития российских макрорегионов; исследование проблем долговременного развития Крыма, Северного Кавказа, Урала, Сибири, Дальнего Востока, Севера и Арктики с учетом государственной политики, глобальных и национальных вызовов

Выполнена оценка воздействия санкций на оборот золота: влияние политики закупок в золотовалютные резервы страны российским Центральным банком на добычу, структуру потребления и экономическую ситуацию в золотодобывающей промышленности РФ; отклики, формируемые в отрасли на общую макроэкономическую политику, в том числе на волатильность курса рубля. Выявлено, что наибольшее негативное влияние на ситуацию в отрасли оказало снижение курса доллара ЦБ, а наиболее уязвимыми в условиях санкционных шоков оказались предприятия россыпной золотодобычи и моноресурсные регионы Крайнего Северо-Востока России, в которых золотодобывающая отрасль формирует основную часть налоговых поступлений и занятость населения. Для поддержки отрасли в условиях санкций предложены меры федерального и регионального уровня: возобновление массовой закупки произведенного в России золота в золотовалютные резервы, контроль за ценами реализации основных российских расходных материалов, организация производства запчастей и оборудования для своевременного технического переоснащения отрасли, помощь предприятиям малого и среднего бизнеса россыпной золотодобычи.

[Гальцева Н.В., Шарыпова О.А. Золотодобывающая промышленность России: санкционные шоки // *Пространственная Экономика*. 2023. Том 19. № 2. С. 70–93. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2023.2.070-093>. Q3, IF=0,151; Galtseva N.V. The Gold Mining Industry of Magadan Oblast under Sanctions: Risks for the Region // *Regional Research of Russia*, 2023, Vol. 13, No. 3, pp. 490–495. DOI: 10.1134/S2079970523700788].

IF=0,344, Q1 (Scopus).

Гальцева Н.В., Шарыпова О.А.

+79249624014, +79148513005

galtseva@neisri.ru, sharypova@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН г. Магадан)

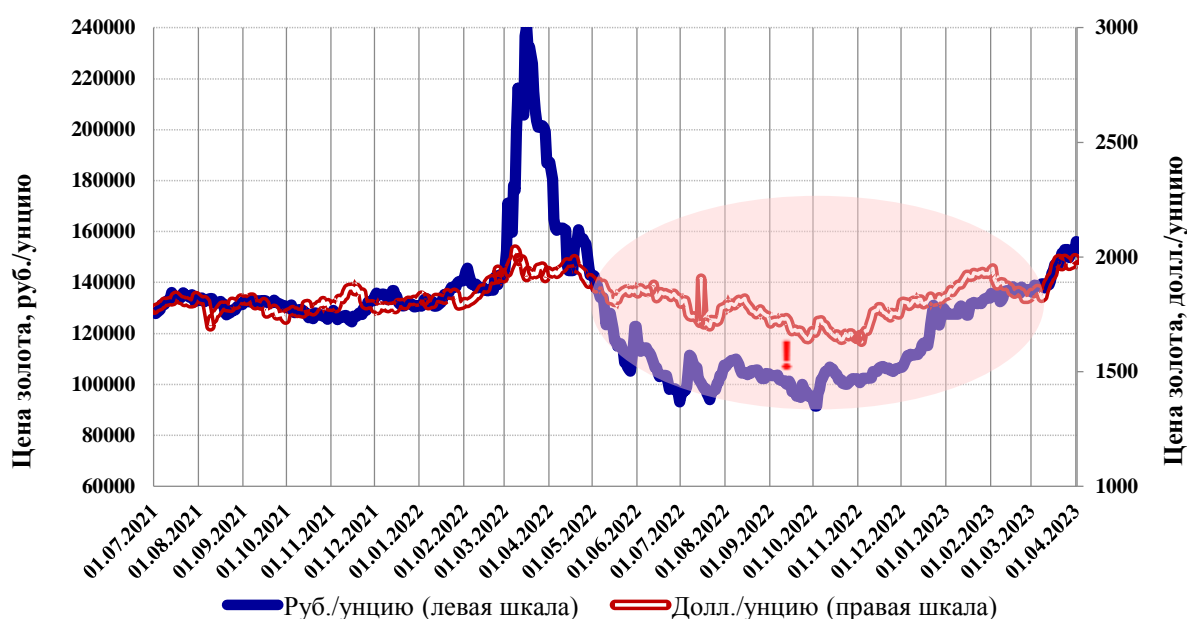


Рис. 2. Изменение курса доллара США, руб./долл. и цены золота в 2021–2023 гг.

1.5. Науки о Земле

1.5.3.1. Магматические, метаморфические и минералообразующие системы и их эволюция

1.5.4.2. Изотопная геохимия и геохронология

На Чукотке выделены три апт-альбские тектоно-магматические системы: Тытыльвеевский пост-коллизийный пояс (123-105 млн лет), Чаунская провинция растяжения (109-100 млн лет) и Охотско-Чукотский вулканический пояс надсубдукционной природы (106-100 млн лет). Выделяемые провинции различаются по изотопному и геохимическому составу слагающих их магматических пород и, соответственно, составу источников магм. Магматические события интерпретированы как результат литосферной деляминации и/или растяжения на стадиях тектонической перестройки в регионе, связанной с отмиранием главных субдукционных зон на периферии Оймяконского и Южно-Аньюйского океанов.

[**Tikhomirov P.L.**, Luchitskaya M.V., Prokofiev V.Yu., **Akinin V.V.**, Miller E.L., et al Evolution of Aptian and Albian magmatism of Western and Northern Chukotka (northeast Russia) based on zircon U-Pb geochronology and rock chemistry // International geology review. 2023. <https://doi.org/10.1080/00206814.2023.2205494>].

IF= 1,07, Q1 (Scopus); IF= 2,6, Q1 (WoS)

Тихомиров П.Л., Лучицкая М.В., Прокофьев В.Ю., Акинин В.В., Миллер Э. и др.
+79161980185; +79851103164; +74132630651

p.l.tikhomirov@gmail.com; luchit@mail.ru, akinin@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН г. Магадан; соисполнители: ГИН РАН, г. Москва; Стэнфордский университет, США; ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург)

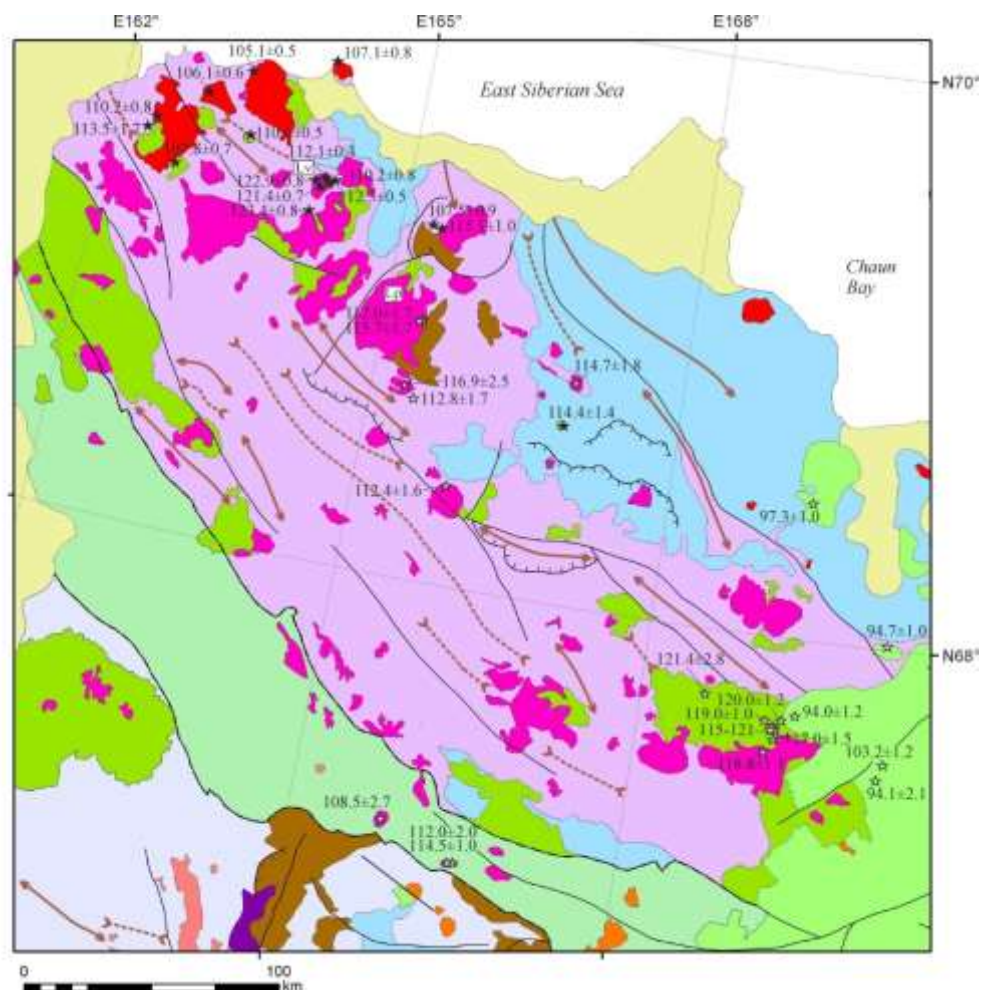


Рис. 3. Геологическая карта западной Чукотки и возраста магматических пород в выделяемой Тыгильвеевской провинции (цифры – в млн лет) по результатам U-Pb датирования циркона.

1.5.5.1. Закономерности образования и размещения твердых полезных ископаемых в различные периоды истории Земли

1.5.5.3. Флюидно-магматические системы и процессы рудообразования

Проведена совместная работа авторского коллектива и Правительства Магаданской области в направлении диверсификации минерально-сырьевой базы региона. В междуречье Балочный-Тальниковый (п-ова Кони и Пьягина) выявлены следующие признаки медно-порфировой системы: 1) рудная минерализация приурочена к интрузиям гранитоидов поздемелового периода (91 млн лет, U-Pb метод); 2) интенсивные метасоматические изменения вмещающих пород – пропилиты, калишпатизация, филлизиты; 3) широкое распространение зон штокверкового прожилкования; 4) Cu-Mo (Au, Ag, Pb, Zn, Sb, As) геохимический спектр руд; 4) кварц рудоносных прожилков образовался при температуре от 430 до 150° С при участии высоко и среднеконцентрированных хлоридных гидротермальных растворов по сценарию охлаждения-разбавления. Полученные данные позволили отнести Тальниковое рудное поле к молибден-медно-порфировому геохимическому типу представителями которого являются крупные месторождения Эрдэнэтуин-Обо (Монголия) и Эль-Сальвадор (Чили), сформировавшиеся в окраинно-континентальных вулcano-плутонических поясах, заложенных на островодужном основании.

[Колова Е.Е., Глухов А.Н., Ползунов Г.О., Акинин В.В. Медно-порфировая минерализация Тальникового рудного поля (Охотский сегмент Охотско-Чукотского вулканогенного пояса) // Тихоокеанская геология. 2023. Т. 42. № 6. С. 39–61].

IF= 0,41, Q2 (Scopus); IF= 0,8, Q4 (WoS)

Колова Е.Е., Глухов А.Н., Ползунов Г.О., Акинин В.В.

+79140350821, +79148519798, +79148561092, +79246924001

kolova@neisri.ru, gluhov76@list.ru, gennadiy_mag@mail.ru, akinin@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН г. Магадан)

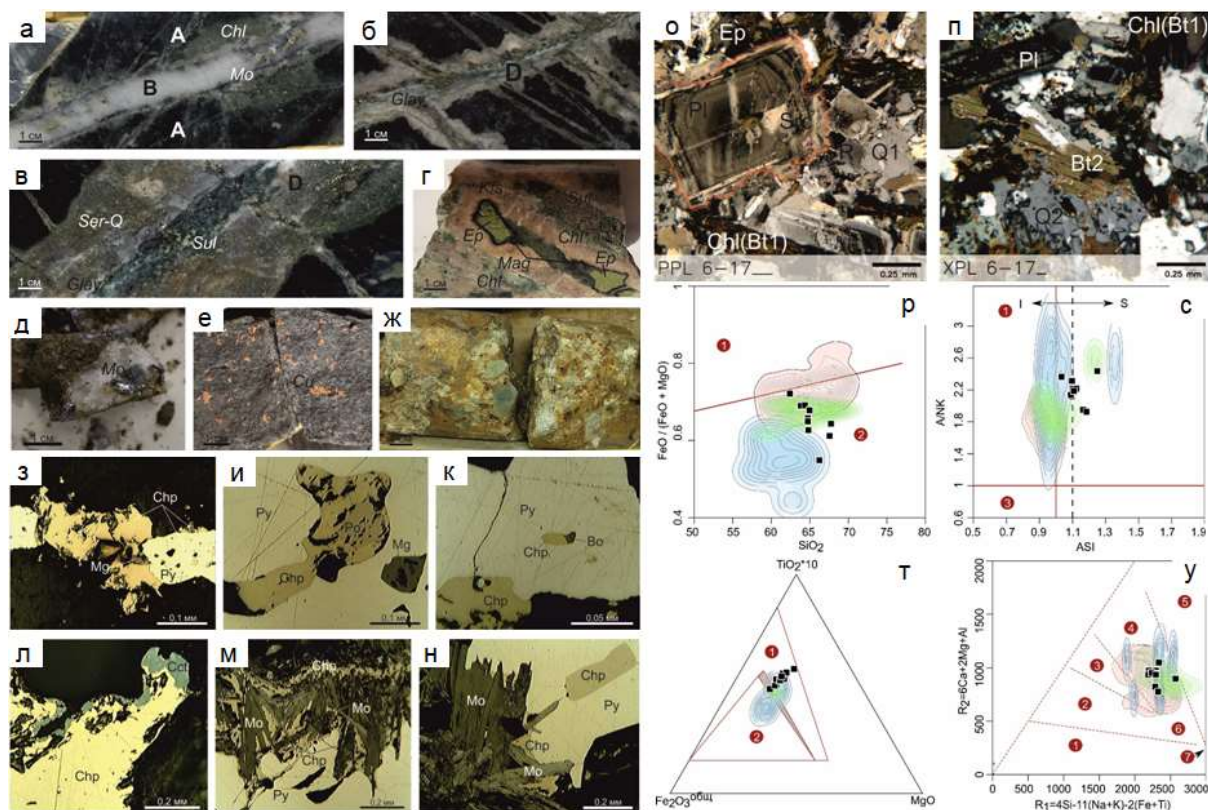


Рис. 4. Разновидности минерализованных образований Тальникового рудного поля (а–ж), минеральный состав руд (з–н), структура и минеральный состав (о–п), петрохимический состав (р–у) рудогенных интрузий.

1.5.2.2. Литология; палеонтология, стратиграфия и геологическая корреляция

1.5.9.3. Моделирование и прогнозирование изменения климата Земли

1.6.1.4. Морфогенез и эволюция организмов

Впервые получена детальная запись величины $\delta^{13}C_{org}$ в пермских аргиллитах Тасканского бассейна (Омулевский блок, Северо-Восток Азии), охватывающая интервал от верхов кунгурского, роудский, вордский, кепитенский и низы вучапинского яруса. В разрезе отчетливо выделяются три отрицательных экскурса этой величины – в верхах кунгурского яруса нижней перми, низах кепитенского и на границе кепитенского – вучапинского ярусов. Эти экскурсы хорошо совпадают с эпизодами массовых вымираний, установленных нами ранее и связаны, вероятнее всего, с периодами активности островодужного магматизма в регионе в течение перми.

[Бяков А.С., Ведерников И.Л., Горячев Н.А., Гареев Б.И. Первая детальная запись $\delta^{13}C_{org}$ в пермских аргиллитах Тасканского бассейна (Омулевский блок): отражение биосферных событий на Северо-Востоке Азии // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Т. 513. № 1. С. 33–38].

IF 0,9, Q4 (WOS), Q2 (Scopus)

Бяков А.С., Ведерников И.Л., Горячев Н.А., Гареев Б.И.

+79148624299

stratigr@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН г. Магадан; соисполнитель: Казанский федеральный университет, г. Казань)

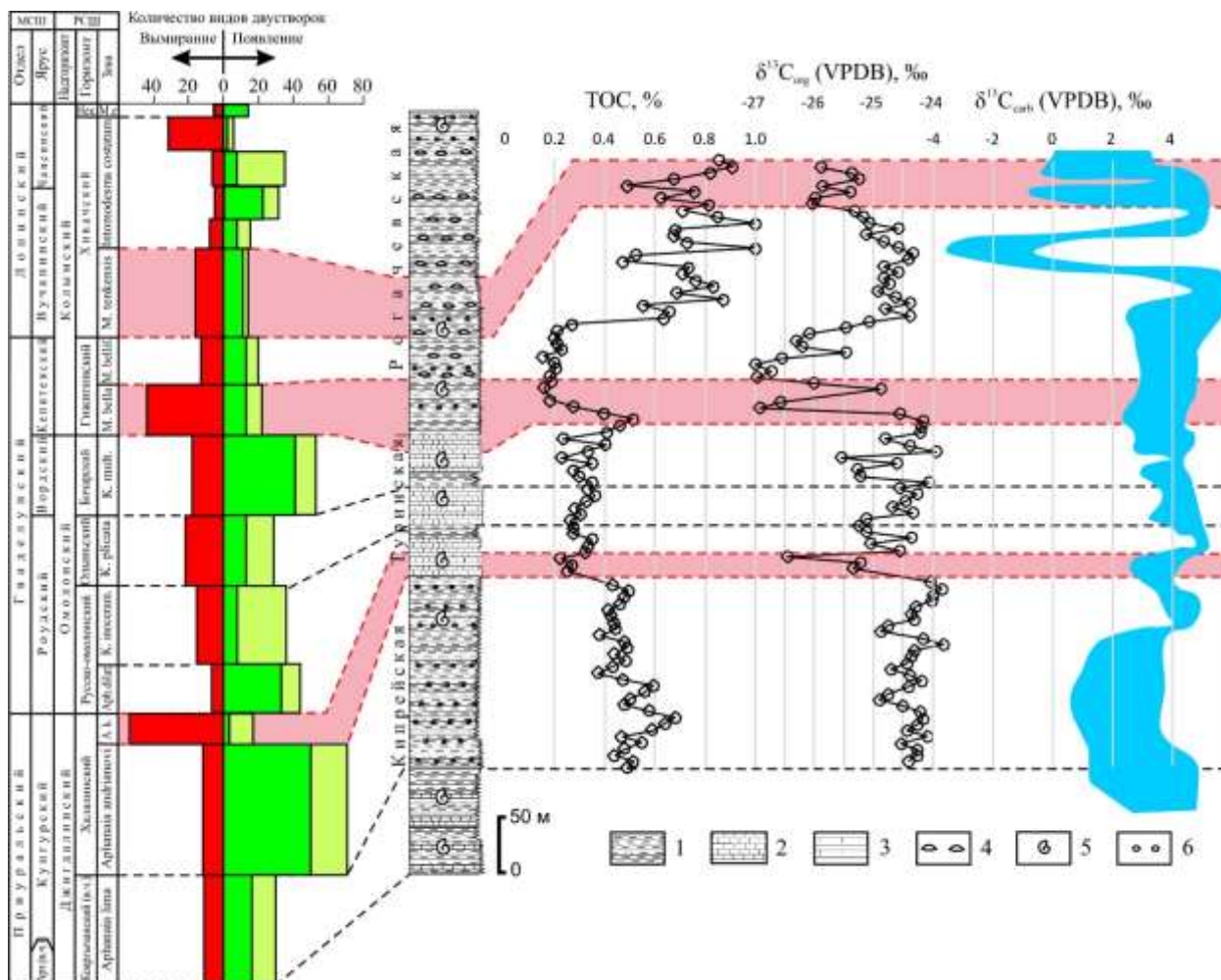


Рис. 5. Корреляция вариаций ТОС, величины $\delta^{13}C_{org}$ в пермских аргиллитах Тасканского бассейна с событиями вымираний двустворчатых моллюсков на Северо-Востоке Азии.

1 – аргиллиты; 2 – известняки; 3 – карбонатные турбидиты (переслаивание аргиллитов и известняков); 4 – строматолиты (?); 5 – остатки ископаемой фауны; 6 – конкреции. Сокращения: МСШ – Международная стратиграфическая шкала, Нек. – некучанский региональный горизонт, РСШ – Региональная стратиграфическая шкала. Розовым цветом показаны зональные интервалы событий вымирания, желто-зеленым – общее количество видов двустворок в той или иной зоне, светло-зеленым цветом – количество вновь появившихся видов двустворок, красным цветом – количество вымерших видов двустворок. Справа для сравнения приведен сводный график вариации величины $\delta^{13}C_{carb}$ в перми (по Cramer, Jarvis, 2020).

1.5.5.4. Условия образования кор выветривания, осадочных и россыпных рудных месторождений; метаморфогенные рудные месторождения

На примере участка «Верный» Дегдеканского месторождения, локализованного в пермских черносланцевых толщах Аян-Юрхского антиклинория Верхояно-Чукотской складчатой области, рассмотрены россыпеобразующие свойства прожилково-вкрапленного золото-сульфидно-кварцевого оруденения в углеродисто-терригенных породах Северо-Востока России. По результатам исследований условий нахождения самородного золота в издробленном (размер обломков 1 мм и менее) материале проб установлено, что степень высвобождения зерен золота фракций 0.1–0.25 и более 0.25 мм из изучаемых руд при приведенных параметрах их физического разрушения составляет в среднем соответственно 33 и 75 %. Это определяет относительно высокие россыпеобразующие способности данного типа коренных источников, даже в условиях перигляциального литогенеза.

[Литвиненко И. С. Россыпеобразующие свойства золотого оруденения участка «Верный» Дегдеканского месторождения в черносланцевых толщах (Магаданская область) // Вестник СПбУ. 2003. Том 68. Вып. 3. С. 531–543].

IF 0,2, Q3 (WOS)

Литвиненко И.С.

+791483613291

litvinenko@neisri.ru

Таблица. Условия нахождения самородного золота в издробленном рудном материале с участка «Верный» Дегдеканского месторождения, %

№ пробы	Содержание золота, г/т	Не высвободившиеся зерна			Высвободившиеся зерна					
		Всего	Из них		Всего	Класс крупности, мм				
			в силикатах	в сульфидах		< 0.025	0.025–0.05	0.05–0.1	0.1–0.25	0.25–0.5
04-6-28-32	20.4	<u>52.4</u>	<u>44.5</u>	<u>55.5</u>	<u>47.6</u>	<u>17.0</u>	<u>31.1</u>	<u>17.7</u>	<u>67.4</u>	<u>100.0</u>
		77.1	56.4	43.6	22.9	17.1	31.0	17.9	40.9	100.0
04-6-118-123	9.7	<u>92.6</u>	<u>37.9</u>	<u>62.1</u>	<u>7.4</u>	<u>4.4</u>	<u>3.1</u>	<u>14.2</u>	<u>4.7</u>	–
		93.7	32.0	68.0	6.3	4.2	3.1	13.9	11.1	
04-1-43-47	18.4	<u>85.1</u>	<u>89.0</u>	<u>11.0</u>	<u>14.9</u>	<u>0.2</u>	<u>0.3</u>	<u>3.3</u>	<u>19.9</u>	<u>50.6</u>
		99.0	85.1	14.9	1.0	0.2	0.3	3.3	15.4	66.7
04-3-136-140	5.6	<u>83.0</u>	<u>50.0</u>	<u>50.0</u>	<u>17.0</u>	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>	<u>11.6</u>	<u>31.3</u>	–
		96.7	38.3	61.7	3.3	0.0	0.0	11.1	54.5	
04-9-229-233	3.0	<u>75.9</u>	<u>50.0</u>	<u>50.0</u>	<u>24.1</u>	<u>2.0</u>	<u>2.5</u>	<u>11.8</u>	<u>40.4</u>	–
		94.6	53.6	46.3	5.4	1.7	2.5	12.5	28.6	
Среднее	11.42	<u>77.8</u>	<u>54.3</u>	<u>45.7</u>	<u>22.2</u>	<u>4.7</u>	<u>7.4</u>	<u>11.7</u>	<u>32.7</u>	<u>75.3</u>
		92.2	53.1	46.9	7.8	4.6	7.4	11.7	30.1	83.5

Примечание. Над чертой – условия нахождения золота по массе, под чертой – по количеству знаков. По классам крупности показана доля высвободившихся зерен от всего золота данного класса крупности. Прочерк – золотины данного класса крупности не выявлены.

1.5.10.1. Палеогеография и эволюция природной среды

Бивни мамонтов и других хоботных растут на протяжении всей жизни животного и сохраняют историю в слоях дентина. Такие записи были впервые использованы для анализа эндокринной физиологии. Одним из аспектов репродуктивной биологии слонов является муст, эпизодический физиологический и поведенческий синдром, связанный с повышенным уровнем тестостерона у современных слонов. Было сделано предположение, что в дентине бивней сохраняется запись об этих событиях. Были определены

возникновение и сроки интервалов повышения уровня тестостерона в росте записи бивней самца африканского слона, самца шерстистого мамонта, что доказывает существование муста у мамонтов.

[Cherney M., Fisher D., Auchus R., Rountrey A., Selcer P., Shirley E., Beld S., Buigues B., Mol D., Boeskorov G., **Vartanyan S.**, Tikhonov A. Testosterone histories from tusks reveal woolly mammoth musth episodes // Nature. 2023. Vol. 617. P. 533-539. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06020-9>].

IF 64,8, Q1 (WOS)

Вартанян С.Л. и др.

+79020522307

sergey-vartanyan@mail.ru

(СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан; Мичиганский университет, Анн-Арбор, США; Маммутус, Сен-Жан-де-Люз, Франция; Музей естественной истории, Роттердам, Нидерланды; ИГАБМ СО РАН, г. Якутск; ЗИН РАН, г. Санкт-Петербург; СВФУ, г. Якутск).

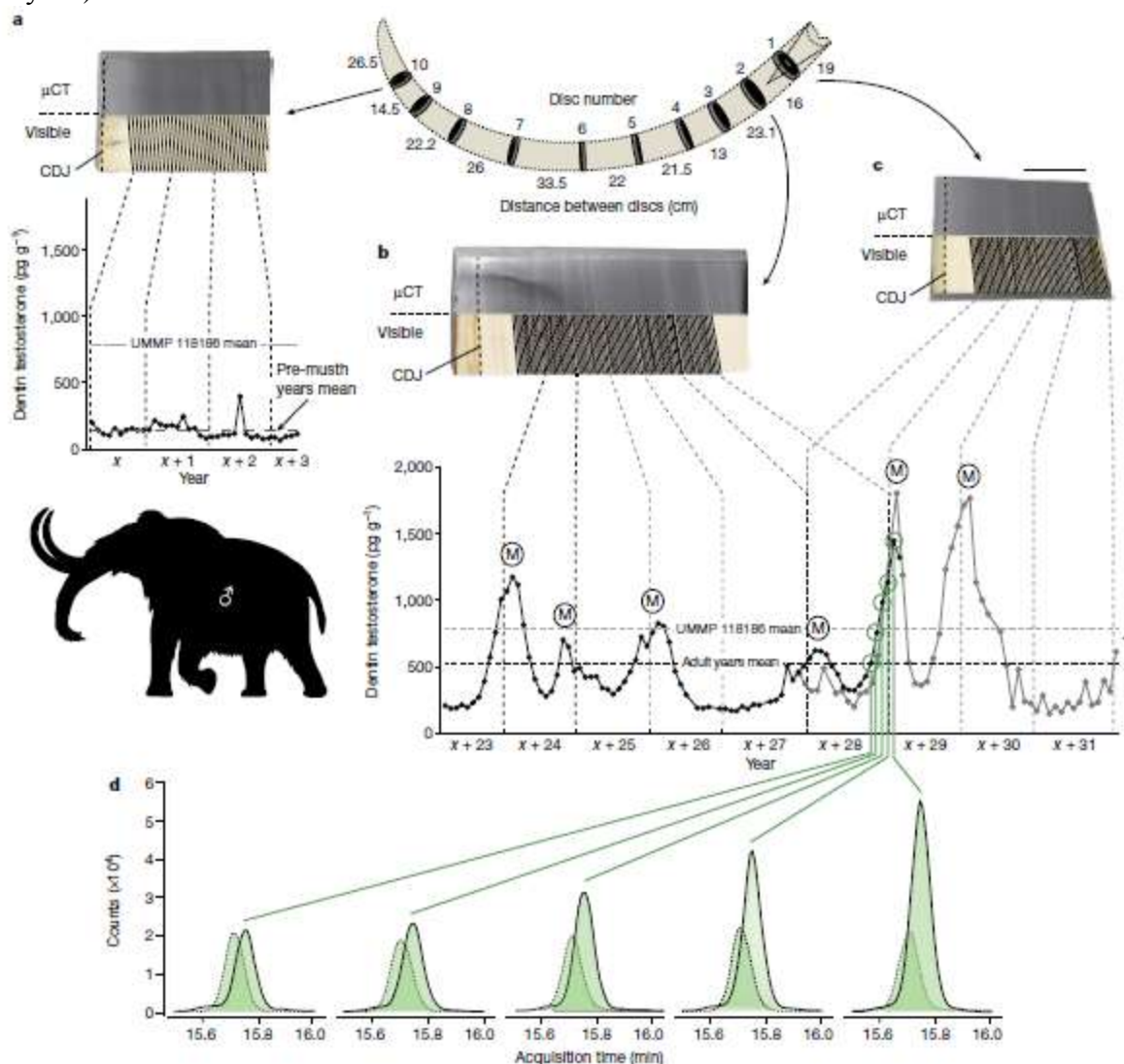


Рис. 6. Запись из бивня самца мамонта, демонстрирующая свидетельства существования муста.

По результатам исследования озерных осадков Северо-Востока России установлены anomalно высокие значения магнитной восприимчивости в переходных слоях от позднего плейстоцена к голоцену. Магнитная фракция осадков озера Гранд представлена детритовыми титаномагнетитами и магнетитами. В осадках озер Грязевоe,

Соседнее, Водораздельное, Сапог высокие значения магнитной восприимчивости обусловлены аутигенными сульфидами железа, фрамбоидального, игольчатого строения, пиритового и грейгит-пирротинового состава, образованные в условиях климатической перестройки и смене условий седиментации от аноксидных позднего плейстоцена до окислительных в голоцене. Полученные данные не подтверждают известное предположение о наличии импактного события на границе плейстоцена и голоцена.

[Минюк П.С., Пожидаева Д.К., Соцкая О.Т., Акинин В.В., Морозова М.А. Магнито-минералогические аномалии на границе плейстоцена и голоцена в озерных осадках Северо-Востока России // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Том 510. № 2. С. 194–200].

IF 0,9, Q4 (WOS)

Минюк П.С., Пожидаева Д.К., Соцкая О.Т., Акинин В.В., Морозова М.А.

+79148683592

minyuk@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан)

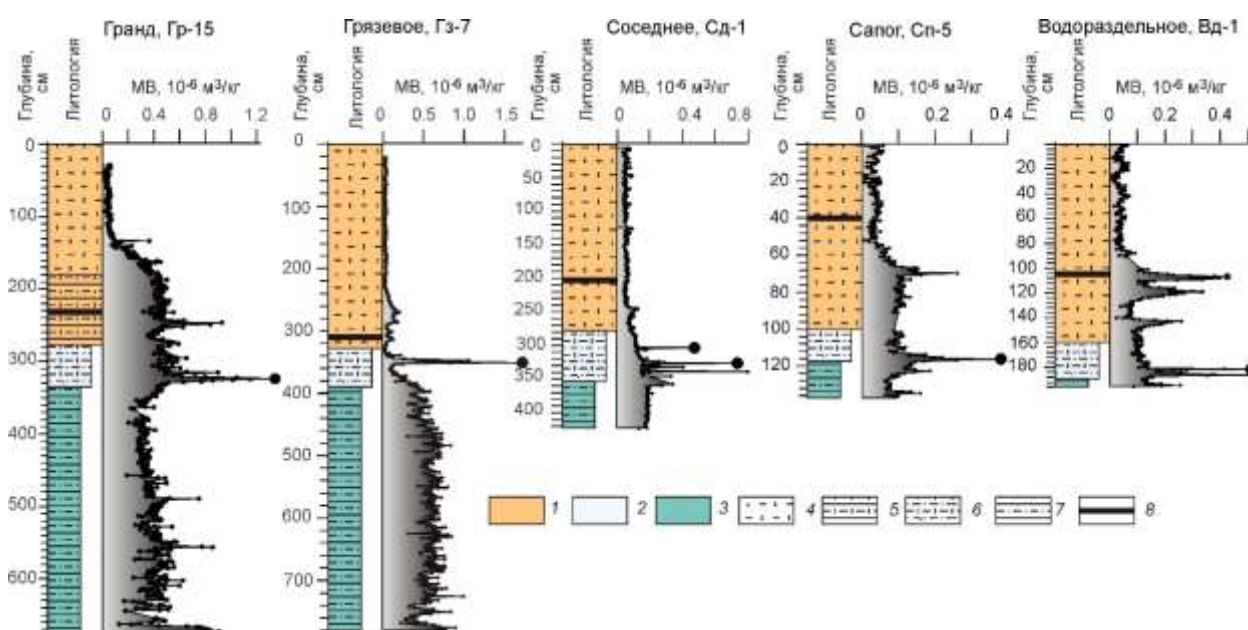


Рис. 7. Магнито-литологическая характеристика озерных осадков: 1 – голоценовые осадки; 2 – позднеплейстоценовые осадки; 3 – переходные слои; 4 – органогенный массивный алеврит; 5 – органогенный слоистый алеврит; 6 – органогенный неяснослоистый алеврит; 7 – слоистый алеврит; 8 – тейфра. Большим кружком обозначены уровни исследований магнитных фракций.

1.5.10.2. Геоморфология

Исследована морфодинамика денудационных склонов и надводной части береговой зоны бухты Нагаева. Установлено, что восточный берег бухты Нагаева активно продвигается в сторону г. Магадана. За период с 1939 по 2016 год он сместился на 56 м со средней скоростью 0.73 м/год. В течение первого этапа (1939-1974 гг.) он продвинулся на 29.0 м со средней скоростью около 0.83 м/год. В течение второго этапа (1974-2016 гг.) наблюдается замедление смещения берега, составившее около 27.0 м при средней

скорости 0.64 м/год. В последние годы на восточном берегу бухты Нагаева ведутся крупномасштабные работы по укреплению берега и защите его от абразии путем возведения волноотбойной стены. В связи с этим происходит нарушение сложившегося динамического равновесия береговых процессов, что в конечном счете приведет к полному исчезновению пляжа, а на оставшихся не защищенными участках берега – к усилению абразии и более быстрому продвижению береговой линии в сторону города.

[Смирнов В.Н., Горячев Н.А., Глушкова О.Ю., Пахомов А.Ю. Морфодинамика склонов и берегов бухты Нагаева (Охотское море) // Геоморфология и палеогеография. 2023. Том. 54. № 2. С.26-35].

IF=0,9, Q4 (WOS)

Смирнов В.Н., Горячев Н.А., Глушкова О.Ю., Пахомов А.Ю.

+79148549576

smirnov@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан)

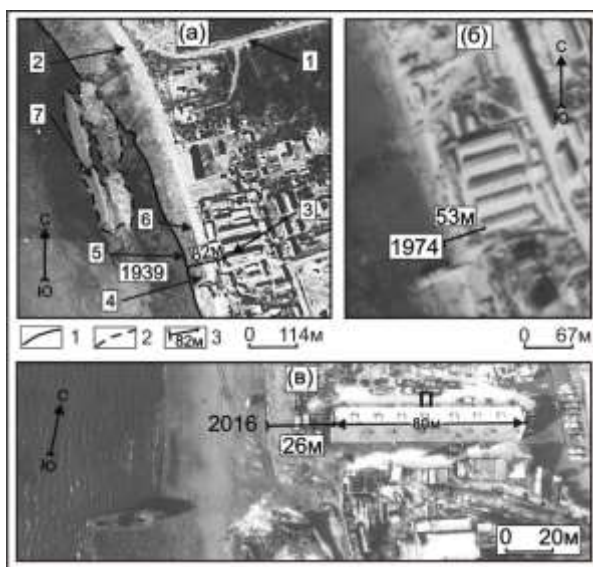


Рис. 8. Динамика восточного берега бухты Нагаева в период с 1939 по 2016 год. (а) – восточный берег бухты в 1939 г. (аэрофотоснимок масштаба 1:8000). 1 – береговая линия, 2 – контуры техногенного оползня, 3 – расстояние от береговой линии до конька пакгауза в метрах (для всех рисунков). Стрелками показаны: 1 – Портовое шоссе, 2 – проезд к пакгаузам; 3 – пакгауз; 4–6 – абразионный уступ (4 – склон, 5 – подножье, 6 – бровка); 7 – тело техногенного оползня. (б) – берег бухты в 1974 г. (аэрофотоснимок масштаба 1:21000). (в) – берег бухты в 2016 г. (снимок сделан с квадрокоптера). П – пакгауз и его длина.

6.1. Исторические науки

6.1.3.4. Принципы периодизации и хронологии и развитие современных методов датирования археологических древностей

6.1.3.5. Реконструкции палеосреды и древних технологий с использованием методов естественных наук

6.1.3.6. Комплексное изучение исторической динамики, эколого-демографического и генетического разнообразия палеопопуляций

6.1.3.9. Культурные и технологические инновации и миграции бронзового века в Евразии

6.1.3.10. Преемственность и трансформации в развитии культур и древних обществ раннего железного века на территории Российской Федерации

Рассмотрена одна из наиболее ярких древних культур Камчатки – тарьинская культура позднего неолита. Обсуждены вопросы локализации и хронологии, приведены наиболее важные стоянки, дано описание жилищ, охарактеризовано хозяйство тарьинцев, представлены материальные комплексы культуры. Наиболее древние стоянки этой культуры располагались на юго-восточном побережье. Изучение фаунистических коллекций с южной Камчатки показало, что ластоногие были важным пищевым ресурсом для населения этого района. В результате контактов тарьинского прибрежного населения с обитателями долины р. Камчатка возникла континентальная культурная общность охотников и рыболовов, которая сочетала пластинчатую технику и шлифовку орудий, а также (хотя уже меньшей степени) традицию использования лабреток. Датировать тарьинскую культуру, скорее всего, нужно II-I тыс. до н. э. На основе тарьинской культуры в I тыс. н. э. развивается древнеительменская культура, имеющая локальные варианты. Наличие лабреток у тарьинцев свидетельствует о том, что эта культура близка к эскимосско-алеутскому кругу культур. На Северной Камчатке шло формирование самобытных культур, имеющих отличие в материальных комплексах от южнокамчатских регионов.

[**Лебединцев А. И.** Проблема происхождения, локализации и хронологии тарьинской поздненеолитической культуры Камчатки // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2023. Т. 22. № 5. С. 52-63; Takase K., Eda M., Etnier M. A., **Lebedintsev A. I.** Late Holocene Animal Use in Southern Kamchatka // Arctic Anthropology. 2023. Vol. 58. № 2. P. 125-153]

Лебединцев А.И.

+79148543387

lebedintsev@neisri.ru

(СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан; соисполнители: Университет Хоккайдо, Япония; Музей Университета Хоккайдо, Япония; Университет Западного Вашингтона, США)

№ п/п	Стоника, слой	¹⁴ C дата, л. н.	Лаб. номер	Кал. л. н.		Материал
				68,3 %	95,4 % ¹	
1	Елизово	3 900 ± 100	ГИН-183	4 510–4 510	4 790–3 980	Уголь из очагов
2	Авача, сл. П	3 450 ± 100	МАГ-310	3 840–3 570	3 980–3 460	Уголь из очага
3	Авача, сл. П	2 990 ± 100	КРИЛ-252	3 340–3 000	3 400–2 880	Уголь из очага
4	Авача, сл. П	2 420 ± 40	Beta-243240	2 670–2 350	2 700–2 340	Уголь из зачистки
5	Авача, сл. П	2 200 ± 100	МАГ-769	2 340–2 070	2 460–1 920	Уголь из очага
6	Авача, сл. П	2 100 ± 100	МАГ-763	2 300–1 930	2 340–1 830	Уголь из очага
7	Рябухина I	3 540 ± 60	ГИН-7049	3 910–3 710	3 990–3 640	Кость морских млекопитающих
8	Рябухина I	3 330 ± 70 ²	ГИН-7048	3 640–3 460	3 820–3 390	Раковины моллюсков
9	Рябухина I	3 000 ± 150 ²	ГИН-7047	3 370–2 970	3 490–2 780	Раковины моллюсков
10	Рябухина I	3 050 ± 100 ²	ГИН-7046	3 380–3 070	3 460–2 960	Раковины моллюсков
11	Бол. Камень I	2 910 ± 100	ГИН-8147	3 210–2 880	3 350–2 790	Уголь из очага
12	Бол. Камень I	2 410 ± 180	ИВАН-355	2 740–2 310	2 870–1 990	Уголь
13	Авача-6	2 540 ± 40	ГИН-8526a	2 750–2 510	2 760–2 490	Уголь из культ. слоя
14	Жупаново, сл. III	2 540 ± 60	ГИН-8139	2 750–2 490	2 760–2 370	Уголь
15	Жупаново, сл. III	2 470 ± 50	ИВАН-343	2 710–2 460	2 720–2 360	Уголь
16	Жупаново, сл. III	2 240 ± 60	ИВАН-170	2 340–2 150	2 360–2 070	Уголь
17	Ушки III	2 440 ± 80	РУЛ-607	2 700–2 350	2 730–2 340	Уголь
18	Ушки III	2 160 ± 290	МАГ-5	2 670–1 740	2 860–1 420	Уголь
19	Ушки III	2 070 ± 90	Мо-374	2 290–1 890	2 320–1 820	Уголь
20	Лопатка I	2 200 ± 100	МАГ-313	2 340–2 070	2 460–1 920	Горелое дерево

¹ Калибровка радиоуглеродных дат осуществлялась посредством программного обеспечения OxCal v.4.4 с использованием калибровочной кривой IntCal20.

² Указанные определения могут являться удвоенными вследствие резервуарного эффекта.

Рис. 9. Радиоуглеродная хронология памятников тарьинской культуры Камчатки.