
ИСТОРИЯ НАУКИ

**ИСКОПАЕМЫЕ СМОЛЫ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ
ДАНИИ, КАНАДЫ, США И НОРВЕГИИ: К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ**

© 2023 Д. чл. О.В. Мартиросян

Геологический институт РАН, Пыжевский пер., 7, Москва, 119017 Россия

**e-mail: mov@ginras.ru*

Поступила в редакцию: 05.07.2023 г.

После доработки: 14.10.2023 г.

Принята к публикации: 27.12.2023 г.

В статье представлен обзор современных знаний о первых находках ископаемых смол на арктических территориях Дании, Канады, США и Норвегии. На основе малоизвестных и фрагментарных многоязычных документов кратко дана история их изучения, отмечено первенство исследователей, упоминавших об ископаемых смолах, приведены местонахождения и разновидности ископаемых смол, дана оценка уровня их изученности. Сведения о находках ископаемых смол зарубежной Арктики позволят расширить имеющуюся базу данных по смолам, а углубленное изучение их физических и химических особенностей и условий образования будет способствовать уточнению классификационных признаков.

Ключевые слова: Арктика, ископаемые смолы, шрауфит, ретинит, янтарь, Дания, Канада, США, Норвегия

DOI: 10.31857/S0869605524020094, **EDN:** RLYEAO

ВВЕДЕНИЕ

Согласно преобладающему в международно-правовой науке определению, Арктика – регион, расположенный в северной части Земли и включающий в себя центральную часть Северного Ледовитого океана (СЛО), окружающие его региональные и арктические моря и районы суши, расположенные к северу от Северного полярного круга (Berkman, Vylegzhanin, 2013). Однако общепринятых границ Арктики не существует. Одним из множества критериев включения северных территорий в состав арктического региона является их непосредственный выход к СЛО (Лукин, 2017). На этом основании арктическими государствами являются пять стран: Российская Федерация (РФ), Дания, Канада, Соединенные Штаты Америки (США), Норвегия. При этом каждая страна самостоятельно определяет критерии границ арктических зон и формирует понятие «Арктика» (Armstrong et al., 1978). Дания включает в арктические территории о. Гренландия и Фарерские о-ва (*Denmark*, 2011). Канада – территории Юкон, Нунавут, Северо-Западные территории и Лабрадор, частично северные районы провинций Британская Колумбия, Альберта, Саскачеван, Манитоба, Онтарио, Квебек (*Northern Residents...*, 2007). Основание считать США арктическим государством вытекает из того, что к СЛО выходит побережье штата Аляска. США определяют границу арктического региона по границам боро (округов), географически расположенных к северу от Полярного круга и прилегающих к Берингову проливу и Берингову морю (боро Норт-Слоп, Северо-Западное арктическое боро,

неорганизованное боро Ном), а также цепь Алеутских островов, поскольку в США принято проводить границу Арктики по июльской изотерме 10 °С (*National...* 2013). В арктические владения Норвегии входят архипелаг Шпицберген, о. Ян-Маен, губернии Нурланд, Тром-ог-Финнмарк (*The Norwegian*, 2017).

На протяжении многих столетий Арктика хранила свои природные тайны, но находились смельчаки, которых привлекало исследование ее просторов, полезных ископаемых, в том числе и ископаемых смол (ИС). ИС — это продукты трансформации экссудатов хвойных деревьев, существовавших на Земле миллионы лет назад. Они сохранились до наших дней в основном за счет процессов полимеризации и сшивания соединений, происходящих во время их диагенетических и/или катагенетических изменений. Термин «amber» — «янтарь» в иностранной литературе в основном используется для наименования любых минералогических видов ИС. В узком смысле под «янтарем» понимают только сукцинит, который распространен преимущественно на юго-западном побережье Балтийского моря. По правилам научной терминологии в минералогии недопустимо использование одного и того же термина для обозначения веществ, имеющих различное химическое строение, многие из которых не имеют общих черт с сукцинитом (Andersen, Crelling, 1995). Поэтому для остальных разновидностей (которых более 100) целесообразно использовать термин «ископаемые смолы» — «fossil resin». Ранее автором проведен анализ свидетельств о первых находках ИС на арктической территории РФ (Мартirosян, 2020). Поэтому данная тема для зарубежной Арктики выделена в качестве отдельной. В имеющихся работах редко приводятся история находок ИС и имена первооткрывателей (Fraquet, 1987; Poinar, 1992; Poulin, Helwig, 2016). Факты разбросаны по многочисленным книгам и отчетам, не всегда легко доступным. В работе впервые в обобщенном виде собрана редкая разрозненная многоязычная литература о находках ИС на арктической территории государств, имеющих выход к Северному Ледовитому океану. Дана оценка уровня их изученности. Обзор не претендует на полноту, лишь намечает некоторые районы распространения ископаемых смол. Сведения по истории изучения находок ИС зарубежной Арктики сведены в табл. 1.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ И ИХ ИЗУЧЕННОСТЬ

Местонахождения ископаемых смол **Дании** (о. Гренландия). Первые письменные упоминания об ИС привел немецкий полярный исследователь К. Гизеке (Karl Ludvig Giesecke, 1761–1833). Он собрал образцы в 1811 г. во время путешествия по Гренландии в 1806–1813 гг. Описывая бурый уголь с о. *Заячьего* (рис. 1, а 1), указал, что в нем содержится «медово-желтый янтарь» (Giesecke, 1816, p. 13). О нахождении зерен ИС на *полуострове Нууссуак* в районе *Атанекердлук* (рис. 1, а 2) впервые упомянул в 1852 г. датский путешественник Х. Ринк (Hinrich Johannes Rink, 1819–1893), проводивший геологические и гляциологические исследования. Он отметил, что большое количество ИС находилось в сильно блестящем угле (Rink, 1852). В 1867 г. английский путешественник Э. Уимпер (Edward Whymper, 1840–1911) подтвердил находку в этом районе, написав, что среди ископаемых растений, древесных сучьев совместно с бурым углем встречались «небольшие кусочки янтаря, самый крупный из которых был размером с обычную горошину» (Whymper, 1869, p. 5). В 1897 г. во время арктической экспедиции Р. Пири (Robert Edwin Peary, 1856–1920) датский геолог К. Стенstrup (Knud Johannes Vogelius Steenstrup, 1842–1913) сообщил о находке ИС на противоположной стороне полуострова Нууссуак, в районе *мыса Экоргфат* (рис. 1, а 3) (White, Schuchert, 1897). Совместно с бурым углем, древесиной и обугленными растениями зерна ИС были найдены в нескольких восточных районах о. *Диско*. В 1811 г. Ч. Гизеке первым упомянул, что в районе *Кудлисам* (рис. 1, а 4) «Обычный бурый уголь чередуется с битуминозной древесиной. Янтарь определенно смешивается с обоими» (Giesecke, 1878, p. 262). В 1867 г. Э. Уимпер подтвердил его находку и указал новые места.

Таблица 1. Ископаемые смолы Арктических территорий Дании, Канады, США, Норвегии
 Table 1. Fossil resins from the Arctic territories of Denmark, Canada, the USA and Norway

Дата	Автор первого упоминания	Местонахождение	Описание	Возраст	Вид	Возможная ботаническая принадлежность	Вмещающая порода
1	2	3	4	5	6	7	8
Дания (о. Гренландия)							
1811	К.Л. Гизеке	о. Заячий	Округлые до 1,5 см хрупкие зерна от оранжево-красного до бурого цвета	Мел / палеоген	Шрауфит седарит, валховит	<i>Pinaceae</i>	Бурый уголь
1858	Х. Ринк	о. Диско, Куллисат П-ов Нуусуак, Атанекулдук	Мелкий, с горошину	Миоцен	–	–	Бурый уголь
1867	Э. Уимпер	о. Диско: Унартуварсок Уяраскумиток, Флаккерхук, Кекергарсуак	–	Мел / палеоген	–	<i>Sequoia</i> <i>Taxodium</i>	–
1868	К.Й.Ф. Стенstrup	П-ов Нуусуак, мыс Экорфат	–	–	–	–	Уголь
Канада							
Территория Юкон							
1887	Д.М. Доусон	р. Френсис	–	–	–	–	Бурый уголь
1898	С.Ф. Эммонс	ручей Коул-Крик	Оранжевый, от 1 до 5 мм, выветренный	Мел / палеоген	I b*	<i>Metasequoia</i>	Бурый уголь
1904	Р.Д. МакКоннелл	ручей Клифф-Крик	–	–	–	–	–
Территория Нунавут							
1962	Р.Л. Кристи	о. Элсмир, восточная часть оз. Хейзен	Лимонно-желтый до коричневого, хрупкий, до 1–3 мм	Эоцен	I d*	<i>Pseudolarix</i>	Уголь

Таблица 1. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
1963	Ю.О. Фортъе	о. Элсмир, Вендом-Фьорд	Неправильные шарики	Мел / палеоцен	—	<i>Taxodiaceae, Metasequoia</i>	Уголь
1973	М. Кук	о. Элсмир, северо-восточная и северная часть оз. Хейзен	Шарики размером от 5 до 15 мм	Эоцен	I d*	<i>Pseudolarix</i>	Уголь
1988	Рэй Дэй	о. Аксель-Хейберг Геологические холмы	Шарики золотисто-коричневые, 5–40 мм	Эоцен	I b* I d*	<i>Metasequoia, Pseudolarix</i>	—
1996	В.Д. Калкрейт	о. Элсмир, Угольный Фьорд	—	Палеоцен / эоцен	—	—	Уголь
2012	О' Доннелл	Полуостров Фосхайм Страткона-фьорд	Сильно выветренные шарики от 3 мм до 10 см	—	—	—	Уголь
Северо-Западные территории							
2011	Р. Тапперт	Трубка “Жираф”	Непрозрачный, оранжевый	Эоцен	I b*	<i>Metasequoia</i>	Торф, древесина
2012	А.П. Вольф	Трубка “Панда”	Непрозрачный, оранжевый	Эоцен	I b*	<i>Metasequoia</i>	Ископаемая древесина
Соединенные Штаты Америки							
Неорганизованное боро Западные Алеутские острова							
1768–69	М.Д. Левашов	о. Уналакша	—	—	—	—	—
1827	А.Ф. Постельс	о. Уналакша, залив Памстон	Темный	—	—	—	—

Таблица 1. Окончание

1	2	3	4	5	6	7	8
1840	И.Е. Вениаминов	о. Уналакша, вулкан Макушин о. Умнак, водопад Игидгм ситхан	—	—	—	—	—
1891	У.Х. Долл	о. Умнак, д. Егоровское	—	—	—	—	—
Северо-Западное арктическое боро							
1945	Д. Херли	ручей Чикаго	—	—	—	—	Уголь
Боро Норг-Слоп							
1881–83	Дж. Мердок	мыс Барроу	Мелкие зерна до 5 мм	—	—	—	—
1919	Э. де К. Леффингвелл	Заливы Харрисон и Смит	—	—	—	—	—
1955	Р.Л. Усингер, Р.Ф. Смит	р. Колвилл, утес Ни нулек, р. Как, р. Омалик, р. Пугник, р. Метик, р. Авалик, р. Кетик, р. Каолак, ручьи Кей и Мэйб	Мелкие зерна до 5 мм, от светло-зелено-желтого до темно-красного и почти черного	Мел	—	<i>Taxodiaceae, Agatis (Araucariaceae)</i>	Уголь, углеродистый сланец
Норвегия							
1843	Й. Валь	Бухта Скилвика	Округлые зерна до 5 мм	Олигоцен/палеоцен	Семейство ретинитов	Metasequoia Sequoia	Алевролиты, уголь
2011	Д. Азар	г. Лонгйир	Хрупкие зерна до 3 мм, темно-оранжевого цвета	—	Семейство ретинитов	—	Песчаник, глина
—	—	п. Баренцберг	—	—	—	—	Уголь

Примечание. Знак — — нет данных, * — по Anderson, Crelling, 1995; Poulin, Helwig, 2016

Зерна были найдены им у населенных пунктов *Унартуварсока* (рис. 1, а 5), *Уджарарсусук* (рис. 1, а 6) и на побережье между *Флаккерхуком* (рис. 1, а 7) и *Кекертарсуак* (рис. 1, а 8) (Whymper, 1869). Кроме того, зерна ИС он получил от туземцев, которые нашли их в районе *Исунгоак* (рис. 1, а 9). Он отметил, что она «нигде не встречалась в изобилии» (Whymper, 1869, p. 5).

Изученность ископаемых смол о. Гренландия, к сожалению, недостаточна. Только смола с о. Заячьего исследована несколько лучше, по сравнению с другими находками. В 1866 г. венгерский химик-технолог В. Варта (Wartha Vince, 1844–1914) первым привел описание ИС с о. Заячьего — «размером от горошины до просяного зерна и даже мельче; он медово-желтого до беловато-желтого и гиацинтового-красного цвета, имеет удельный вес 1.057». Он предположил, что «наличие янтарной кислоты делает весьма вероятным, что эта смола является настоящим янтарем» (Wartha, 1866, p. 286). Во время экспедиции 1870 г. в Гренландию шведский геолог Н. Норденшельд (Nils Adolf Erik Nordenskiöld, 1832–1901) собрал ИС на о. Заячьем и передал их финскому химику Й. Хиденюсу (Johan Jakob Chydenius, 1836–1890). Он их кратко описал, привел элементный анализ и поведение при нагревании. Это были округлые хрупкие зерна (до 1.5 см), непрозрачные, от оранжево-красного до бурого цвета, включенные в бурые угли. Он считал, что смола с о. Заячьего — не янтарь (сукцинит), а ретинит. По химическим свойствам она схожа с ретинитом р. Мезени (Архангельская область) и Аляски (п-ов Кенай), но отличается высоким содержанием кислорода (17–20%) и наличием небольшого количества янтарной кислоты (Chydenius, 1875). В 1936 г. образцы с о. Заячьего были диагностированы как «гренландский шрауфит» (Орлов, Успенский, 1936). Всю собранную коллекцию ископаемых растений с о. Диско Э. Уимпер привез в Британский музей в Лондоне. Швейцарский палеоботаник О. Геер (Oswald von Heer, 1809–1883), изучив этот материал, сделал вывод, что, поскольку самыми распространенными деревьями на острове были *Sequoia Couttsiae* и болотный кипарис *Taxodium districhum miocenium*, то они были вероятными смолопроизводящими деревьями, которые росли здесь на болотистой почве (Heer, 1869). Имеются единичные результаты инфракрасной спектроскопии (ИКС) и термического анализа образца из Уджарарсусук (о. Диско) (Broughton, 1974). Немецкий химик Г. Штедлер (Georg Andreas Karl Städelер, 1821–1871) обнаружил, что свойства ИС о. Заячьего и о. Диско схожи. Они «имеют удельный вес 1.057, нерастворимы в воде, растворимы в винном спирте и эфирах, плавятся при нагревании, приобретая запах горящего янтаря. Пары слабо окрашиваются в коричневый цвет (следы серы), сухая перегонка дала янтарную кислоту» (Heer, 1868, p. 7). Но перечисленные физические и химические свойства не позволяют достоверно утверждать об их схожести, поскольку данные критерии не являются диагностическими. В 1988 г. В. Катинас отнес ИС из Гренландии (без точной привязки) к валховиту, возможный ботанический источник — *Pinaceae* (Kosmowska-Ceranowicz, Pielinska, 2018). В 1999 г. образцы с о. Заячьего с помощью ИКС были отнесены к *сedarum* (Kosmowska-Ceranowicz, 1999). Результаты пиролитической газовой хроматографии образца ИС из Музея естественной истории в Карлсруэ (маркировка Гренландия, без точной привязки) показали его сходство с «уральским янтарем» (Heck, 1999). Как известно, на Урале встречаются ИС относящиеся как к группе ретинитов, так и шрауфит (Мартирисян, 2020). Нет единой точки зрения о возрасте ИС Гренландии. Есть мнения, что они приурочены к меловым (Langenheim, 1969) или палеогеновым отложениям (Kosmowska-Ceranowicz, 1999).

Самыми первыми коллекционерами ИС на арктической территории **Канады** были племена инуитов, которые изготавливали из них бусы (Maxwell, 1960).

Территория Нунавут. Во время многочисленных экспедиций Дж. Нареса (1875–1876), А. Грили (1881–1883), О. Свердрупа (1898–1902) и Р. Пири (1898–1912) на Канадский Арктический архипелаг, в основном проводивших географические исследования, было накоплено много геологической информации, но до середины 20 в.

о находках ИС не упоминалось. Начиная с 1950 г. Геологическая служба Канады приступила к тщательному картированию северных территорий. В 1955 г. в результате первой крупномасштабной геологической съемки (проект «Операция Франклин») было указано на находки ИС в пластах угля формации Юрика-Саунд (Eureka Sound Formation) в *верховьях Вендом-фьорда на юго-западном побережье о. Элсмир* (рис. 1, б 1). «Янтарь в виде неправильных шариков встречается в некоторых глинистых горизонтах, а также в некоторых пластах угля» (Fortier et al., 1963, p. 353). Совместно с ИС встречаются углефицированные ископаемые растения, включая ископаемую древесину в основном *Taxodiaceae* и *Metasequoia* верхнемелового / палеогенового возраста (Fortier et al., 1963). В 1962 г. в отчете Геологической службы Канады упоминалось о находке ИС в слоях лигнита и бурого угля в формации Юрика-Саунд *на восточном побережье о. Элсмир, вдоль берега в восточной части оз. Хейзен* (рис. 1, б 2). «Неболь-

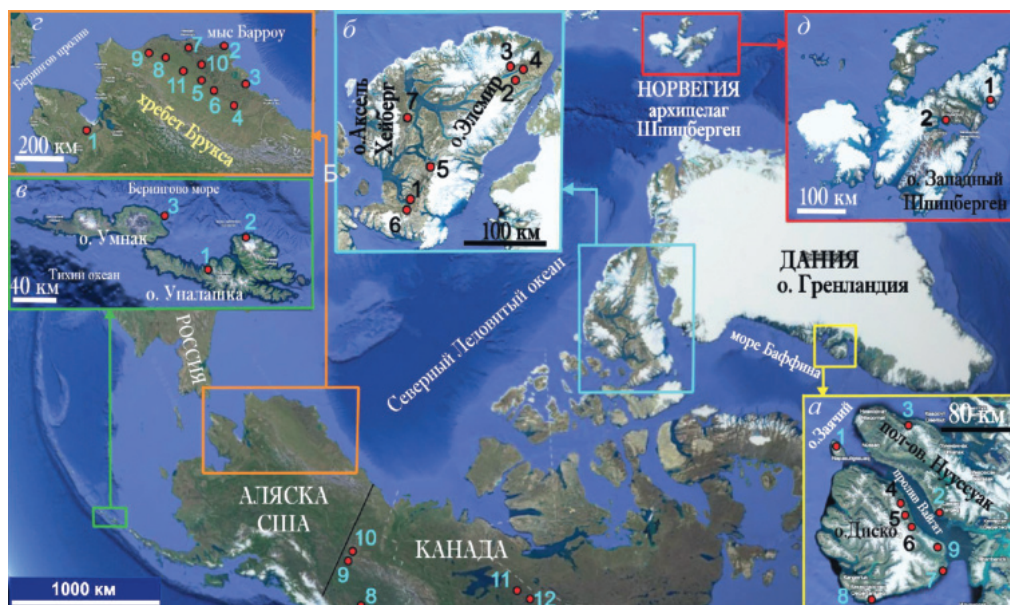


Рис. 1. Места находок ископаемых смол: а) Дания (Гренландия): 1. о. Заячий; 2. Атанекердлук; 3. мыс Экоргфат; 4. Кудлилат; 5. Унартуварсок; 6. Уджарарусук; 7. Флаккерхук; 8. Кекертарсуак; 9. Исунгоак; б) Канада, о. Элсмир: 1. Вендом-фьорд; озеро Хейзен; 2. восточная часть; 3. северо-восточная часть; 4. северная часть; 5. Страткона-фьорд; 6. Угольный-фьорд; 7. о. Аксель-Хейберг; 8. р. Франсес; 9. ручей Угольный; 10. ручей Клифф; 11. трубка «Жираф»; 12. трубка «Панда»; в) Аляска (США): о. Уналашка: 1. бухта Памстон; 2. вулкан Макушин; о. Умнак: 3. п. Егорковское; г) Аляска (США): 1. Ручей Чикаго; 2. Мыс Барроу; 3. Между заливами Харрисон и Смит; 4. р. Чэндлер; 5. Ручей Уизел-Крик; 6. Утес Нинулек Блафф; 7. рр. Кетик, Каолак, Как; 8. р. Пугник; 9. р. Омалик; 10. Ручьи Кей и Мэй; 11. рр. Метик и Авалик; д) Норвегия, о. Западный Шпицберген: 1. Бухта Скилвика; 2. г. Лонгйир.

Fig. 1. Locations of fossil resin: а) **Denmark (Greenland)**: 1. Hare Island; 2. Atanekerdluk; 3. Cape Ekorgfat; 4. Qutdlissat; 5. Unartuvarsok; 6. Ujararsusuk; 7. Flakkerhuk; 8. Qeqertasuag; 9. Issungoak; б) **Canada**, Ellesmere Island: 1. Vendom Fiord; Lake Hazen; 2. East part; 3. North-Eastern part; 4. North part; 5. Strathcona Fiord; 6. Stenkul Fiord; 7. Axel Heiberg Island; 8. Frances river; 9. Coal Creek; 10. Cliff Creek; 11. Giraffe pipe; 12. Panda pipe; в) **Alaska (USA)**: Unalaska Island: 1. Pumicestone bay; 2. Makushin volcano; Umnak Island: 3. Yegorkoffski. г) **Alaska (USA)**: 1. Chicago Creek; 2. Point Barrow; 3. Between Harrison Bay and Smith Bay; 4. Chandler River; 5. Weasel Creek; 6. Ninuluk Bluff; 7. Rivers Ketic, Kaolak, Kuk; 8. Pungnik River; 9. Omalik River; 10. Kay Creek and Maybe Creek; 11. Metic and Avalic River; д) **Norway**: Western Svalbard Island: 1. Skilvik Bay; 2. Longyearbyen.

шие сфероидальные конкреции хрупкого, лимонно-желтого янтаря встречаются разрозненно вдоль плоскостей залегания в угле. Диаметр конкреций обычно составляет от 1 до 3 мм, но многие из них имеют вытянутую форму и длину от 5 до 10 мм» (Christie, 1962, p. 11). «Желтые, красные и коричневые куски янтаря достигают 1 дюйма в диаметре и заметны на фоне черных обломков угля» (там же, p. 14). Кроме того, зерна (2 см в длину и 1.5 см в ширину) ИС встречаются на пляжах в *северо-восточной части оз. Хейзен* (рис. 1, б 3) и в угольных пластах, обнажившихся на *северной стороне оз. Хейзен* между рр. Аббе и Гилман (рис. 1, б 4) (Кус, 1973). Образцы ИС с оз. Хейзен были собраны только в конце 1980-х – в начале 1990-х гг. сотрудником Канадского института охраны природы Ч. Гручи без указания точного места и хранятся в коллекциях данного музея и в Канадском историческом музее. Образцы представлены яйцевидными шариками размером от 5 до 15 мм в длину (Gruchy, 1990; Poulin, Helwig, 2016). На внешней поверхности имеется немного зернистой корки. Датируются эоценом (McIver, Basinger, 1999). Сообщение о находке ИС есть в отчете компании Канада Уголь, которая проводила геологоразведку и поиск угля на *полуострове Фосхайм (о. Элсмир)* (рис. 1, б 5). В районе *Страткона-фьорд* пласты угля «содержат янтарь в виде очень мелких 3 мм бусин, некоторые куски янтаря могут достигать 10 см в размере, но они сильно выветрились и не представляют коммерческой ценности» (O' Donnell, 2012, p. 23). ИС совместно с ископаемой древесиной была обнаружена в *Угольном Фьорде на юге о. Элсмир* (рис. 1, б 6) в прослоях угля формации Маргарет позднепалеоценового / раннеэоценового возраста (Kalkreuth et al., 1996). ИС находили на *о. Аксель Хейберг* (рис. 1, б 7) в районе ископаемого леса, обнаруженного в 1985 г. В 1988 г. Р. Дэйем были собраны образцы ИС в окаменелых пнях в виде мелких золотисто-коричневых шариков от 5 до 40 мм в длину. Поверхность шариков хрупкая, зернистая и выветрившаяся (Day, 1991). Совместно с ИС обнаружены остатки исключительно хорошо сохранившихся болотно-лесных сообществ с преобладанием *Taxodiaceae*, *Metasequoia sp.*, *Pseudolarix sp.* (Anderson, Crelling, 1995). ИС датируется эоценом (McIver and Basinger, 1999).

Территория Юкон. Канадский геолог Дж. Доусон (George Mercer Dawson, 1849–1901), занимавшийся геолого-географическим исследованием границы Канады и США (1887–1888 гг.), первым указал на находки ИС в пластах бурого угля *вдоль р. Франсес* (рис. 1, 8), левого притока р. Лиард (Dawson, 1889). В 1898 г. в отчете Геологической службы США написано, что в угле обнаруженном на *ручье Угольном* (рис. 1, 9) встречается ИС (Emmons, 1898). При этом собрана ИС была только в 1912 г. геологом Д. Кейрнесом (DeLogme Donaldson Cairnes; 1879–1917) из Геологической службы Канады (Cairnes, 1912). В 1904 году в *ручье Клифф* (рис. 1, 10) в буром угле Р. МакКоннеллом была обнаружена ИС (Poulin, Helwig, 2016). Совместно с углем в обоих случаях встречается большое количество ископаемых листьев, наиболее распространенными видами которых являются хвойные верхнеэоценового возраста (Collier, 1903). Образцы ИС мелкие, оранжевого цвета, размером от 1 до 5 мм со слегка выветренным внешним видом. Уголь, в котором находят ИС, датируется поздним мелом / палеогеном (Cameron, Beaton, 2000).

Северо-Западные территории. В 1999 г. компания ВНР Billiton Diamonds Inc. извлекла большое количество торфяного материала и древесины во время разработки алмазного рудного тела *трубки «Жираф»*, расположенного в 25 км к северо-востоку от алмазного рудника Экати (рис. 1, 11) в пределах кимберлитового поля Лак-де-Грас. ИС была найдена в торфе на глубине 87.3 м, который также содержал большое количество хорошо сохранившихся листьев *Metasequoia*, крупные фрагменты древесины и корни (Tarrpert et al., 2011). В 2012 г. в ходе поисков алмазов в кимберлитовом теле *трубки «Панда»* (рис. 1, 12) был найден кусок дерева, запечатанный в вулканической породе. В ксилеме ископаемой древесины была найдена ИС, непрозрачная, размером 9.5 см в длину и 0.5 см в ширину. Считается, что в среднем эоцене на месте

трубки «Панда» был лес из *Metasequoia* (*Cupressaceae*). Во время извержения дерева обрушились в диатрему, а затем осели в вулканической породе на глубине до 300 м, где мумифицировались в стерильной среде (Wolfe et al., 2012).

Изученность ископаемых смол. Большая часть ИС Юкона, Северо-Западных территорий, а также Нунавут исследована различными физико-химическими методами. Для них проведена работа по определению видового состава смолопроизводящих деревьев. Установлено, что ИС преимущественно имеют одну макромолекулярную структуру, основанную на полимерах и сополимерах лабдановых дитерпенов с регулярной конфигурацией, схожей с таковой у сукцинита, но отличаются от него отсутствием янтарной кислоты. Данный вид смолы был классифицирован как класс 1b. Возможным источником могли быть вымершие деревья *Metasequoia sp.* (*Cupressaceae*) (Anderson, Crelling, 1995; Tappert et al., 2011; Poulin, Helwig, 2016). На о. Аксель Хейберг (территория Нунавут) кроме вышеописанной разновидности встречается другая разновидность – полимер лабдановых дитерпенов с энантио конфигурацией и содержащий янтарную кислоту. Данный вид смолы был классифицирован как класс 1d. Возможным источником могли быть вымершие деревья *Pseudolarix sp.* (*Pinaceae*) (Anderson, Crelling, 1995; Poulin and Helwig, 2016). Находки ИС на р. Франсес (территория Юкон) и о. Элсмир (Стенкуль-Фьорд, Угольный фьорд и Вендом-фьорд) остаются неисследованными.

Соединенные Штаты Америки. Местонахождения ИС на Аляске были известны еще коренным народностям и очень ценились ими. Первое письменное упоминание об ИС опубликовал капитан-лейтенант М.Д. Левашов. Во время экспедиции к Алеутским островам, зимую на о. Уналашка в 1768–1769 гг., он сообщил: «...мужчины <...> в ушах, да и между вставленных зубов в нижней губе, навешивают бисер или янтарики, которые достают с острова Аляксы, менюю на стрелы или камлеи, а болею войною (Соколов, 1852, с. 99–100). Американские изыскатели (W.H. Dall, G.F. Becker, A.J. Collier, J. Murdoch) стали упоминать об ИС с арктических территорий Аляски уже после продажи ее Российской империей в 1867 г. США, а смолы стали собирать только с середины XX в. в период интенсивных исследований суши военным ведомством и Геологической службой США.

Неорганизованное боро Западные Алеутские острова. Первые документальные сведения об ИС с указанием места находки на Аляске сделаны российским минералогом А.Ф. Постельсом (Alexander Johann Gustav Postels, 1801–1871) в августе 1827 г. Во время экспедиции на шлюпе «Сенявин» под командованием Ф.П. Литке при геогностических описаниях о. Уналашка он указал, что на северо-западной части острова, «на берегу Мокровской бухты (рис. 1, в 1) на горе есть озеро, где в одном утесе находили хороший янтарь» (Литке, 1835, с. 297). Бухта Мокровская, обозначенная Г.А. Сарычевым на морской карте в 1792 г., в 1888 г. Бюро рыболовства США была переименована в бухту Памстон. В 1840 г. И.Е. Вениаминов (он же митрополит Иннокентий, 1797–1879), основываясь на заявлениях алеутов, первым сообщил, что «недалеко от вулкана (Макушин), на восточной стороне озера, алеуты выламывают янтарь из скалы», (рис. 1, в 2) и дал краткое его описание: «...и мне случилось видеть кусочки такого янтаря; он темноват и не совсем чист» (Вениаминов, 1840, ч. 1, с. 64). В 1891 г. сотрудник Геологической службы США американский натуралист У. Долл (William Healey Dall, 1845–1927) описал это озеро: «Янтарное озеро по алеутским представлениям, представляет собой небольшой водоем, соединенный с двумя другими. Над озером возвышается обрывистый утес ...Алеуты утверждают, что разрушенный песчаник в прежние времена иногда давал кусочки янтаря, которые добывали из гравия по краям озера» (Dall, Harris, 1892, p. 243). И.Е. Вениаминов упомянул о находках ИС на о. Умнак: «...лучший янтарь находили также только на северной стороне Умнака под водопадом Игидгм ситхан (Вениаминов, 1840, ч. 2, с. 95). Кроме того, «на Ю-И северной половине острова, в горах, есть озеро, в утесистом берегу коего, сказывают,

добывали янтарь. Доставали его таким образом: на сплоченных байдарках подходили к самому утесу, и с них, длинными шестами, сыпали его сверху на разостланные на байдарках, вверх шерстью, бобровые шкуры» (Вениаминов, 1840, ч. 1, с. 141–142). В 1870 г. У.Х. Долл уточнил место находки, указав, что смолу находили «на о. Умнак, недалеко от *Егорковской*» (Dall, 1870, p. 476) (рис. 1, в 3).

Северо-Западное арктическое боро. Скопления ИС находили в угле бывшей угольной шахты (рис. 1, г 1) на ручье *Чикаго* (приток р. Кугрук) (Hurley, 1945).

Боро Норт-Слоп. В 1881–1886 гг. США приступила к исследованию северных районов Аляски, причем только в 1895 г. к этим работам подключилась Геологическая служба США. Участник Международной полярной экспедиции 1881–1883 гг. на *мыс Барроу* (рис. 1, г 2) американский натуралист Дж. Мердок (Murdoch John, 1825–1925) первым сообщил, что «кусочки янтаря иногда находят на пляже и носят с собой в качестве амулетов или (редко) делают из них бусы (Murdoch, 1892, p. 61). Позднее сотрудник Геологической службы США Э. Леффингвелл (Ernest de Koven Leffingwell, 1875–1971), составляя карту арктического побережья к востоку от м. Барроу указал, что туземцы «собрали несколько кусочков диаметром в четверть дюйма в пляжном гравии и песке *между заливами Харрисон и Смит*» (Leffingwell, 1919, p. 179) (рис. 1, г 3). Кусочки ИС находили попутно при бурении поисковых скважин на нефть. В 1944 г. были пробурены испытательные скважины и при описании некоторых из них, таких как Гьюбик 2 на западном берегу р. *Чэндлер* (рис. 1, г 4) и Титалук на ручье *Узел-Крик* (рис. 1, г 5), было указано, что на глубине 420 м и 292 м соответственно, в ассоциации с углем, углеродистым сланцем и отпечатками растений была встречена прозрачная желтая, зелено-желтая ископаемая смола (Robinson, Bergquist, 1958). В 1955 г. американские энтомологи Р. Усингер (Robert Leslie Usinger, 1912–1968) и Р. Смит (Ray Fred Smith, 1919–1999) первыми провели сбор ИС из северной части Аляски с целью палеоботанических и энтомологических исследований. Зерна ИС были найдены в угле и углеродистом сланце из пластов на южной стороне р. Колвилл в районе *утеса Нинулек Блафф*, примерно в 80 км вверх по течению от сообщества Умиат (рис. 1, г 6). Они хрупкие и рассыпаются в порошок при извлечении. ИС широко распространены в ассоциации с углем и углеродистым сланцем в меловых формациях *Чэндлер* и *Принс-Крик*, которые находятся в долинах рек *Кетик*, *Каолак* и *Как* (рис. 1, г 7) (Usinger, Smith, 1957). В бассейне р. Как, устье которой впадает в Северный Ледовитый океан недалеко от г. Уэйнрайта, Р. Усингер и Р. Смит обнаружили еще больше ИС, возраст которых отнесли к кампану (Martinez-Delclos et al., 2004). На некотором расстоянии вверх по р. Как (у угольной шахты № 3) они нашли два больших куска ИС, а затем собрали несколько сотен кусков (до 4 см в диаметре) на пляже ниже по течению от устья р. *Пугник* (рис. 1, г 8) и в устье р. *Омалик* (рис. 1, г 9). К числу мест, где ими были обнаружены ИС, относятся: *ручей Кей* (приток р. Икпикпук) и *ручей Мэйб* (рис. 1, г 10). На правом берегу р. *Метик* в тонких угольных жилах, проходящих в глине, были обнаружены кусочки смолы. Они часто встречаются в верхнемеловых отложениях р. *Авалик* (рис. 1, г 11) (Usinger, Smith, 1957).

Изученность ископаемых смол. ИС с рр. Каолак и Кетик – единственные смолы, которые были исследованы. Для них было установлено возможное ботаническое происхождение, возраст, получены ИК-спектры, по которым выявлено три типа ИС, но они не получили минералогические видовые названия. Цвет зерен варьирует от светло-золотисто-желтого до темно-красного и почти черного. Прозрачный – почти без трещин, а непрозрачный материал – в основном зернистый. Небольшой размер большинства кусочков (до 5 мм в диаметре) и их форма (каплевидные массы, субцилиндрические или неправильные мамиллярные шарики) позволили сделать вывод, что исходная смола затвердевала в атмосфере (Langenheim et al., 1960). Установлено, что отложения, в которых находили ИС, относятся к меловому периоду (Langenheim, Beck, 1968). Более древняя флора р. Как, характеризующаяся папоротниками раз-

личных видов и смесью примитивных и современных хвойных деревьев, считается альбской, пласты р. Кетик относят к сеноманскому, а р. Каолак — туронскому возрасту (Smiley, 1966; Scott, Smiley, 1979; Spicer, Hergan, 2010). Считалось, что ИС была произведена представителями семейства таксодиевых *Taxodiaceae* (Langenheim et al., 1960). Однако этот вывод не был подтвержден при сравнении ИК-спектров изученных ИС и современных смол таксодиевых родов *Sequoiadendron*, *Metasequoia* или *Taxodium* (Langenheim, 1969). Результаты масс-спектрометрии пиролиза показали сходство ИС с рек Каолак и Кетик с современной смолой *Agatis*, что указывает на возможное араукариевое происхождение (Poinar, Haverkamp, 1985). Этот вывод был подкреплен анализом с помощью ^{13}C ядерного магнитного резонанса (Lambert et al., 1990).

Основным местонахождением ископаемых смол арктических территорий **Норвегии** является о. *Западный Шпицберген*. Данный район был ранее известен палеоботаникам и геологам по ископаемым растениям и углю (Pingel, 1843, Thiedig et al., 1980). Первым о находке ИС в угле сообщил датский ботаник и фармацевт Й. Валь (Jens Vahl, 1796—1854), участник французской научной экспедиции 1838—1841 гг. На южном берегу залива *Белльсунн* он нашел и привез в Университет Копенгагена «куски угля, которые содержат янтарь» (Pingel, 1843, р. 304). Однако данные образцы ИС были описаны и проанализированы впервые Н. Ваврой только в 2002 г. Округлые зерна ИС диаметром до 5 мм были найдены в алевролитах и каменноугольных пластах бухты *Скилвика* (рис. 1, д 1) восточнее мыса Ренардодден (Vavra, 2002). Образцы ИС были найдены в 2010 г. недалеко от г. *Лонгйир* (рис. 1, д 2) (Azar et al., 2011). Зерна диаметром до 3 мм имеют темно-оранжевый цвет, хрупкие, находятся в песчанике в небольших линзах серой глины. Есть сведения о том, что ИС встречается в углях палеогенового возраста в шахтах п. *Баренцберг* (по неопубликованным описаниям коллекций шахтеров, изученных Г.П. Дубарем).

Изученность ископаемых смол. Было установлено, что каменноугольные пласты бухты *Скилвика* содержат большое количество растительных остатков, преимущественно хвойных *Metasequoia occidentalis* (Newb.), *Sequoia langsdorffii* Heer (Лившиц, 1973; Thiedig et al., 1980). О. Геер считал весь флористический комплекс из кайнозойских отложений Шпицбергена миоценовым. Его вывод вскоре поставил под сомнение Дж. Гарднер (Gardner, 1887), считавший возраст палеофлор Шпицбергена более древним, эоценовым. Ю.Я. Лившиц, ссылаясь на И.А. Ильинскую, изучавшую растения из района м. Ренардодден по материалам О. Геера, и на А.С. Вакуленко, указывал на олигоценый возраст флоры и пыльцы (Лившиц, 1973). Н. Вавра предположил палеоценовый возраст вмещающих ИС пород (Vavra, 2002). На основании результатов ИК-спектроскопии и газо-жидкостной хроматографии были установлены значительные отличия ИС с залива *Белльсунн* от сукцинита и схожесть их с таковыми семейства ретинитов (Vavra, 2002). При этом показано, что есть небольшое различие в спектрах двух ИС, найденных на Шпицбергене. Это различие, по мнению авторов, может быть связано с разным ботаническим происхождением (Azar et al., 2011).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Историю изучения ископаемых смол на территории зарубежной Арктики можно датировать со второй половины 18 в. Первенство в письменных упоминаниях об ископаемых смолах принадлежит русскому мореплавателю М.Д. Левашову — исследователю Аляски и Алеутских островов. В иностранной научной литературе (Dall, Harris, 1892; Fraquet, 1987; Poinar, 1992) этот факт не указывается, как и не упоминаются работы других российских путешественников, указывавших о наличии ИС на Аляске.

Ископаемые смолы достаточно широко распространены на территории зарубежной Арктики в виде незначительных скоплений и единичных находок. Большинство из них пространственно связаны с площадями угленосных бассейнов мелового и палеогенового возраста и молодыми россыпями различного генезиса, возникшими за счет размыва угленосных пластов. На арктическом побережье Аляски (мыс Барроу, в заливах Харристон и Смита), на Алеутских островах (Уналашка, Умнак) и на западном побережье Гренландии развиты мелкие современные прибрежно-морские россыпи. Такие россыпи, характеризуются невысокими концентрациями полезного компонента. Две находки были сделаны в ходе поисков алмазов в кимберлитовом теле (Северо-Западные территории, Канада).

Приведенное описание находок ИС расширяет объем современных знаний о них. На данный момент находки ИС зарубежной Арктики либо совсем не изучены различными методами минералогического анализа, либо изучены поверхностно, поскольку большинство из них собирались попутно во время археологических, палеоботанических и геологических изысканий, а исследованиями занимались в основном энтомологи и палеоботаники. Лучше исследованы ИС арктических территорий Канады, Гренландии (о. Заячий) и Норвегии (о. Западный Шпицберген).

Изученные ископаемые смолы можно разделить на две группы. Часть из них (о. Элмир, о. Аксель-Хейберг, Канада и о. Западный Шпицберген, Норвегия) относятся к хрупким разновидностям и янтарем (сукцинитом) не являются. В связи с хрупкостью и небольшими размерами ограничено пригодны для ювелирно-каменерезного дела. Другая часть смол – вязкие, янтареподобные (сукцинитом также не являются) и годны к обработке для изготовления ювелирных изделий (о. Заячий, Гренландия, смолы с территории Юкон, Северо-Западных территорий и о. Аксель-Хейберг (Канада). Отсутствие четких представлений о видовой принадлежности, точной привязки изученных образцов приводят к неверным результатам при сравнении экспериментальных данных. Поэтому заслуживают углубленного изучения их физические, химические особенности и условия образования. Это будет способствовать уточнению классификационных признаков ИС. Изучение ИС зарубежной Арктики из старых коллекций многочисленных музеев может помочь исправить многие ошибки, вызванные не всегда надежно установленной идентификацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вениаминов И.Е. Записки об островах Уналашкинского отдела: В 2 ч. СПб.: Тип. ИАН, 1840. Ч. 1. 367 с., Ч. 2. 414 с.
- Лившиц Ю.Я. Палеогеновые отложения и платформенная структура Шпицбергена. Л.: Недра, 1973. 160 с.
- Литке Ф.П. Путешествие вокруг света, совершенное по повелению Императора Николая I, на военном шлюпе «Сюнявин» в 1826, 1827, 1828 и 1829 годах, флота капитаном Федором Литке. СПб.: Типография Х. Гинце, 1835. 556 с.
- Лукин Ю.Ф. Многомерность пространства Арктики. Архангельск: САФУ им. М.В. Ломоносова, 2017. 250 с.
- Мартirosян О.В. Ископаемые смолы Российской Арктики: к истории изучения // ЗРМО 2020. Ч. 149. № 1. С. 131–138.
- Мартirosян О.В. Есть ли янтарь на Среднем Урале? // Вестник геонаук. 2020. 6(306). С. 27–30.
- Орлов Н.А., Успенский В.А. Минералогия каустобиолитов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 198 с.
- Соколов А.П. Экспедиция к Алеутским островам капитанов Креницына и Левашова, 1764–1769 гг. // Зап. Гидрограф. Департамента. 1852. Ч. 10. С. 70–103.

**Fossil Resins of the Arctic Territories
of Denmark, Canada, the USA and Norway: to the History of Their Study**

O. V. Martirosyan*

Geological Institute RAS, Moscow, Russia

**e-mail: mov@ginras.ru*

The article presents a review of current knowledge about the first finds of fossil resins in the Arctic territories of Denmark, Canada, the USA and Norway. The history of their study is briefly given on the base of little-known and fragmentary multilingual documents, the primacy of researchers who mentioned fossil resins is noted, location of their occurrences and varieties of fossil resins are given, and the level of their study is assessed. M.D. Levashov is the author of the first written mention of fossil resins in the territory of the foreign Arctic. Information about the findings of fossil resins in the foreign Arctic allows expanding the existing database on resins, and an in-depth study of their physic-chemical characteristics and formation conditions will help clarify the classification features of fossil resins.

Keywords: Arctic, resin fossils, schraufite, retinite, amber; Denmark, Canada, USA, Norway

REFERENCES

- Anderson K.B., Crelling J.C.* Amber, resinite and fossil resins. Washington: DC, **1995**. 297 p.
- Armstrong T.E., Rogers G.W., Rowley G.* The circumpolar North: A political and economic geography of the Arctic and Subarctic. Ottawa: Methuen, **1978**. 303 p.
- Azar D., Roy J.-C., Garrouste R. et al.* The discovery of the most northern amber outcrop in Spitsbergen. *Session of World Amber Concil* [27–28 May 2011, Gdansk] **2011**. P. 9–12.
- Berkman P.A., Vylegzhanin A.N.* Environmental Security in the Arctic Ocean. Springer Science + Business Media Dordrecht, 2013. 459 p.
- Broughton P.L.* Conceptual Frameworks for Geographic-Botanical Affinities of Fossil Resins. *Canad. J. Earth Sci.* 1974. V. 11. N 4. P. 583–594.
- Cairnes D.D.* The Yukon coal fields. Ottawa: Canadian Mining Institute, **1912**. 35 p.
- Cameron A.R., Beaton A.P.* Coal resources of northern Canada with emphasis on Whitehorse Trough, Bonnet Plume Basin and Brackett Basin. *Intern. Journal Coal Geology*. **2000**. Vol. 43. P. 187–210.
- Gardner J.S.* On the leaf-beds and gravels of Ardtun, Carsaig, etc. in Mull, with notes by G.A. Cole. *Quarterly Journal of the Geological Society*. **1887**. Vol. 43. P. 270–300.
- Christie R.L.* Northeastern Ellesmere Island, District of Franklin. Geological Survey of Canada Paper, **1962**. 62–10. 15 p.
- Chydenius J.J.* Undersökning af fossilt hartz från Grönland. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*. **1875**. Vol. 2. N 13. P. 549–551.
- Collier A.J.* The coal resources of the Yukon, Alaska. Washington: Govt. print off., **1903**. 71 p.
- Dall W.H., Harris G.D.* Correlation papers – Neocene. Washington: U.S. Gov. Print. Office, **1892**. 349 p.
- Dall W.H.* Alaska and its resources. Boston: Lee and Shepard, **1870**. 627 p.
- Dawson G.M.* Report on an exploration in the Yukon district, N.W.T. and adjacent northern portion of British Columbia. *Geological and natural history survey of Canada*. Annual report. Vol. 3 pt. 1. Report B. Montreal: William Foster Brown and Co, **1889**. 11B–207B.
- Day R.G.* An overview of fossil fungi in the Geodetic Hills Fossil Forest, Axel Heiberg Island, NWT. In: *Tertiary Fossil Forests of the Geodetic Hills, Axel Heiberg Island, Arctic Archipelago*. Ottawa-Ontario: Energy, Mines and Resources, **1991**. P. 99–121.
- Denmark, Greenland and the Faroe Islands: Kingdom of Denmark Strategy for the Arctic. 2011–2020. Copenhagen, Nuuk, Tinganes: Rosendahls-Shultz grafisk a/s, **2011**. 58 p.
- Emmons S.F.* Map of Alaska showing known gold-bearing rocks with descriptive text containing sketches of the geography, geology, and gold deposits and routes to the gold fields. Washington: US Geological Survey, **1898**. 44 p.
- Fortier Y.O., Blackadar R.G., Glenister B.F. et al.* Geology of the north-central part of the Arctic Archipelago, Northwest territories (Operation Franklin). Ottawa: Dep. of mines and technical surveys, **1963**. 671 p. (Geological Survey of Canada, Memoir 320).
- Fraquet H.* Amber. London: Butterworth and Co. Ltd, **1987**. 176 p.

Heer O. Flora fossilis Arctica: die fossile flora der Polarländer: Die in Nordgrönland, Auf De: Die in Nordgrönland, Auf Der Melville-Insel, Im Banksland, Am Mackenzie, in Island Und in Spitzbergen Entdeckten Fossilen Pflanzen. Zurich: Druck und Verlag von Friedrich Schulthess, 1868. 254 p.

Heer O. Contributions to the fossil flora of North Greenland, being a description of the plants Collected by Mr. Edward Whymper during the summer of 1867. In: Philosophical Transactions of the Royal Society London. **1869**. Vol. 159. P. 445–488.

Heck G. Py-GC-Analysen zur Unterscheidung von Bernstein. *Berliner Beiträge zur Archäometrie*. **1999**. Bd. 16. P. 211–240.

Hurley D. Amber occurrences in Alaska. *Rocks and minerals*. **1945**. Vol. 20. N. 10. P. 481.

Giesecke K.L. Description of Greenland. Edinburgh: Andrew Balfour, Merchant court, **1816**. 22 p.

Gruchy G. The Fossil Forest on Axel Heiberg Island. *CCI Newsletter*. **1990**. N 9. P. 5–6.

Kalkreuth W.D., McIntyre D.J., Fowler M.G. et al. Petrological, palynological and geochemical characteristics of Eureka Sound Group coals (Stenkul Fiord, southern Ellesmere Island, Arctic Canada). *International Journal of Coal Geology*. **1996**. Vol. 30. P. 151–182.

Kosmowska-Ceranowicz B., Pielnińska A. Infrared spectra of amber and other resins – results of research by Vlas Katinas. *International symposium «Amberif 2018»*. Book of abstract. **2018**. P. 124–128.

Kosmowska-Ceranowicz B. Succinite and some other fossil resins in Poland and Europe (deposits, finds, features and differences in IRS). *Estudios del Museo de ciencias naturales de Alava*. **1999**. Vol. 14. N 2. P. 73–117.

Kuc M. Plant macrofossils in Tertiary coal and amber from northern Lake Hazen, Ellesmere Island. *Geological Survey of Canada*. **1973**. Paper 73–1. Part B. P. 143–145.

Langenheim J.H. Amber: A botanical inquiry. *Science*. **1969**. Vol. 163. N 3872. P. 1157–1169.

Langenheim J.H., Beck C.W. Catalogue of infrared spectra of fossil resin (ambers) in North and South America. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*. **1968**. Vol. 22. N. 3. P. 65–120.

Langenheim R.L., Smiley C.J., Gray J. Cretaceous amber from the Arctic coastal plain of Alaska. *Bull. Geol. Soc. Amer.* **1960**. Vol. 71. N 9. P. 1345–1356.

Lambert J.B., Frye J.S., Poinar G. Analysis of North American Amber by Carbon-13 NMR Spectroscopy. *Geoarchaeology*. **1990**. N. 5. P. 43–52.

Leffingwell E.K. The Canning River region, northern Alaska Washington: Govt. print. off., **1919**. 251 p.

Litke F.P. Travel around the world, made by order of Emperor Nicholas I, on the military sloop «Sunyavin» in 1826, 1827, 1828 and 1829. St. Petersburg: H. Ginze Printing House, **1835**. 556 p. (in Russian).

Livshits Yu.Ya. Paleogene deposits and platform structure of Svalbard. Leningrad: Nedra, **1973**. 160 p (in Russian).

Lukin Yu.F. Multidimensional space of the Arctic. Arkhangelsk: NArFU M.V. Lomonosov, **2017**. 250 p (in Russian).

Martinez-Delco's X., Briggs D.E.G., Peñalver E. Taphonomy of insects in carbonates and amber. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. **2004**. N. 203. P. 19–64.

Martirosyan O.V. Fossil resins of the Russian Arctic: to the history of the study. *Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.)*. **2020**. Vol. 149 (1). P. 131–138 (in Russian).

Martirosyan O.V. Is there amber in the Middle Urals? *Bulletin of Geosciences*. **2020**. 6(306). P. 27–30 (in Russian).

Maxwell M.S. An archaeological analysis of eastern Grant land, Ellesmere Island, Northwest Territories. Ottawa: Department of Northern Affairs and Natural Resources, **1960**. 109 p.

McIver E.E., Basinger J.F. Early tertiary floral evolution in the Canadian high arctic. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. **1999**. Vol. 86. N 2. P. 523–545.

Murdoch J. Ethnological results of the Point Barrow Expedition. *Annual report of the Bureau of Ethnology*. **1892**. Vol. 9. (1). P. 19–441.

National Strategy for the Arctic Region. November 2013. USA, Washington D.C. 14 pp.

Northern Residents Deductions: Places in Prescribed Zones. Canada Revenue Agency. Publication T4039. 2007. 6 p.

O' Donnell S. The Nunavut coal project. Vancouver: Canada coal Inc, **2012**. 97 p.

Orlov N.A., Uspensky V.A. Mineralogy of caustobioliths. Moscow; Leningrad: Publ. House Acad. Sci. USSR. **1936**. 198 p (in Russian).

Poinar G.O. Life in Amber. Stanford University Press, **1992**. 386 p.

Poinar G.O., Haverkamp J. Use of pyrolysis mass spectrometry in the identification of amber samples. *J. Baltic Studies*. **1985**. Vol. 14. N 3. P. 210–221.

Pingel C. Om den af Porphyrgange gjennembrudte röde Sandsteen i det sydlige Grönland // Det kongelige danske videnskaberne selskabs naturvidenskabelige og matematiske afhandlinger. Bd 10. Kjöbenhavn: Trykt i Bianco Lunos Bogtrykkeri, **1843**. P. 299–331.

Poulin J., Helwig K. The characterization of amber from deposit sites in western and northern Canada. *J. of Archaeological science: Reports* 7. **2016**. P. 155–168.

Rink H.H. Grønland geographisk og statistisk beskrevet. Bd. 1. De danske Handelsdistrikter i Nordgrønland: deres geographiske Beskaffenhed og produktive Erhvervsilder. Kjøbenhavn: A.F. Høst, **1852**. 206 p.

Robinson F.M., Bergquist H.R. Test Wells, Gubik area, Alaska, with micropaleontologic study of the Gubik test wells, northern Alaska. *U.S. Geological Survey*. Professional paper. 305-C. 1958. Pt. 5. P. 208–264.

Scott R.A., Smiley C.J. Some Cretaceous megafossils and microfossils from the Nanushuk Group, northern Alaska: a preliminary report. *U.S. Geological Survey*. **1979**. Vol. 794. P. 89–111.

Smiley C.J. Cretaceous floras from Kuk River area, Alaska: Stratigraphic and climatic interpretations. *Bull. Geol. Soc. Amer.* **1966**. Vol. 71. pp. 1–14.

Sokolov A.P. Expedition to the Aleutian Islands of Captains Krenitsyn and Levashov, 1764–1769. *Zap. Hydrograph. Department*. **1852**. Vol. 10. P. 70–103 (in Russian).

Spicer R.A., Herman A.B. The late cretaceous environment of the Arctic: a quantitative reassessment based on plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. **2010**. Vol. 295. P. 423–442.

Tappert R., Wolfe A.P., McKellar R.C. et al. Characterizing modern and fossil gymnosperm exudates using micro-Fourier transform infrared spectroscopy. *Int. J. Plant Science*. **2011**. Vol. 172. P. 120–138.

The Norwegian Government High North Strategy. Norwegian Ministry of Foreign Affairs, 2017. 76 p.

Thiedig F., Pickton C.A.G., Lehmann U. et al. Das Tertiär von Renardodden (Östlich Kapp Lyell, Westspitz Fossil, Svalbard). *Mitteilungen Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Hamburg*. **1980**. Vol. 49. P. 135–146.

Usinger R.L., Smith R.F. Arctic amber. *Pacific Discovery*. **1957**. Vol. 10. N 2. P. 15–19.

Vavra N. Fossil resin (“amber”) from the Paleocene of Renardodden (Cape Lyell, West Spitsbergen, Svalbard). *Mitt. Geol. Paläont. Ins. Univ.* **2002**. Vol. 86. P. 263–277.

Veniaminov I.E. Notes on the Islands of the Unalashka department: At 2 Pt. Saint Petersburg: Tip. IAN, **1840**. Part 1. 367 s; Part 2. 414 p (in Russian).

Wartha V. Chemische Untersuchung einiger Gesteine, fossilen Holzes u. Kohlen aus der arktischen Zone. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*. 1866. N. 11. P. 281–295.

White D., Schuchert C. Cretaceous series of the west coast of Greenland. *Bull. Geol. Soc. Amer.* **1897**. Vol. 9. N 6. P. 343–365.

Whymper. E.H. Report of proceedings to obtain a collection of fossil plants in north Greenland for the committee of the British association. *Report of the British Assoc. for the Advancement of Science*. **1869**. Vol. 39. P. 1–8.

Wolfe A.P., Csank A.Z., Reyes A.V. et al. Pristine Early Eocene wood buried deeply in kimberlite from Northern Canada. **2012**. PloS ONE 7(9):e455372012.