

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
ГБУК «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ОБЛАСТНОЙ МУЗЕЙ ЯНТАРЯ»

А. Манукян

МИКРОМИР ЯНТАРЯ

Палеобиоценология



Калининград
2016

Издание реализовано в рамках государственной программы Калининградской области «Развитие культуры» подпрограммы «Развитие государственного бюджетного учреждения культуры «Калининградский областной музей янтаря» и культурно-образовательного сектора янтарной отрасли» в 2016 году

Редакционная коллегия

Татьяна Суворова, директор Калининградского областного музея янтаря
Зоя Костяшова, ведущий научный сотрудник
Анна Смирнова, заведующая научно-экспозиционным отделом
Татьяна Макеева, редактор, ответственная за выпуск

Фото – Андраник Манукян
Графика – Михаил Подольский

Использованы материалы из коллекции Калининградского музея янтаря, также частных коллекций Б. Е. Жуковского (рис. 6, 13, 21а, б; 26–28), А. В. Афанасьева (рис. 19, 23, 29), С. И. Шишова (рис. 14) и М. А. Матвеева (рис. 4).

Автор выражает искреннюю благодарность доктору биологических наук А. Г. Кирейчуку (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург) за многочисленные консультации и определение материалов по отряду *Coleoptera*, а также кандидату биологических наук П. И. Алексееву (Ботанический институт РАН, Санкт-Петербург) за определение растительных включений.

Манукян, А.Р.

М 241 **Микромир янтаря. Палеобиоценология / Калининградский областной музей янтаря.** – Калининград, 2016. – 48 с. : ил.
ISBN 978-5-903920-39-6

«Янтарное» сообщество описано как целостный организм, где каждому его члену отведена определенная роль в круговороте веществ и энергии. В качестве ведущего биологического звена рассмотрен продуцент балтийского янтаря. Дан краткий очерк истории изучения биологических включений в балтийском янтаре.

Автор – Андраник Манукян, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Калининградского областного музея янтаря. Занимается систематикой перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera, Ichneumonidae), а также вопросами биологического и таксономического разнообразия включений насекомых в балтийском янтаре.

© А.Р. Манукян, 2016

ISBN 978-5-903920-39-6

© ГБУК «Калининградский областной музей янтаря», 2016

Янтарь – важное природное богатство Российской Федерации. В Калининградской области находится единственное в мире месторождение, где ведется его промышленная добыча и где янтарь занимает весьма заметное место в экономике края. Здесь же действует единственный в России музей этого минерала, в котором посетители могут ознакомиться с экспозицией ископаемых организмов в янтаре и получить представление о биологическом разнообразии “балтийской” фауны. Тем не менее подавляющее большинство людей воспринимают янтарь как поделочный камень, материал для изготовления украшений, не подозревая о ценной биологической информации, хранящейся в этом минерале. Экспозиция ископаемых организмов вызывает широкую гамму эмоций у посетителей музея: от полного безразличия до неподдельного восторга и восхищения. Очевидно, что краткий экскурсионный рассказ может служить лишь стимулом для самостоятельного изучения вопроса. Зачастую в процессе экскурсионного обзора сотрудникам музея приходится отвечать на многочисленные

вопросы, а иногда посетители интересуются, где они могут найти дополнительную информацию для более глубокого изучения вопроса. К сожалению, не всегда удается удовлетворить познавательный интерес посетителей по причине малочисленности научно-популярной литературы на русском языке. Некоторые из источников уже устарели и потеряли актуальность (например, книга Б. И. Сребродольского “Янтарь”, 1984). Монография Н. Я. Кузнецова (1941) посвящена чешуекрылым насекомым в янтаре; вводные главы книги содержат исчерпывающий обзор взглядов XIX в. на происхождение, возраст и фауну балтийского янтара. В настоящее время работа Н. Я. Кузнецова – библиографическая редкость и может служить лишь в качестве письменного источника изучения истории науки.

Следует отметить многочисленный пласт современной печатной и электронной продукции, специализирующейся на пересказе средневековых мифов, легенд, донаучных представлений. У читателей может сформироваться представление о янтаре лишь как об источнике

поэтического вдохновения. Время от времени в средствах массовой информации появляются публикации об ископаемых насекомых в янтаре. Обычно эти сообщения о “сенсационных” находках основаны на искаженной интерпретации строгих научных публикаций. Многочисленные аспекты познавательной роли балтийского янтара, его значения для многих областей знания и наук о Земле и жизни остаются нераскрытыми. В этой книге мы попытались ознакомить читателей с общими сведениями о представителях древнего животного и растительного мира, заключенных в балтийском янтаре.

Также предпринята попытка в упрощенной форме рассказать о многообразии биологических связей в местах образования янтара, в так называемом янтарном лесу. Внимание в первую очередь отводится янтареносному дереву как ведущему биологическому и средообразующему элементу древнего биоценоза. Надеемся, что это издание станет отправной точкой для дальнейшего путешествия в мир древней жизни Земли.

Включения в янтаре – одни из первых ископаемых, известные человеку с древности. Насекомые в янтаре описывались как загадочные, диковинные объекты природы, им приписывали магические свойства, иногда отмечали их своеобразную эстетику. Упоминания о включениях как свидетельствах растительного происхождения янтара встречаются у Аристотеля, Плиния Старшего и Тацита. Вслед за ними признал растительное происхождение, опираясь на наличие

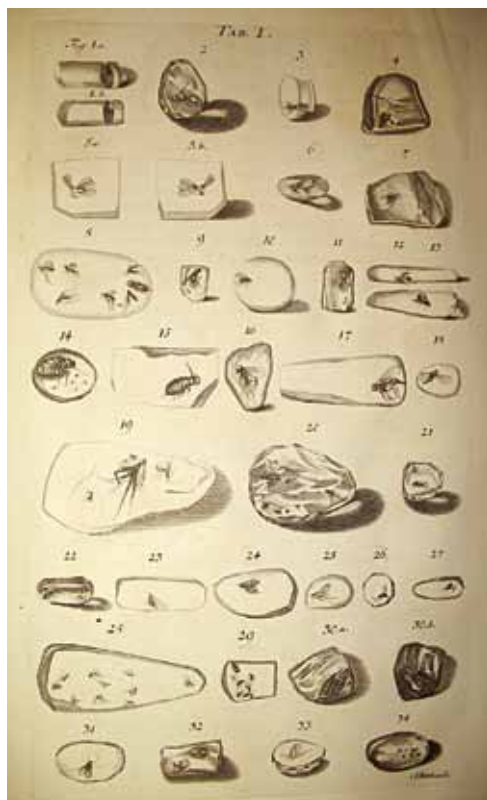
в янтаре мелких животных, также М. В. Ломоносов:

Чтож до янтара надлежит, то не можно, довольно надивиться, что некоторые ученые люди, именем и заслугами великие, оной за сущей минерал признали, не взирая на толикое множество заключенных в нем мелких гадов, которые в лесах водятся, ниже на множество листов, что внутрь янтара видны; которые все как бы живым голосом противятся оному мнению и подлинно объявляют, что к жидкой смоле из деревистекшей, оные гады и листы некогда прильнули; после тою же с верьху залиты, и заключенные остались. Каким же образом пришли в землю; того разв тот не поймет, кто о толь великих перепенах земной поверхности, как мы выше видели, знания не имеет. Сверх того янтарь в Пруссии находят под слоем гнилого дерева, которые, как видно, ради древности истлело; между тем смоляная материя, противясь жирности своею разрушающему тлению, с заключенными в них гадами уцелела, и наконец под землею долговечным временем от минеральных соков тверже стала.

Небезынтересно, что об этой цитате знал известный немецкий естествоиспытатель Хуго Конвенц (Conwentz, 1890) и использовал в своих трудах.

Еще более раннюю цитату из отчета испанского путешественника XVI века Gerónimo Lipomani приводит историк Игнасио Бауер и Ландауер (Bauer y Landauer, 1935; цит. по: Кузнецов, 1941):

В том море [Балтийском, или Венедском] встречается много янтара, в котором видно много видов рыб и разных сортов мелких животных, заключенных в него или от природы или вследствие



Страницы из трактата Натаниэля Зенделя
 “HISTORIA SVCCINORVM CORPORA ALIENA” (Sendel, 1742)

какого-нибудь неизвестного бедствия, происшедшего в этой стране.

В древнерусской литературе упоминание о включениях встречается в 1656 г. в переводе “Шестоднева” Василия Великого, византийского церковного писателя IV в. (329–378).

Беседа 5... Иная влага, вытекающая из мастичника, и иной сок бальзамического дерева, а некоторые нарды в Египте и Ливии источают другой род сока. Сказывают также, что и янтарь есть сок растений, отвердевший в камень. И такое мнение подтверждают примечаемые в янтаре травинки и мелкие животные, которые, будучи захвачены, когда сок был еще мягкий, остаются в нем...

Краткие упоминания о включениях встречаются во многих натур-философских трактатах, в медицинских и фармакологических трудах Средневековья. Однако в тот период отсутствовали работы, посвященные специальным исследованиям включений. В литературе эпохи Возрождения уже встречаются попытки осмысления естественнонаучного значения включений. Делаются наблюдения общего характера, в некоторых из них сейчас можно найти указание о встречаемости наиболее заметных групп или распознать в иллюстрациях некоторые таксоны насекомых. Также предпринимались

попытки описания видов обычно в качестве чрезвычайно краткой характеристики и т.д. Все эти упоминания носили попутный и нецеленаправленный характер.

Впервые включения в янтаре рассмотрены как самостоятельный объект исследования в трактате Натаниэля Зенделя *"HISTORIA SVCCINORVM CORPORA ALIENA"* (Sendel, 1742). По заказу короля Августа Сильного (1670–1733) Н. Зендель составил каталог 670 камней с включениями из королевского собрания, были даны очень краткие, иногда противоречивые, сведения об их отличительных признаках. Как исследователь долинные эпохи Н. Зендель не мог следовать бинарной номенклатуре. Иллюстрации в таблицах даны в натуральных пропорциях, они наивны и большей частью неопределимы. Однако на некоторых рисунках удастся распознать отряд, реже семейство включений.

К сожалению, включения королевского собрания сейчас не могут быть переисследованы – коллекция была уничтожена пожаром в Дрезденском Цвингере в 1849 г. Незадолго до этого коллекция была повторно изучена немецким естествоиспытателем Г. Берендтом, о чем известно по неопубликованным данным.

Работа Н. Зенделя может претендовать только на роль первой сводки, отражающей современный для того времени уровень знания. Н. Зендель рассматривает включения как самостоятельный научный объект исследования, что является главной заслугой его работы. Другая особенность трактата – попытка максимально достоверного

отражения материала, без домыслов, характерных для натурфилософии той эпохи.

Оценивая весь долинные период, в том числе деятельность Н. Зенделя, можно квалифицировать вклад в познание “балтийской” фауны как незначительный или отсутствующий вовсе. Сейчас долинные работы – всего лишь любопытные факты истории естествознания.

Это вполне объяснимо в силу отсутствия в то время биологической систематики как науки в современном понимании. Единственный итог этого этапа – использование знания о включениях в качестве аргумента в пользу ботанического происхождения янтара. Другим, более существенным результатом, является осознание научной значимости объекта. Включения в янтаре – это осколки некогда существовавшего мира, собирая их, можно познавать историю Земли – именно к такому пониманию ископаемых научная мысль пришла в долинные период.

В начале XIX в. линнеевская система классификации живых организмов получает всеобщее признание среди ботаников и зоологов. Важно отметить, что первые ископаемые, описанные с применением бинарной систематики, были насекомые из балтийского янтара: в 1803 г. немецкий энтомолог и минералог Эрнст Гермар (Germar, 1803) описал два вида равнокрылых насекомых. Эта дата может считаться исходной не только для научного описания фауны балтийского янтара, но и для палеосистематики как науки.

Первая полноценная таксономическая сводка балтийского янтаря составлена Генрихом Гёппертом и Готлибом Берендтом (Goerpert, Berendt, 1845), где был представлен известный на тот момент видовой состав. Поскольку в предшествующий период работ по описанию и инвентаризации фауны было крайне мало, не удивительно, что подавляющее большинство упомянутых видов и родов были описаны впервые: Г. Гёппертом – животные объекты, Г. Берендтом – растительные. В настоящее время около половины видов сохранили присвоенный им статус; систематическое положение других сомнительно и не до конца выяснено. Тем не менее первооткрывателями ключевых видов и родов почти из всех семейств и сегодня являются Г. Гёпперт и Г. Берендт. Энциклопедические знания и круг научных интересов естествоиспытателей XIX в., таких как Х. Конвенц, Р. Каспари, Г. Гёпперт и Г. Берендт, был значительно шире янтарных исследований. Все эти имена связаны с основополагающими работами в самых различных областях естествознания. Признанный авторитет этих ученых в значительной мере определил дальнейший научный и общественный интерес к изучению ископаемых организмов балтийского янтаря.

Вторая половина XIX в. характеризуется появлением специальных работ по отдельным группам организмов: по насекомым отрядам *Hymenoptera* (Maug, 1868; Brischke, 1886), *Coleoptera* (Klebs, 1889, 1890), Meunier (1892, 1893, 1894, 1901, 1902, 1903) и арахнидам (Menge, 1855;

Giebel, 1856) и др. Благодаря этому, уже к концу XIX в. были описаны представители основных отрядов беспозвоночных животных балтийской фауны.

Итоги работ XIX в. можно подвести следующим образом:

1. Окончательно доказано растительное происхождение янтаря, продуцент определен как вид *Pinus succinifera*. Подвергнуты инвентаризации наиболее яркие и массовые представители флоры. Это позволило уже в конце XIX в. провести более или менее удовлетворительную реконструкцию “янтарного” леса с использованием открытой систематики. Такой подход обеспечил создание общей картины палеонтологической ситуации в местах образования янтаря. Позднейшие реконструкции XX в. лишь дополняли общую картину, вносили необходимые детали, но не меняли уже сложившегося представления. Современные реконструкции, по крайней мере в популярном изложении, мало чем отличаются от построений XIX в.

2. Признание бинарной номенклатуры в описании янтарной фауны способствовало включению в общий контекст биологической систематики.

3. Осознана необходимость специализации и подробного рассмотрения фауны.

4. Возраст янтаря оценивается как олигоценовый, хотя более ранний, эоценный, возраст уже начинает обсуждаться в научной литературе.

5. Были созданы янтарные коллекции в Кёнигсберге и Данциге, которые многие годы служили базой для таксономических исследований.

В XX в. специализированный подход становится преобладающим. Завершилось обособление двух направлений в изучении янтаря: геолого-минералогического и палеобиологического. Был определен геологический возраст балтийского янтаря как палеогеновый (эоцен, ипрский ярус) (Ritzkowski, 1997). Специализация палеобиологического направления продолжалась на протяжении всего XX в., поскольку отсутствие специализации и слишком широкий охват групп животных не позволяли достичь необходимой точности и четкости описаний и анализа (Жерихин и др., 2008). Количество печатных трудов по отдельным систематическим группам артропод и растений резко возрастает (Sellnick, 1931: *Arachnida, Oribatida*; Brues, 1933, 1939, 1940: *Hymenoptera*; Heie, 1967: *Hemiptera, Sternorrhyncha* и многие другие), при этом время от времени появляются работы, рассматривающие фауну и флору балтийского янтаря в целом. Некоторые из них требуют специального упоминания.

В 1961 г. Ханной Чечот (Czeczott) был опубликован аннотированный каталог, где реферированы все известные на то время растения из балтийского янтаря; существенным образом была дополнена предшествующая сводка немецкого автора Франца Кирххаймера (Kirchheimer, 1937). Всего X. Чечот приводит 101 вид покрытосеменных, 52 вида голосеменных и 63 вида так называемых криптогамных растений – из ныне устаревшей систематической группировки, включающей бактерии, миксомицеты, грибы, мхи, ли-

шайники и папоротники. Подавляющее большинство в перечне X. Чечот составляют виды, описанные в XIX в. Статус многих из них в настоящее время ставится под сомнение, другие не прошли поверку временем. Очевидно также, что список должен быть дополнен видами, описанными после выхода этой работы. Тем не менее труд X. Чечот следует оценивать как крупную обобщающую сводку, чрезвычайно важную и востребованную и в настоящее время. Позже в список были внесены некоторые исправления и дополнительные систематические и библиографические сведения Уттой Шпар (Spahr, 1993).

“Янтарный” лес как целостная палеобиоценотическая система впервые рассмотрен в монографии датского энтомолога Свена Ларссона (Larsson, 1978) на базе материалов коллекции Зоологического музея в Копенгагене (Дания). С тех пор знание о биологическом и таксономическом разнообразии “янтарного” леса стало намного шире, но, несмотря на это, работ в этом направлении мало, или они направлены на решение узких задач палеобиологического характера в рамках отдельных таксономических групп.

В 1992 г. вышла в свет ныне хорошо известная работа Джорджа Пойнара “Жизнь в янтаре” (Poinar, 1992. *Life in Amber*). В этой книге анализируются фауны всех более или менее значимых ископаемых смол (янтарей). Монография Дж. Пойнара и сейчас остается одним из самых цитируемых источников по ископаемым организмам в янтаре.

В 1998 г. издан атлас немецких исследователей янтаря Вольфганга Вайтшата и Вильфрида Вихарда на немецком языке (Weitschat, Wichard. Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein). Позже книга была дополнена и в более полном объеме опубликована на английском языке в 2002 г. Отдельные главы книги посвящены общей информации: генезису балтийского янтаря, геологическому возрасту и т.д. В атласе представлены более 650 видов растений и животных. Качественно выполненные цветные изображения существенным образом облегчают предварительное определение включений. Работа В. Вайтшата и В. Вихарда пользуется большой популярностью не только среди специалистов, но и у любителей янтаря.

Инициатором создания российской лаборатории артропод был А. В. Мартынов в 1936 г. Сейчас российская школа палеознтомологии является центром, где ведутся исследования эволюционной истории беспозвоночных животных со времени их возникновения в палеонтологической летописи до современности, и в том числе в балтийском янтаре. Сотрудники лаборатории (А. П. Расницын, А. Г. Пономаренко, В. В. Жерихин, Ю. А. Попов, И. Д. Сукачева, К. Ю. Еськов и др.) и Зоологического института Российской академии наук (А. Г. Кирейчук, А. В. Горохов и др.) имеют бесспорный международный авторитет и всемирно признаны как эксперты в данном направлении.

Подводя итоги XX в., можно сказать, что фауна балтийского янтаря в целом прошла этап описания и изо-

лированного рассмотрения. Вероятно, в настоящее время более актуальной является ревизия работ XIX в., синхронизация с другими ископаемым фаунами и полноценное включение в общий контекст палеонтологической летописи.

Особенность современного этапа – это широкое использование информационно-коммуникационных технологий. Можно сказать, что как на палеобиологии в целом, так и на палеобиологии янтаря в частности в полной мере отразились положительные последствия цифровой революции и выход исследований на новый качественный уровень. Появились новые технологии, которые начинают вводиться в практику научных изысканий. Активно применяется компьютерная томография, которая позволяет изучать ранее недоступные для рассмотрения органы, например содержимое кишечника насекомых и паукообразных, или включения в камнях, покрытых коркой окисления. При помощи синхротронной рентгеновской микрорадиографии создаются трехмерные модели включений, находящихся в непрозрачном янтаре. Благодаря переходу от аналоговых технологий к цифровым стало возможно оперативное общение между ранее разобщенными специалистами разных стран. Широкое использование цветных микрофотографий позволило перейти к новым стандартам иллюстраций и описаний ископаемых организмов. Стало возможно дистанционное изучение отдельных признаков строения тела и т.д. После выхода фильма "Парк юрского периода" в популярных изданиях и средствах массовой

информации оживленно обсуждаются возможности молекулярно-генетических технологий. Рисуется перспективы воссоздания исчезнувших животных; получение на основе микроорганизмов из янтаря новых антибиотиков с невиданными свойствами и т.д. В реальности молекулярно-генетические методы не оправдыва-

ют завышенные ожидания широкой публики – результаты неоднозначные и скорее отрицательные. Возможно, это задача следующего витка научного и технологического прогресса.

Балтийский янтарь – окаменевшая смола деревьев, которые существовали около 50 млн лет назад в палеогене (рис. 1). Это крупней-

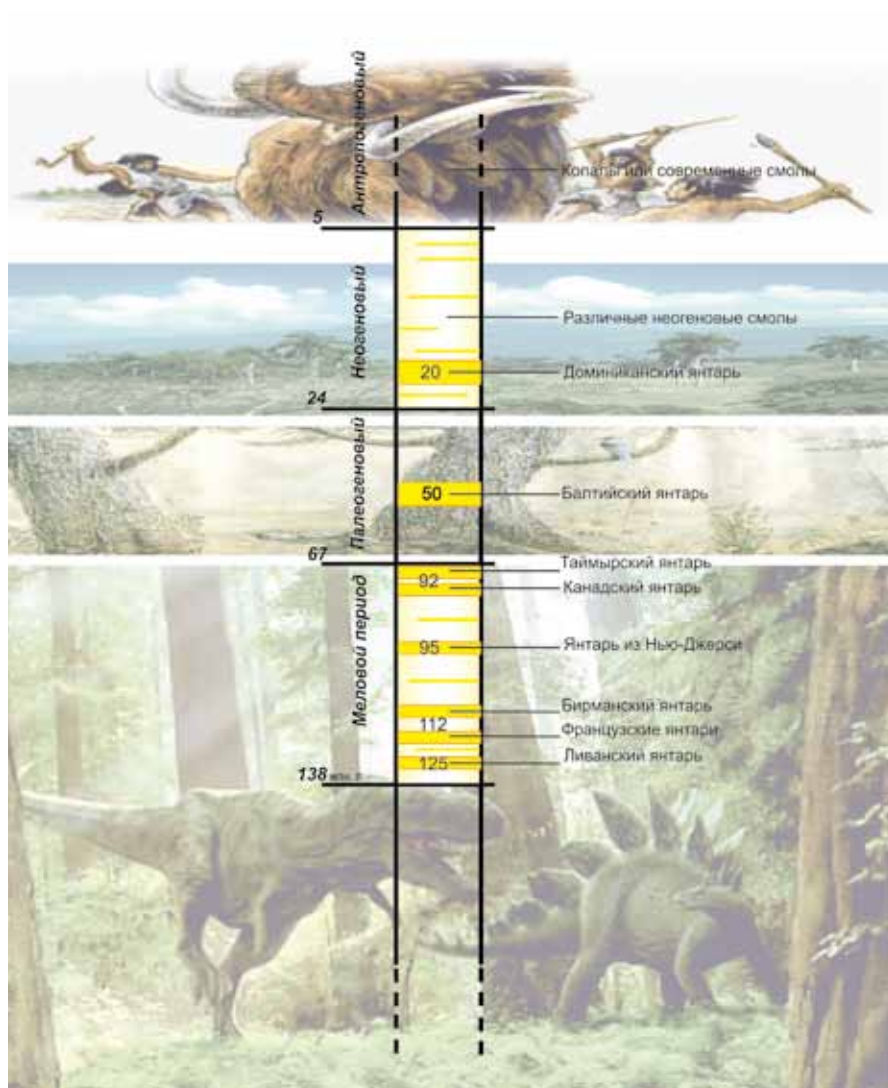


Рис. 1. Геологический возраст различных янтарей (ископаемых смол)
Автор А. Юрицына

ший в мире источник ископаемых организмов (так называемый лагерштетт), количество находок остатков животных не идет в сравнение с другими месторождениями. По меткому выражению российского палеонтолога Кирилла Еськова, “балтийский янтарь – абсолютный чемпион мира по количеству ископаемых и палеонтологический источник всех времен и народов”. Ископаемые организмы известны также в виде других окаменений: наиболее знакомы окаменения в горных породах, которые стали своеобразной копией или слепком животных и растений. В янтарях же насекомые сохраняют окраску и пропорции тела – мы видим сам организм в трехмерном изображении. Благодаря такой исключительной форме сохранности, включения в янтаре более полноценным образом передают внешний облик ископаемых животных и растений.

Самые ранние янтари, или ископаемые смолы, впервые в истории Земли появились в триасе 250 млн лет назад. С этого момента эволюция растений шла в направлении увеличения количества выделяемой смолы. Приблизительно через 100 млн лет после этого события смоловыделяющие растения получили достаточно широкое распространение и стали заметным компонентом растительных сообществ. Причиной смоловыделения чаще всего являлись различные потребители живой древесины, которые именно 250 млн лет назад стали играть заметную роль в лесах. Количество выделяемой смолы стало настолько большим, что создались

условия для образования крупных скоплений. После определенных химических изменений (окаменения) смола превращалась в янтарь. Кроме балтийского янтара известны также другие – как более раннего (ливанский, канадский, таймырский и др.), так и более позднего (доминиканский, мексиканский) возрастов.

Леса, где образовался балтийский янтарь, возникли 50–45 млн лет назад и существовали предположительно в течение 3–5 млн лет. “Янтарный” лес занимал территории современной Скандинавии, Карелии и Кольского полуострова. Эта территория именуется как Древняя Фенноскандия, или Фенно-Сарматия. Во время образования янтара ее географический центр находился в южной части Скандинавского полуострова и прилегающих к нему областях дна современного Балтийского моря. Климат был гумидным (влажным), теплым, с четкой дифференциацией на сухие и дождливые периоды года. Среднегодовая температура составляла около 20°C. В общих чертах он напоминал современный климат Восточной Азии и европейских субтропиков. Такие условия способствовали существованию богатой фауны и флоры.

Неоднократно предпринимались попытки воссоздания общего облика “янтарного” леса. Среди них наиболее удачны художественные реконструкции Отто Фрелло (рис. 2), Тины Роде и выполненная в 1979 г. Ленинградской организацией Художественного фонда РСФСР реконструкция в виде диорамы в Музее янтара. В этих реконструкциях

показаны отдельные, но ключевые участки леса – опушка, гуща и нижний-средний ярусы.

Попытки определить янтареносную породу продолжаются около 200 лет. За это время предпринимались многократные усилия связать происхождение янтаря с другими растениями, однако все более или менее обоснованные заключения всегда ограничивались хвойными деревьями: соснами (сем. *Pinaceae*) или близкими к ним араукариевыми (сем. *Araucariaceae*). Главным аргумент этих работ – редкая встречаемость в янтаре включений смолопроизводящего дерева. В действительности аргумент сомнительный и основан в большей степени на любительском подходе к селекции, когда учитываются только крупные, хорошо заметные цельные включения. Другие – фрагментированные, мелкие или просто незнакомые объекты – не рассматриваются. На самом деле, при детальном исследовании янтареносное дерево присутствует практически в каждом камне янтаря. Это могут быть отдельные куски коры, фрагменты древесины, детрита, пыльцы, более или менее крупные обломки хвои и т.д.

В 1845 г. Г. Гёпперт и Г. Берендт описали янтареносное растение как сосну *Pinus succinifera*. Это название можно считать традиционным. Позже Г. Гёпперт на основе микроанатомического строения включений древесины в янтаре выделил еще несколько видов сосен в качестве предполагаемых продуцентов (Гоерперт, 1853, 1883). Впоследствии все эти виды были объединены в один. Название вида *Pinus succinifera* в этой



Рис. 2. Художественная реконструкция "янтарного" леса. Автор О. Фрелло

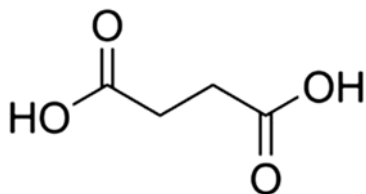
ситуации обладало приоритетом и было зафиксировано для продуцента янтаря. Иногда *Pinus succinifera* ошибочно называют сборным видом (Weitschat, Wichard, 1998 и др.), хотя следует говорить о виде со множеством синонимов. Большое количество синонимов *P. succinifera* свидетельствует только о субъективных оценках специалистов по статусу этого вида, в то время как термин "сборный" предполагает признание биологической разнородности вида.

Палеобиологические и физико-химические исследования XX в. только поставили новые вопросы, но не приблизили окончательное решение проблемы ботанического происхождения балтийского янтаря (обзор работ приводят Szwedo, Szadziwski, 2016). В середине сто-



летия определенные надежды возлагались на применение инфракрасной спектрометрии (ИК). Группа американских ученых (Beck et al., 1964, 1965) провела исследования по определению специфических спектральных признаков для балтийского янтаря с целью выявления его происхождения. В ИК спектрах балтийского янтаря проявляется горизонтальное “балтийское плечо” в районе $1250-1175\text{ см}^{-1}$, которое является диагностическим признаком. Далее полученный ИК-спектр сравнивался с конфигурацией спектра поглощения живицы современных смол (Langenheim, Beck, 1965; Langenheim, 2003). Среди известных смолоносных деревьев “балтийское плечо” было обнаружено только у сосны Ламберта (*Pinus lambertiana*; *Pinaceae*) и у новозеландского каури (*Agathis australis*, сем. *Araucariaceae*).

Другой метод исследований – поиск химических диагностических маркеров – применили американские ученые (Poinar, Haverkamp, 1985). Использовалась пиролитическая масс-спектрометрия, которая показала отсутствие в янтаре абеитиновой кислоты – характерного компонента смолы современных сосновых растений. С другой стороны, химический маркер балтийского янтаря – янтарная кислота не содержится в смоле деревьев семейства *Araucariaceae*, однако ее обнаружили в смоле современных сосен родов *Kateleeria* и *Pseudolarix* (по данным Grimaldi, 1996). Пойнар и Хеверкемп роль продуцента янтаря отводят хвойным растениям рода *Pseudolarix* (лжелиственница), поскольку янтарная кислота была найдена в смоле ископаемого вида *Pseudolarix wehri* из канадской Арктики (Anderson, LePagf, 1995). Вкрапле-

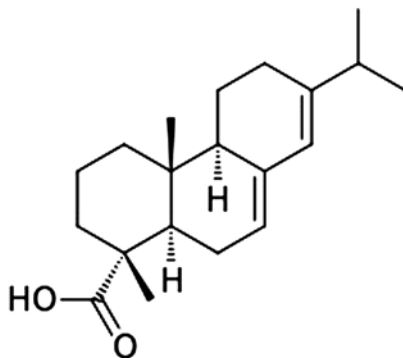


Янтарная кислота

ния такого янтаря встречаются в карманах автохтонных (непереотложенных) отложений фоссилизированной древесины *Pseudolarix*. Современное распространение лжелиственницы ограничено лишь горными районами Китая, где она представлена единственным видом *Pseudolarix amabilis*. Сопоставление современного и прошлого ареалов произрастания дает основание полагать, что в эоцене род имел широкое распространение на севере Европы, в том числе в Фенно-Сарматии, в местах образования балтийского янтаря.

Однако, по мнению ряда исследователей, использование янтарной кислоты в качестве хемотаксономического индикатора балтийского янтаря некорректно. Считается, что янтарная кислота образовалась в результате ферментации целлюлозы и полисахаридов смолы, то есть является продуктом диагенеза, а не первичным компонентом янтаря.

Другие современные методики, такие как инфракрасная спектроскопия с использованием преобразователя Фурье (FTIR) и газовая хроматография с масс-спектрометрией, позволили выделить более вероятного кандидата на роль производителя балтийского янтаря. При исследовании живицы современных растений было обнаружено, что конфигурация спектра современного вида сосны Сциадопитис мутовчатый (*Sciadopitys*



Абетиновая кислота

verticillata) наилучшим образом соответствует показателям спектра балтийского янтаря. На основе этого была высказана гипотеза (Wolfe et al., 2009), согласно которой эта роль отводится вымершему виду растения, близкого к современному Сциадопитису мутовчатому. В естественных условиях Сциадопитис мутовчатый растет только в Японии, где достигает высоты 40 м. Растение относится к близкому к современным кипарисовым (*сем. Cupressaceae*), монотипному семейству *Sciadopityaceae*. Сравнение клеточного строения ископаемых *Sciadopitys* в янтаре с современным представителем рода также свидетельствует в пользу этой точки зрения (Sadowski et al., 2016). Палеобиологические данные подкрепляют эту гипотезу: в отложениях раннего палеоцена пыльца рода *Sciadopitys* составляет 60% от общего количества пыльцы в образцах (Krutzsch, 1971); доминирование рода *Sciadopitys* также отмечалось в речных отложениях р. Рейн (миоценовые коричневые глины; Rhine River Valley) (Mosbrugger et al., 1994). Следы популяции этих деревьев присутствовали в Европе на протяжении длительного времени – до раннего плиоцена

(по палинологическим данным Van der Hammen et al., 1971).

Смола *Сиадопитиса* мутовчатого крайне неустойчива к биологическому разрушению, следовательно, она не могла накапливаться и сохраняться в течение более или менее продолжительного времени. Однако близкие к *Сиадопитису* араукариевые растения производят чрезвычайно устойчивую к внешним воздействиям смолу, например каури копалы. Но поскольку в северном полушарии араукариевые существовали только до конца мезозоя, они не могли входить в состав "янтарного" леса и быть производителями янтаря.

Хвойное растение *Sciadopitys verticillata* в настоящее время наиболее вероятный претендент на роль янтареносной породы. Это хорошо обосновывается физико-химическими данными и анатомическим строением: отпечатки древесины и коры в балтийском янтаре обладают типичными "кипарисоподобными" признаками, которые четко отличаются от сосновых. Определенные сомнения вызывают лишь слабые абиотические свойства живицы современного вида, которые у ископаемого вполне могли иметь иной характер.

Таким образом, приведенный краткий обзор свидетельствует о нерешенности проблемы ботанического происхождения балтийского янтаря. Предлагаемые названия кандидатов на роль продуцента могут служить источником номенклатурной нестабильности и ввести в заблуждение читателей. Поэтому использование традиционного производителя под условным названием *Pinus succinifera* допустимо до

тех пор, пока не будут получены неопровержимые доказательства в пользу другого растения-продуцента. Применение нами названия *Pinus succinifera* следует понимать как обозначение дерева-продуцента с неясным таксономическим статусом и отнюдь не связывает происхождение янтаря исключительно с родом *Pinus*. Более корректно использование названия "янтареносное дерево", реальность существования которого не может быть поставлена под сомнение.

Другая проблема, с которой сталкиваются исследователи, янтаря, – это объяснение происхождения гигантских запасов балтийского янтаря. Среди современных хвойных неизвестны виды с такой обильной смоловыделяющей способностью. Поэтому причины образования запасов янтаря ученые справедливо пытались связать с другими обстоятельствами. Первые попытки научного объяснения были предприняты уже в XIX в. Все исследователи этого периода пытались связать причину образования янтаря с различного рода воздействиями катастрофического характера. Эти взгляды были представлены уже в работе Хуго Конвенца (Conwetsz, 1890): он обнаружил в янтаре следы грибковых заболеваний, гнилостных явлений, фрагменты разрушенной древесины, лесных пожаров, штормов, ходы и погрызы насекомых-ксилофагов и др. Обильное выделение смолы Х. Конвенц объяснил массовым распространением в янтарном лесу сукциноза – заболевания древесных растений, сопровождающиеся патологическим выделением смолы.

Первопричиной массового сукциноза Х. Конвенц считал резкое глобальное потепление климата. Так была утверждена катастрофическая теория образования янтаря, которая и по настоящее время продолжает тиражироваться в популярной, а иногда и в научной литературе.

В 1961 г. Курт Шуберт (Schubert, 1961) опубликовал результаты исследований структуры древесины продуцента янтаря. На клеточном уровне он показал уникальное строение этой ископаемой сосны, не имеющей аналогов среди современных растений. Были найдены анатомические доказательства высокой продуктивности смолы. Таким образом, К. Шуберт получил бесспорные, объективные доказательства высокой продуктивности янтареносного дерева. Однако в интерпретации своих же данных Шуберт по инерции продолжал придерживаться катастрофической теории: строение тканей он считал патологическим, первопричиной массового распространения заболевания деревьев в “янтарном” лесу объяснял глобальными изменениями климата. Описывая состояние “янтарного” леса, К. Шуберт отказывается от применяемого Х. Конвенцом термина “сукциноз” и использует более нейтральную формулировку – “массовое нарушение метаболизма в янтарном лесу”.

Катастрофические теории дают лишь одностороннюю картину причин образования балтийского янтаря. Сукциноз, механические и биологические повреждения деревьев, колебания температуры действительно наблюдались, но не могли стать глав-

ной причиной обильного смоловыделения. Современные знания экологии и лесной биоценологии не позволяют признать такую упрощенную картину. Никакими исследованиями не зафиксировано резкое потепление климата, даже приблизительно синхронизирующееся со временем образования янтаря. Даже если допустить возможность резкого потепления климата как причину янтареобразования, то ответная реакция “янтарного” леса в виде патологического выделения должна была проявиться на протяжении лишь одного-двух поколений, после чего сообщество прекратило бы существование или после перестройки перешло бы в другое, уже стабильное состояние. Ничтожное в геологических масштабах времени существование нескольких поколений деревьев в условиях сукцессии было бы совершенно недостаточно для образования даже самых незначительных залежей ископаемых и в палеонтологической летописи оставило бы незначительный след. Доводы К. Шуберта опровергаются также тем обстоятельством, что деструкция древесины в обязательном порядке происходит при естественном, нормальном возобновлении леса, как и на ранних этапах фоссилизации, поэтому не может считаться патологической.

Современные взгляды на “янтарные” биоты можно изложить следующим образом. “Янтарный” лес – преимущественно хвойный лес с доминирующим видом *Pinus succinifera*. В опушечных сообществах этот вид уступает доминирующую роль другим растениям, в результате чего формируются полидоминантные со-

общества. Янтарь, образованный на таких участках, содержит наиболее разнообразную фауну и флору включений. “Янтарный” лес представлял собой устойчивую, самовозобновляющуюся и находящуюся в равновесии с окружающей средой биотой. Такие сообщества, способные существовать бесконечно долго, в экологии называются климаксными. Главным видом-эдификатором среды следует признать янтареносное дерево как растение, в наибольшей мере создающее среду обитания. Все де-

ревья в таких сообществах проходят этапы индивидуального развития от роста, развития, ослабления, гибели и полной минерализации. Смоловыделение возможно только на стадии ослабления и гибели. Поэтому неудивительно, что янтарь всегда несет следы патологического состояния леса: болезней, вредителей и, как следствие, сукциноза.

В янтаре следы янтареносного дерева присутствуют почти во всех камнях. Иногда это крупные фрагменты коры (рис. 3), древесины

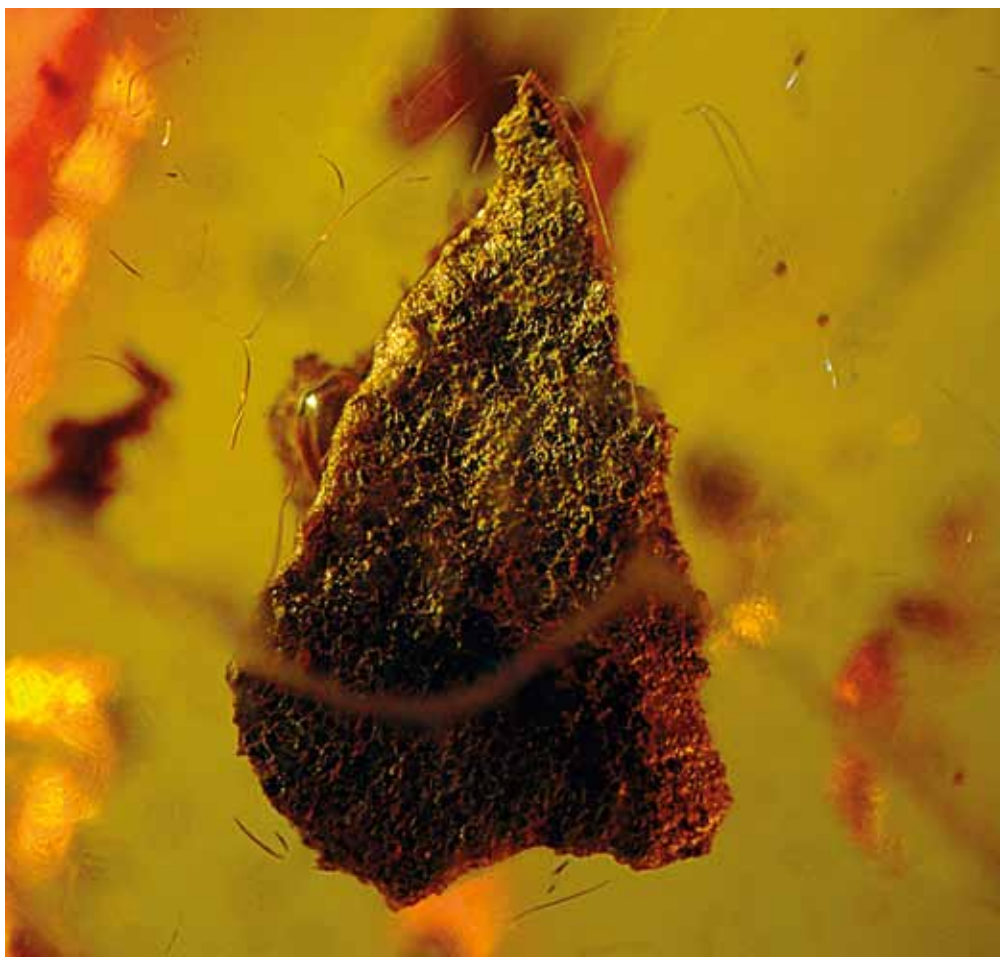


Рис. 3. Фрагмент коры янтареносного дерева



Рис. 4. Включение древесины янтареносного дерева

(рис. 4), хвоя (рис. 5), генеративные органы (органы размножения) (рис. 6), пыльца (рис. 7) и др. В других случаях – это едва заметные частички в виде микродетрита.

Общая схема захоронения в янтаре и самого янтаря показана на

рисунках 8 и 9. Смола действовала по типу липкой ловушки, яркий желтый цвет живицы привлекал летающих насекомых, в частности комаров-мокрецов (*Diptera, Ceratopogonidae*), эти и другие мелкие насекомые на лету или в резуль-

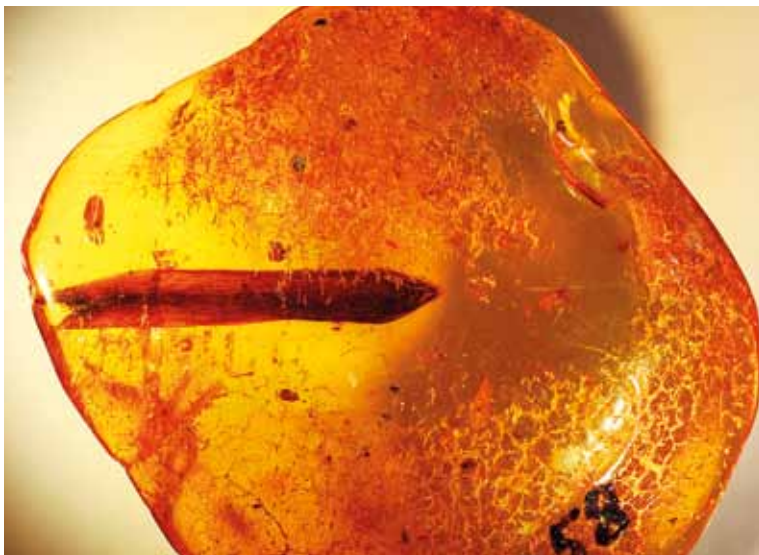


Рис. 5. Хвоя янтареносного дерева

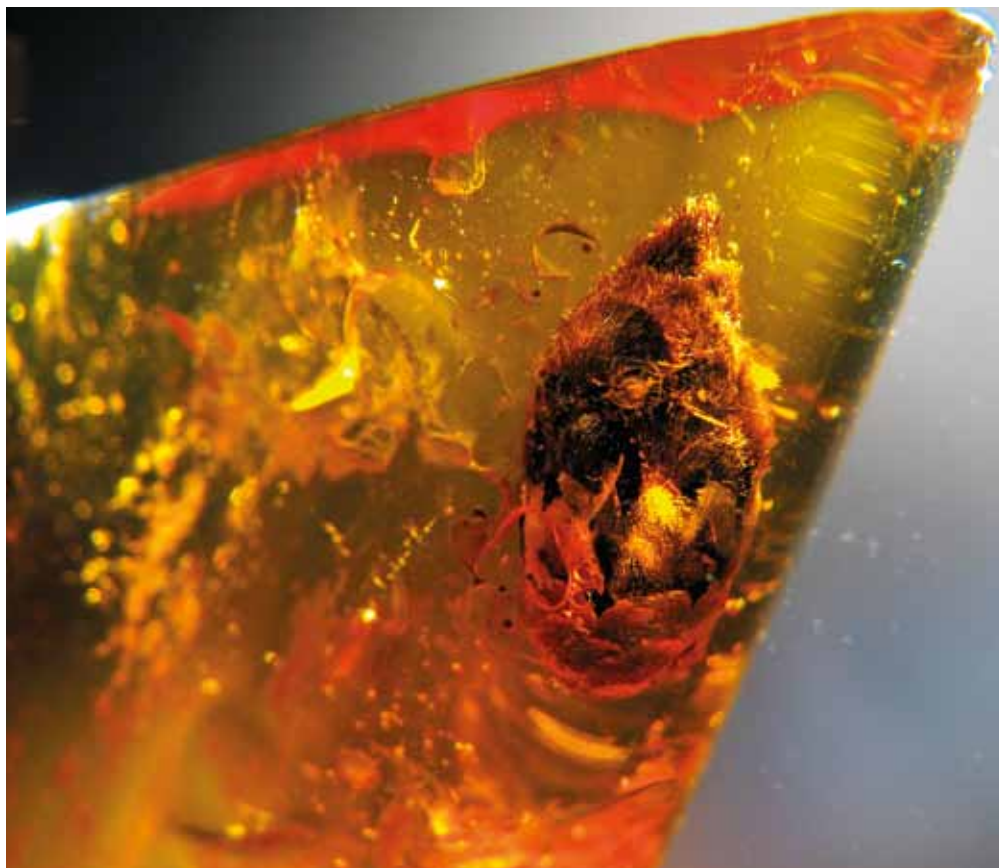


Рис. 6. Мужская стробила (“шишка”) янтареносного дерева



Рис. 7. Пыльца янтареносного дерева

тате порывов ветра попадали в на- теки смолы, после чего медленно погружались вглубь (рис. 9).

Смола также заполняла различ- ные полости в древесине, где укры-

вались взрослые насекомые и оби- тали их личинки. Так образовался сравнительно редкий тип включе- ний, отличающийся хорошей сохран- ностью, и, главное, указывающий



Рис. 8. Схема захоронения насекомых в янтаре и дальнейшего захоронения самого янтара (по: Martínez-Delclòs et al., 2004)

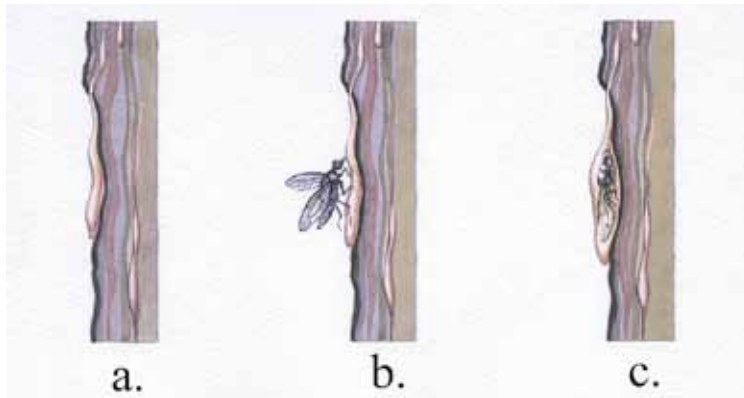


Рис. 9. Образование включений: а – выделение смолы; б – прилипание объекта; с – погружение объекта в смолу

на закономерный, не случайный характер встречаемости этих групп. Липкая живица попадала также в почву и водную среду, поэтому в янтаре обнаруживаются водные и почвенные организмы.

В экологических комплексах включений доминируют назем-

ные насекомые, главным образом виды, населявшие стволы и ветки янтареносного дерева. Водные насекомые представлены преимущественно летающими взрослыми особями, например поденками (рис. 10); собственно водные стадии развития наземных насекомых редки.



Рис. 10. Поденка (*Ephemeroptera*)

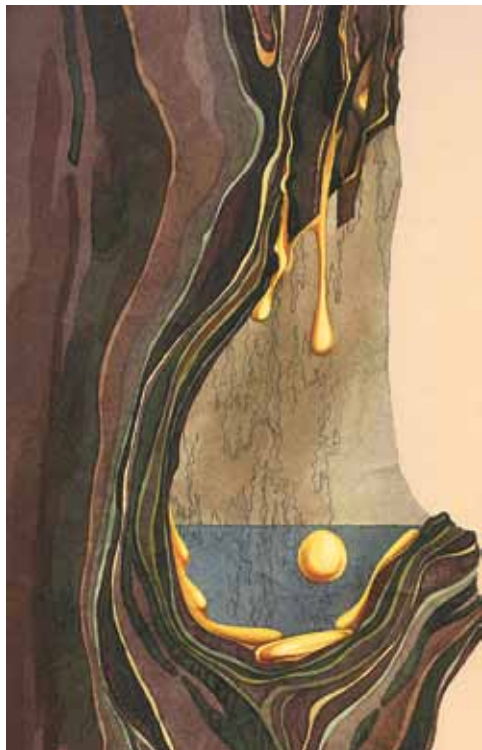


Рис. 11. Смолотечение в фитотельмат
Автор М. Подольский

Возможно, что некоторые водные насекомые развивались в микроводоемах (например, в дуплах) янтареносных сосен (рис. 11). Такие кратковременно существующие экологические ниши называются фитотельматами.

Среди экологических комплексов организмов численно преобладают обитатели сырых, густых участков “янтарного” леса (рис. 12); различия между разными группировками включений зависят от участка леса – это либо прибрежный, либо болотистый участок (рис. 12–14).

Для включений в янтаре характерна размерная избирательность. Смола представляла эффективную



Рис. 12. Детритница, или листовая комарик (*Diptera, Sciaridae*) – насекомые из экологического комплекса влажного участка “янтарного” леса



Рис. 13. Грибные комарики (*Diptera, Mycetophilidae*) – насекомые из экологического комплекса влажного участка “янтарного” леса

ловушку лишь для небольших организмов. Крупные животные в янтаре более редки, поскольку большинство из них могли освободиться из смоляной ловушки. Крупные включения (такие как ящерицы) попадали в смолу в мертвом виде, по этой причине они всегда несут следы разложения до захоронения в смоле (рис. 15). Для насекомых существовали и другие пути избежать смоляной ловушки, например, ауто-

мия. Изолированные ноги комаров-болотниц достаточно обычны в янтаре – насекомые избежали смерти ценой потери конечностей.

Сохранность включений в янтаре связана с антибиотическим эффектом смолы, быстрой дегидратацией тканей и бескислородными условиями fossilization. Эти факторы в совокупности подавляют или даже останавливают процессы разрушения включенных организмов.



Рис. 14. Болотницы (*Diptera, Limoniidae*) –
насекомые из экологического комплекса влажного участка
“янтарного” леса



Рис. 15. Включение ящерицы (*Vertebrata, Lacertilia*) в янтаре

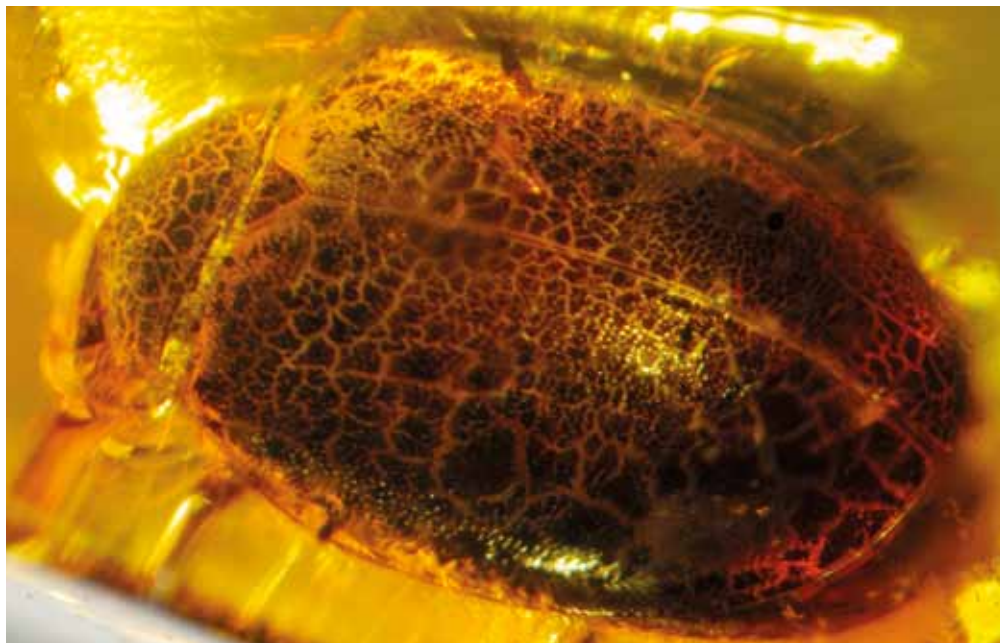


Рис. 16. Фрагментация кутикулы жесткокрылого насекомого (*Col., Scirtidae*)

Дальнейшая фоссилизация происходила на протяжении миллионов лет, при этом изменялся химический состав ископаемого контейнера (янтаря), который сводится к полиме-

ризации компонентов смолы и образованию дополнительных С=О связей. Медленные трансформации в химизме смолы вызывают разложение кутикулы насекомых – от ча-



Рис. 17. Разрушение кутикулы на значительной площади включения жесткокрылого насекомого (*Col., Elateridae*)



Рис. 18. Жесткокрылое насекомое (*Col., Lathridiidae*) в белом налете

стичной ее фрагментации (рис. 16) до частичного или полного разрушения (рис. 17).

Часто включения полностью или частично покрыты белым налетом (рис. 18), что вызвано выделением воды и газов при дегидратации тканей.

Смола, превращаясь в янтарь, сохраняет достаточную прозрачность для изучения даже мелких деталей строения экзоскелета, хетотаксии и микроскульптуры попавших в него организмов. Изменения касаются только окраски. Искажается или совсем исчезает окраска из-за полного или частичного разрушения пигментов. Сохраняется так называемая структурная окраска, связанная с микроскульптурой кутикулы. В подавляющем большинстве случаев окраска исчезает, однако благодаря оптическому эффекту взаимодействия янтаря

с кутикулой, иногда появляется несвойственная для насекомых окраска. Этот эффект характерен только для определенных систематических групп артропод. В наиболее ярком виде феномен проявляется в окраске фасеточных глаз у ручейников и глазков некоторых видов пауков. Металлически-блестящая окраска кутикулы характерна для рабочих особей муравьев.

Внутренние органы включений в балтийском янтаре полностью истлевают; в более “молодом”, миоценовом, доминиканском янтаре сохраняются и видны при вскрытии или при исследовании в рентгеновских лучах.

Янтареносная сосна была местом обитания и источником пищи для многих животных. Как основа биоценоза создавала органику, которая служила пищей остальным обитателям леса. В то же время дерево



Рис. 19. Потребители пыльцы: а – пчела со сбором пыльцы;
б – шмель *Electrobombus samlandensis*

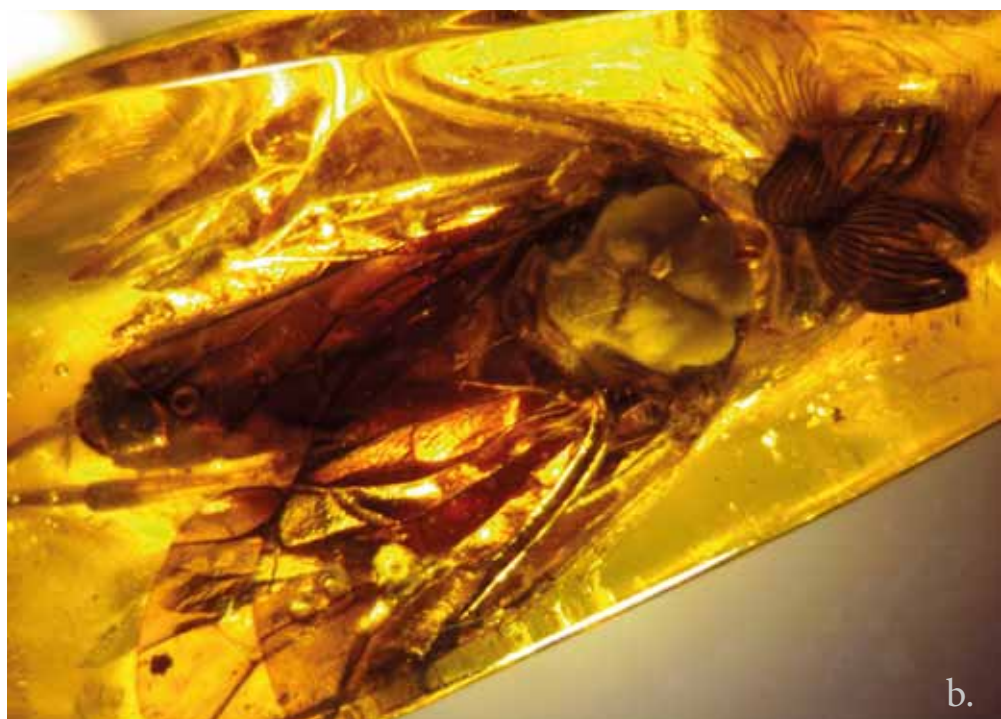


Рис. 20. Пилильщики: а – личинка (так называемая лжегусеница; *Нум.*, *Tenthredinidae*), б – взрослый пилильщик (*Нум.*, *Diprionidae*)

предоставляло убежище и укрытие для различных животных и формировало микроклимат. Органические вещества циркулировали в пищевых (трофических) цепях и таким образом осуществляли замкнутый круговорот веществ. В “янтарном” лесу можно обнаружить известные в экологии основные пищевые цепи – пастбищного и детритного типа.

В пастбищных цепях организмы последующего звена поедали организмы предыдущего звена. В основе пастбищных цепей находилось янтареносное дерево.

Потребители пыльцы (палинофаги) и генеративных органов янтареносного дерева

Сравнительно малочисленная группа потребителей (консументов), в янтаре ее присутствие можно обнаружить не часто. Это главным образом пчелы и шмели, которые со-

бирали пыльцу в мужских стробилах (шишках) (рис. 19).

Потребители вегетативных органов

Представители экологического комплекса в активных фазах своего развития вели открытый образ жизни и питались хвоей *Pinus succinifera* – это специализированная группа перепончатокрылых насекомых из семейства сосновых пилильщиков (*Hym., Diprionidae*). Известен только один вид, по личинке описанный А. Расницыным. В Калининградском музее янтаря хранятся еще два неописанных экземпляра (рис. 21).

Потребители древесины, или ксилофаги

Наиболее характерный для “янтарного” леса комплекс насекомых, связанный со стволами и крупными ветвями янтареносного дерева. Био-



Рис. 21. Личинки неидентифицированных ксилофагов:
а, b – внутренний скелет личинок; с – целая личинка ксилофага



логическая связь этих насекомых именно с янтареносным деревом не вызывает сомнения, поскольку часто они обнаруживаются в янтаре под-

корового и внутривольного происхождения. Для ксилофагов характерны мощные челюсти, прочная голова и уплощенная форма тела. Жили либо



в древесине здоровых деревьев, либо на ослабленных. За исключением короедов, большинство представителей этой группы характеризуется крупными размерами; это уменьшает шансы обнаружения их в целостном виде, поэтому часто встречаются поврежденные экземпляры личинок (рис. 21). Личинки этих насекомых протачивали ходы различной конфигурации в коре, под корой и в древесине. Позднее эти ходы как место укрытия и обитания использовались другими обитателями леса – клещами, пауками, щетинохвостками и т.д.

Известны две экологические группы потребителей древесины.

Насекомые первой группы заселяли живые, но ослабленные деревья. К ним относятся представители отряда жесткокрылых

(короеды, усачи и долгоносики); перепончатокрылых (рогохвосты) и чешуекрылые (древоточцы и стеклянницы).

Жуки-короеды (*Coleoptera, Scolytidae*) (рис. 22). Мелкие жуки с короткими булавовидными усиками. Тело бурого, черного или рыжего цвета. Поскольку окраска обусловлена микроскульптурой покровов (структурная окраска), то в янтаре сохраняется почти в неизменном виде. Личинки обитали под корой, в коре и древесине, реже – в корнях. Прогрызали узорчатой формы ходы, которые можно обнаружить в янтаре подкорового происхождения. В балтийском янтаре известно более 100 видов, лишь часть которых, вероятно, биологически была связана с янтареносной сосной.



Рис. 22. Жуки-короеды в янтаре (*Col., Scolytidae*)
(начало, окончание см. на с. 33)



Рис. 22. Окончание (начало см. на с. 32)

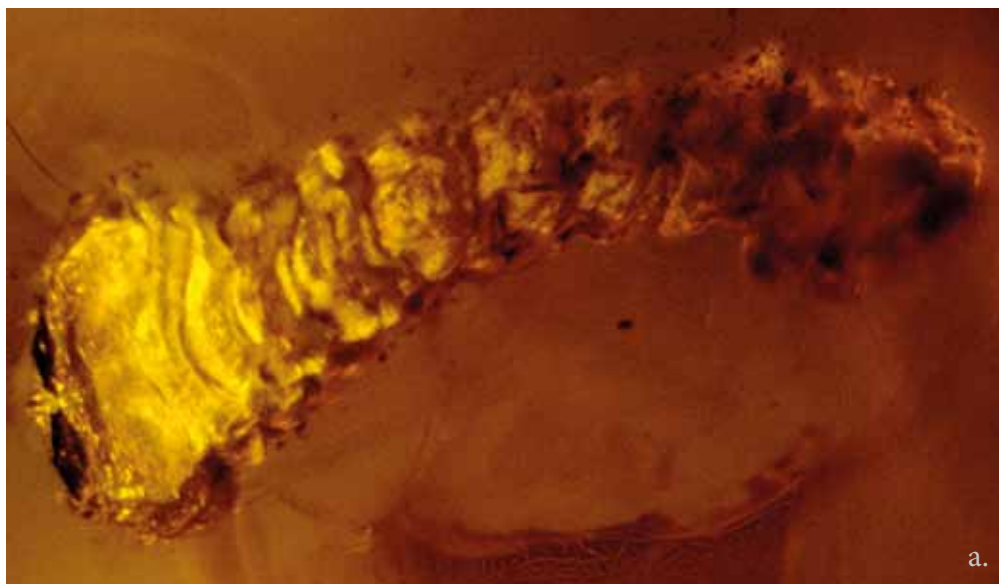


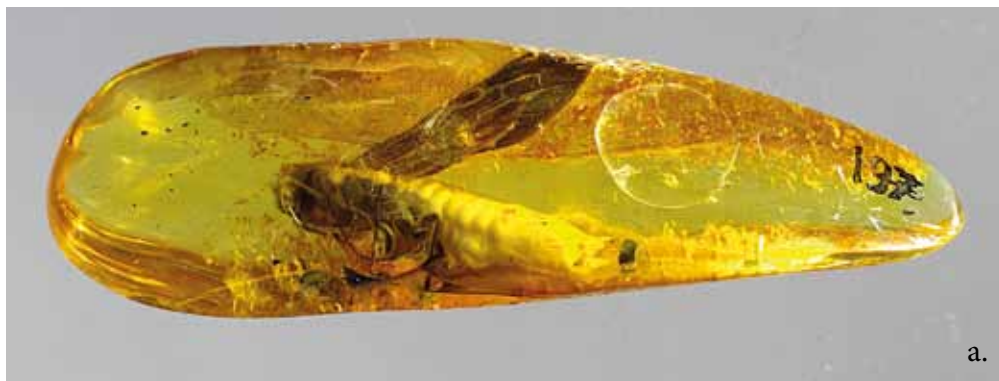
Рис. 23. Жуки-усачи: а – личинка ранней стадии развития; б – личинка средней стадии развития; с – взрослый усач (*Col.*, *Cerambycidae*)

Жуки-усачи, или дровосеки (*Col.*, *Cerambycidae*) (рис. 23). Большею частью средних размеров или крупные насекомые. Взрослые особи отличаются длинными усиками. У личинки передняя половина тела расширена, несколько напоминая форму тела змеи-кобры, что иногда вводит в заблуждение любителей янтаря. В фондах Музея янтаря хранятся личиночные стадии разного возраста, это дает возможность проследить особенности роста и развития этих насекомых в "янтарном" лесу.

Рогохвосты (*Hymenoptera*, *Siricidae*) (рис. 24). Крупные или средних размеров насекомые из подотряда сидячебрюхих (*Symphyla*). У самок имеется игловидный яйцеклад с насечками на створках. Самки рогохвостов пропиливали кору янтареносных деревьев и рецепторами определяли осмотическое давление жидкостей. Если оно понижено (дерево ослаблено), то самки откладывали яйца. Рогохвосты искусственно заражали дерево симбиотическими грибами, которые вы-

зывали гниение древесины – кормовую базу для личинки. В 1926 г. английский энтомолог Чарльз Брюс (С. Brues) описал вид *Eoxeris klebsi*

по единственной находке XIX в. Второй, пока не описанный экземпляр самки, хранится в Калининградском музее янтаря.



а.



б.

Рис. 24. а – рогохвост (*Нум.*, *Siricidae*);
б – вершина брюшка и яйцеклад



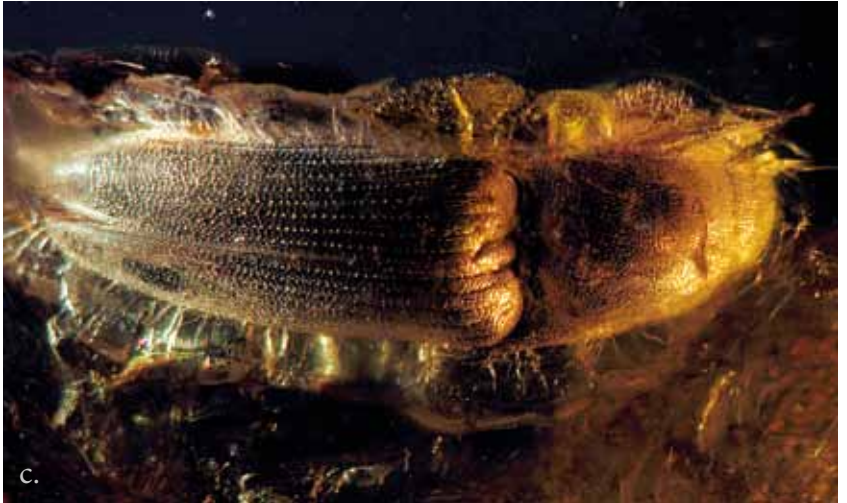
а.

Насекомые второй группы заселяли сильно ослабленные деревья, локально или полностью мертвую древесину янтареносного дерева. К ним относятся многочисленные представители отряда жесткокрылых, например часто обнаруживаемые в янтаре некоторые виды жуков-щелкунов (*Col., Elateridae*) (рис. 25). На этой стадии разруше-

ния в древесине поселяются и строят свои гнезда муравьи, от которых эта ступень деструкции получила название "формицидная". Наиболее часто встречаются муравьи рода *Camponotus*, или муравьи-древоточцы (рис. 26).



Рис. 25. Жуки-щелкуны (*Col., Elateridae*) в янтаре:
а – общий вид в камне; б – с правой латеральной поверхности;
с – со спинной поверхности; d – с брюшной поверхности
(начало, окончание см. на с. 37)



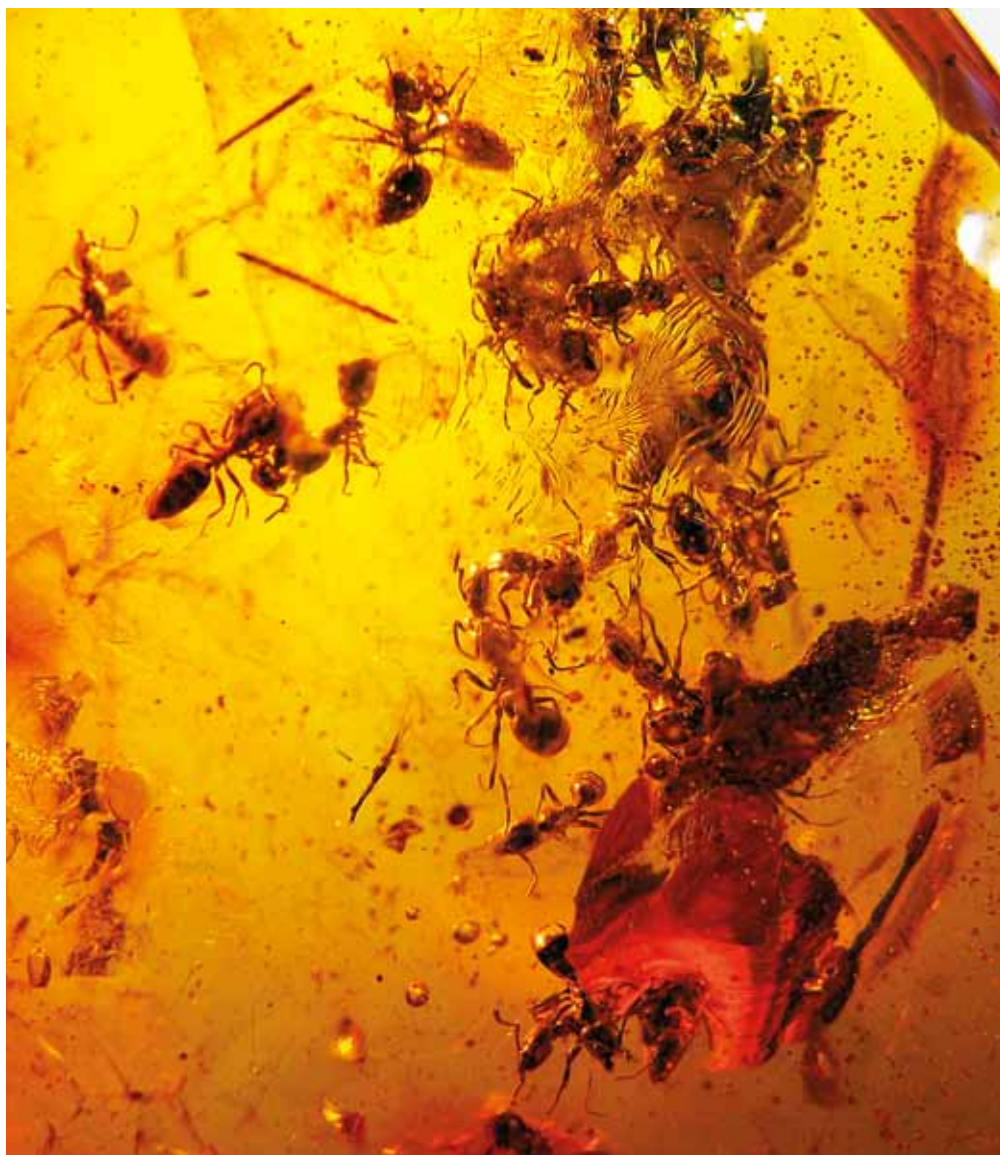


Рис. 26. Муравьи в янтаре на формицидной стадии разрушения древесины янтареносного дерева



Рис. 27. Брюхоногий моллюск (*Mollusca, Gastropoda*) в янтаре

На последней стадии разрушения древесины участвуют дождевые черви, моллюски (рис. 27), грибы, лишайники (рис. 28, 29), моксици и другие беспозвоночные животные. На этой стадии древесина превращается в составную часть почвы и принимает участие в следующем круговороте веществ и энергии. В янтаре данную стадию разрушения не всегда удается четко иденти-

фицировать. Однако благодаря редким находкам мы можем получить некоторое представление об этих процессах в “янтарном” лесу.

Для “янтарного” леса более характерны детритные пищевые связи, при которых ежегодный прирост растительной массы, минуя пастбищные цепи, потреблялся сапрофитными организмами, главным образом грибами.



Рис. 28. Лишайники и базидиальный гриб *Gerontomyces lepidotus* Poinar, 2016
(Basidiomycota: Agaricales)



Рис. 29. Лишайник, возможно, рода *Unsea* sp. (Alekseev dt., 2016)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Жерихин В. В., Пономаренко А. Г., Расницын А. П.* 2008. Введение в палеоэнтомологию. М: Товарищество научных изданий КМК, 371 с.
- Кузнецов Н. Я.* 1941. Чешуекрылые янтаря. Изд. АН СССР, 138 с.
- Сребродольский Б. И.* 1984. Янтарь. М: Наука, 112 с.
- Anderson K. B., LePage B. A.* 1995. Analysis of fossil resins from Axel Heiberg Island, Canadian Arctic // Amber, resinite and fossil resins. P. 170–192.
- Beck C. W., Wilbr E., Meret S. et all.* 1964. Infra-red spectra and the origin of amber // Nature. Vol. 201. P. 256–257.
- Beck C. W., Wilbur E., Meret S.* 1965. The infrared spectra of amber and the identification of Baltic amber // Archaeometry. Vol. 8. P. 96–109.
- Brischke C. G.* 1886. Die Hymenopteren des Bernsteins // Schrift. Naturf. Ges. Danzig, Bd. 6, H. 3. S. 278–279.
- Brues C. T.* 1933. The parasitic Hymenoptera of the Baltic amber. Pt. 1 // Bernsteinforschungen. Ht. 3. P. 4–178.
- Brues C. T.* 1939. New Oligocene Braconidae and Bethyilidae from Baltic amber // Annals of the Entomological Society of America. Vol. 32. P. 251–263.
- Brues C. T.* 1940. Fossil parasitic Hymenoptera of the family Scelionidae from Baltic amber // Proc. Amer. Acad. of Arts and Sci., Vol. 74. P. 69–90.
- Conwentz H.* 1890. Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Leipzig. 151s.
- Czczott H.* 1961. Sklad i wiek flory bursztynow baltyckich // Prace Mus. Ziemi. Nr. 4. P. 119–145.
- Germar E. F.* 1813. Insekten in Bernstein eingeschlossen, beschreiben aus dem academischen Mineralien-Cabinet zu Halle // Mag. Entomologie. S. 11–18.
- Giebel C. G.* 1862. Wirbelthier und Insektenreste im Bernstein // Z. Ges. Naturwiss, Bd. 20. S. 311–21.
- Goepfert H. R.* 1853. Über die Bernsteinflora // Monatsber. Königl. Preuß. Akad. Wiss. S. 450–477.

- Goeppert H. R.* 1883. Von den Bernstein-Coniferen der Gegenwart // Goeppert, H.R., Menge, A. (1883–86): Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart. Bd. 1, Ht. 8. 63 s.
- Goeppert H. R., Berendt G. C.* 1845. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt // Berendt, G.C. (1845–1856): Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. Bd. 1, Abth. I. 40 s.
- Grimaldi D. A.* 1996. Amber: window to the past. New York: H. Abrams & American Museum of Natural History. 216 p.
- Heie O. E.* 1967. Studies on fossil aphids (Homoptera: Aphidoidea), especially in the Copenhagen collection of fossils in Baltic amber. *Spolia zool. Mus. Haun.*, Vol. 26. 274 p.
- Kirchheimer F.* 1937. Beiträge zur Kenntnis der Flora des baltischen Bernsteins I // *Beih. Botan. Centralbl. Abt. B.* Bd. 17, H.3. S. 441–482.
- Klebs R.* 1889. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums von Stantien & Becker, Königsberg I Pr. Nebst einer kurzen Geschichte des Bernsteins. 103 s.
- Klebs R.* 1890. The fauna of amber // *Ann. Mag. Nat. Hist.*, incl. Zool., Bot., Geol., Vol. 6. P. 486–491.
- Krutzsch W.* 1971. Atlas der Mittel- und Jungtertiären dispersen Sporen und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des Nördlichen Mitteleuropas. Jena, Germany.
- Langenheim J. H.* 2003. Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology and Ethnobotany. Timber Press. 586 p.
- Langenheim J. H., Beck C. W.* 1965. Infrared spectra as a means of determining botanical sources of amber // *Nature*. Vol. 149, N. 3679. P. 101–110.
- Larsson S. G.* 1978. Baltic Amber – A palaeobiological study (Entomonograph 1). 192 p.
- Martínez-Delclòs X., Briggs D. E.G., Peñalver E.* 2004. Taphonomy of insects in carbonates and amber. *Palaeogeography, Palaeoclimatology // Palaeoecology*, Vol. 203. P. 19–64.
- Mayr G. L.* 1868. Die Ameisen des baltischen Bernsteins. *Beitr. Naturk. Preussens*. Vol. I. 102s.
- Menge F.* 1855. Über die Scherenspinnen, Chernetidae // *Neueste Schr. Naturforsch. Ges. Danzig*, Bd. 5. 143 s.
- Meunier F.* 1892. Note sur deux nouveaux genres de Leptidae de l'ambre Tertiaire // *Bull. Bimens. Soc. Entomol. Fr.*, 6. P. 83.

- Meunier F.* 1893. Note sur les Syrphidae fossiles de l'ambre tertiaire (diptères) // Bull. Bimens. Soc. Entomol. Fr. P. 249–250
- Meunier F.* 1894. Sur quelques Tipulidae de l'ambre tertiaire (Dipt.) // Bull. Bimens. Soc. Entomol. Fr. 1894, 12/13. P. 177–178.
- Meunier F.* 1901. Nouvelles recherches sur quelques Cecidomyidae et yctophilidae de l'ambre et description d'un nouveau genre et d'une nouvelle spèce de Cecidomyidae du copal de l'Afrique // Ann. Soc. Sci. Bruxelles (Mém.). 5. P. 183–202.
- Meunier F.* 1902. Description de quelques diptères de l'ambre // Ann. Soc. Sci. Bruxelles. 26. P. 96–104.
- Meunier F.* 1903. Un nouveau genre de Sciaridae de l'ambre // Rev. Sci. Bourbon. 16. P. 165–67.
- Mosbrugger V., Gee C. T., Belz G., Ashraf A. R.* 1994. Three-dimensional reconstruction of an in-situ Miocene peat forest from the Lower Rhine Embayment, northwestern Germany – new methods in palaeovegetation analyses // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 110. P. 295–317.
- Poinar G. O.* 1992. Life in Amber. Stenford Univ. Press, Stenford, CA. 350 p.
- Poinar G. O., Heverkamp J.* 1985. Use of pyrolysis mass spectrometry in the identification of amber samples // J. Baltic Studies, Vol.16. P. 210–221.
- Ritzkowski S.* 1997. K-Ar-Altersbestimmung der bernsteinführenden Sedimente des Samlandes (Paläogen, Bezirk Kaliningrad) // Metalla (Sonderheft), Bd. 66. S. 19–23.
- Sadowski E. M., Schmidt A. R., Kunzmann L. et al.* 2016. Sciadopitys cladodes from Eocene Baltic amber // Bot. J. Linn. Soc., Vol.180, N. 2. P. 258–268.
- Schubert K.* 1961. Neue Untersuchungen über Bau und Leben der Bernsteinkiefern [*Pinus succinifera* (Conw.) emend.] // Geol., Bh. 45. 149 s.
- Sellnick M.* 1931. Milben im Bernstein // Bernstein-Forsch. Bd. 2. S. 148–180.
- Sendel N.* 1742. Historia succinorum corpora aliena involventium. Lipsie.
- Spahr U.* 1993. Systematischer Katalog der Bernstein-und Kopal-Käfer (Coleoptera) // Stuttgarter Beitr. Naturk. (Serie B). Nr. 195. 99 s.

- Szwedo J., Szadziowski R.* 2016. Umbrella-pines – new contenders for the parent trees of Baltic amber.
URL: amber.com.pl/en/resources/ (2016).
- Van der Hammen T., Wijmstra T. A., Zagwijn W. H.* 1971. The floral record of the Late Cenozoic of Europe. P. 391–424.
// Turekian K. K. (ed.). Late Cenozoic glacial ages. New Haven, Connecticut, USA.
- Weitschat W., Wichard W.* 1998. Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein. München: Verlag F. Pfeil. 256 p.
- Wolfe A. P., Tappert R., Muehlenbachs K. et al.* 2009. A new proposal concerning the botanical origin of Baltic amber // Proc. R. Soc., Vol. 276. P. 3403–3412.



КАЛИНИНГРАДСКИЙ МУЗЕЙ ЯНТАРЯ



Единственный в России Музей янтаря был открыт в 1979 году. Он расположен в центре Калининграда на берегу озера Верхнее в крепостной башне середины XIX века.

Башня была построена в 1853 году в неоготическом стиле под руководством разработчика общего плана крепостных сооружений Кёнигсберга, шефа инженерного корпуса Эрнста Людвиг фон Астера и входила в систему городских оборонительных укреплений. Она носила имя прусского генерал-фельдмаршала Фридриха Карла Дона, участника освободительной войны против наполеоновского нашествия. Здание является также памятником Великой Отечественной войны.

Музей янтаря – это музей одного минерала. Экспозиция расположена на трех этажах здания общей площадью около 1000 кв. метров. По содержанию она делится на естественно-научную и культурно-историческую части. В естественно-научном разделе представлены различные по весу, цветовой гамме, степени прозрачности образцы янтаря. В нашем собрании находится второй по величине «солнечный камень» в мире: его вес – 4 кг 280 г. Значительную часть коллекции составляют образцы янтаря с включениями насекомых, пауков и растительных остатков, попавших около 40 млн лет назад в некогда жидкую и вязкую смолу. Инклюзы являются важным палеонтологическим материалом для изучения прошлого Земли.

В культурно-историческом разделе собраны украшения и предметы быта из янтаря от эпохи неолита до наших дней. Особую ценность представляют уникальные произведения мастеров XVII–XVIII веков, переданные в дар музею Оружейной палатой Московского Кремля в 1978 году. Они дополнены современными копиями старинных янтарных предметов, воссозданными фрагментами знаменитой, пропавшей во время Второй мировой войны Янтарной комнаты и подлинными изделиями XIX – первой половины XX века. Отдельные экспозиционные комплексы посвящены Кёнигсбергской янтарной мануфактуре (1926–1945) и Калининградскому янтарному комбинату (с 1947) – единственному предприятию в мире с полным циклом добычи и переработки янтаря.

18 ноября 2013 года меценат из Санкт-Петербурга, президент Фонда «Развитие Благотворительных Программ» Е. Ю. Татузов передал в дар музею 40 уникальных художественных изделий из янтаря современных петербургских и калининградских авторов.

Значительная часть экспозиции музея – это работы художников нашего времени из России, Германии, Дании, Италии, Латвии, Литвы, Польши, США, Франции, Японии: ювелирные украшения, мелкая пластика, эксклюзивные предметы обихода.

В музее работают библиотека, центр коммуникаций (зал площадью 70 кв. метров), салон по продаже сувениров из янтаря и печатной продукции. Музей янтаря сегодня – это одно из ярких культурных мест города, собрание которого насчитывает более 16000 предметов. Ежегодно его посещает около 220 тыс. человек, проводится около 3000 экскурсий и лекций, организуется более 30 выставок и проектов.



KALININGRAD AMBER MUSEUM

This art depository was inaugurated in 1979, to become Russia's first and only museum of amber. Located in the centre of Kaliningrad on the shore of Lake Verkhneye, it occupies a fortress tower dating from the mid-nineteenth century.

It was built in 1853 in the Neo-Gothic style as part of the city's overall system of defence – its construction was supervised by Ernst Ludwig von Aster, Commander of the Engineering Corps and the person who had engineered Koenigsberg's mighty fortifications. The tower bore the name of Field Marshal-General Friedrich Karl Dohna, the Prussian soldier who had participated in the liberation war against Napoleon's invasion. The building is also a monument of the Second World War.

The Amber Museum is a one-mineral treasury. The museum exposition occupies three floors with a total space of 1,000 square meters. Thematically, the display consists of two sections: one is devoted to natural history and geology and the other to history and culture. The natural history and geology collection features a wide variety of the «sunny stone» exhibits for different categories of weight, colour and transparency. Our collection boasts the world's second largest amber nugget weighing 4.28 kilograms. The majority of the exhibits in our collection are lumps of amber with inclusions of insects, spiders and plant remains that became encased in the then sticky liquid resin about 40 million years ago. The inclusions are important paleontological material for the study of the Earth's past. The section of history and culture presents amber decorations and household articles over a span from the New Stone Age up to these days. Of special value are the unique works of art dating from the seventeenth and eighteenth centuries that the Museum received as a present from the Armoury of the Moscow Kremlin. They are supplemented by present-day copies of ancient amber masterpieces and re-created fragments of the famous Amber Room lost during the Second World War; besides, some authentic items from the nineteenth and first half of the twentieth centuries are displayed. A large part of the exposition addresses the Koenigsberg aber manufacture (1926–1945) and Kaliningrad Amber Factory (since 1947), which is the only facility in the world with a full production cycle from the mining of amber down to its processing and art production.

On 18 November 2013 Saint Petersburg philanthropist, the president of Fund "The development of charity programs" E. Yu. Tatzov donated to museum 40 unique amber art pieces made by modern Saint Petersburg and Kaliningrad artists.

Most of the exposition comprises of works of modern artists from Russia, Germany, Denmark, France, Italy, Latvia, Lithuania, Poland, the USA, Japan: jewellery, small sculptures, and exclusive interior articles.

The Museum has a library, a communications centre (about 70 sq.m) and a store offering souvenirs made of amber as well as books and other printed matter.

Amber museum today is one the brightest cultural place in the city, its depository includes of more than 16000 items. Annually it is visited by 220 thousands of people, museum conducts about 3000 excursions and lectures, organizes about 30 exhibitions and projects.



Адрес музея:

236016, г. Калининград,

пл. Маршала Василевского, 1

Время работы:

октябрь – апрель: 10.00 – 18.00

выходной день – понедельник

май – сентябрь: 10.00 – 19.00

без выходных

Тел.: (4012) 46 65 50, (4012) 46 68 88

e-mail: info@ambermuseum.ru

www.ambermuseum.ru

Museum Address:

236016, Russia

Kaliningrad

Marshal Vasilevsky sqr.

Opening hours:

October – April: 10.00 – 18.00

Closed: Monday

May – September: 10.00 – 19.00

Seven days a week

Tel.: (4012) 46 65 50, (4012) 46 68 88

e-mail: info@ambermuseum.ru

www.ambermuseum.ru

Андраник Манукян

МИКРОМИР ЯНТАРЯ

Палеобиоценология

Подписано в печать 10.11.16

Формат 70×100/16

Бумага магномат

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО «Промышленная типография «Бизнес-Контакт»

236022, Калининград, ул. К. Маркса, 18в

Телефон (4012) 95 75 70

e-mail: bizkon@mail.ru

www.biz-kon.ru