

УДК 549.892.1

**Б. Ю. ВОРОТНИКОВ, А. Г. БУЛЫЧЕВ**

Россия, Калининград, КГТУ

E-mail: vorotnikov@klgtu.ru; a\_bulychev@mail.ru

**СИСТЕМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ  
(МГСО) ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ**

Растительные смолы разного возраста и происхождения во все времена привлекали внимание людей. Несмотря на большое количество исследований, посвященных ископаемым смолам, актуальным остается вопрос их систематизации с учетом их физических и химических особенностей [1].

Как отмечал в своей монографии С. С. Савкевич, в целях устранения неточностей и путаницы представляется рациональным использовать термин «янтарь» лишь как синоним термина «сукцинит» [2]. Развивая этот подход, М. А. Богдасаров предлагает связывать термин «сукцинит» с высокополимеризированной разновидностью ископаемых смол, имеющей распространение главным образом на юго-западном побережье Балтийского моря и в бассейне Днепра [3].

В Калининградской области Российской Федерации сосредоточено порядка 90 % мировых запасов сукцинита (балтийского янтаря), который отличается высокими качественными характеристиками. Запасы камня оцениваются в 54 000 т и позволяют добывать янтарь как минимум в ближайшие 100 лет. Согласно данным геологоразведки, содержание янтаря в янтароносной породе Приморского месторождения в среднем составляет 1,9 кг/м<sup>3</sup>. Балтийский янтарь по своим характеристикам является уникальным (из более чем 200 смол, открытых учеными). Возраст этого вида составляет 45–50 млн лет.

В 2023 г. Калининградский янтарный комбинат ведет добычу сразу на двух карьерах – Приморском и Пальменикенском. В течение нового сезона предприятие, которое является мировым лидером по добыче янтаря, планирует получить 630 т камня, что на 26 % больше прошлогоднего результата, увеличив добычу сукцинита на 130 т по сравнению с прошлым периодом, что приведет к значительному увеличению экспортного потенциала Российской Федерации [4].

Увеличение объемов добычи янтаря Калининградским комбинатом соответствует государственной Стратегии развития янтарной отрасли до 2025 г. [5].

Вместе с тем актуальным в научном и экспертном сообществе остается проблема идентификации янтаря. Научная экспертиза ископаемых природных смол в целом направлена на определение ботанических и географических источников ископаемой смолы на основе детального изучения их физико-химических характеристик: морфологии, размера, массы, плотности, оптических, механических и тепловых свойств [6].

Многие ученые считают, что классификация ископаемых природных смол требует дальнейшего улучшения на основе более детальных физических, химических, геологических и биогенетических характеристик образцов [7–9]. Это, в свою очередь, требует постоянного совершенствования инструментальных аналитических методов [10; 11].

Помимо вопросов систематизации и классификации ископаемых смол в естественно-научной области, внимание экспертов, исследователей из правоохранительных органов привлекает разработка методов идентификации, в первую очередь янтаря, по способу и времени его добычи. Процесс добычи того или иного камня имеет свою специфику и технологию.

Существует легальная и нелегальная добыча янтаря. Добыча янтаря на территории Калининградской области осуществляется как в промышленных масштабах, так и организованными преступными группами.

Промышленная добыча янтаря осуществляется единственным предприятием – АО «Калининградский янтарный комбинат». Для этого используется открытый карьерный способ: в несколько этапов происходят вскрышные работы – снятие верхних пустых пород, затем на глубине около 50 м с помощью экскаватора выкапывается «голубая земля» – янтароносная толща пород, состоящая из 45–50 % кварца, 5–6 % полевого шпата и 15–40 % глауконита [12]. После этого терриконы размывают водой из гидромониторов, которые под скоростью водяной струи вымывают янтарь из толщи пород. Пульпа направляется по специальной пульпопроводной траншее и поступает в землесосную установку. По этой установке янтарь поднимают из карьера для дальнейшей обработки. Следующий шаг – это очистка янтаря от породы и примесей, а затем его сортировка по фракционным группам. Таким образом, при помощи современных технологий с соблюдением установленных требований относительно экологической безопасности происходит многоэтапная промышленная добыча янтаря.

Существуют и нелегальные преступные группы, так называемые «черные копатели» и ловцы янтаря. Первые осуществляют свою работу

при помощи различных переоборудованных средств: самодельных мотопомп, пожарных рукавов, труб, шлангов, сачков, лопат. Поскольку данные средства не позволяют добывать янтарь на больших глубинах, то в основном добыча происходит на таких участках, где янтароносная порода находится почти на поверхности. Подача воды осуществляется, как правило, из ближайшего водоема. Таким образом, вместо профессионального гидромеханизированного процесса добычи посредством гидромониторов в промышленном масштабе, используется упрощенный способ добычи на основе самодельных или переоборудованных средств.

Вторым крупным участком добычи солнечного камня является акватория Балтийского моря. Для этого используются как специальные, так и переоборудованные средства: водолазное оборудование для погружения под воду, моторные лодки с установленными самодельными помпами, пожарные рукава, армированные шланги, через которые идет подача воды для размыва почвы и вымывания сукцинита. С помощью такого оборудования водолазы и дайверы добывают янтарь на глубине до 15 м.

Проводя сравнительный анализ промышленной добычи янтаря на суше и самовольной добычи, можно установить некоторое сходство процессов в основе принципов добычи, но есть существенные различия в технологии [13].

Проблема проведения идентификации янтаря, добытого легально и нелегально на Калининградском янтарном комбинате (далее – КЯК), существует уже не одно десятилетие. Данный вопрос не простой, требует комплексного подхода и взаимодействия правоохранительных органов, янтарного комбината и научных организаций.

Госкорпорация «Ростех» предлагает ввести обязательную маркировку изделий из янтаря, чтобы покупатель мог проверить происхождение камня [14], однако данная маркировка еще не используется и не решит всех проблем в сфере незаконной добычи и оборота янтаря. На наш взгляд, одним из первоочередных и ключевых этапов решения этой проблемы является наличие представительных стандартных образцов янтаря, добываемого и перерабатываемого по технологии янтарного комбината, и незаконно добытого янтаря с точным и подтвержденным временем и местом их добычи, описанием всех этапов их обработки.

Согласно российскому закону «Об обеспечении единства измерений» [15], под стандартным образцом понимают образец вещества или материала, состав которого установлен в результате испытаний. Стандартные образцы применяются для обеспечения единства измерений и используются для калибровки и градуировки измерительных приборов. Кроме контроля метрологических характеристик, они необходимы

для проведения метрологической аттестации методик выполнения измерения и контроля погрешности.

Государственный стандартный образец (далее – ГСО) применяется во всех областях промышленности страны, включая сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора.

ГСО в России утверждаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в соответствии с Административным регламентом по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений, которые зарегистрированы в Госреестре СО.

При аттестации устанавливается срок действия ГСО и его метрологические характеристики:

- аттестованное значение;
- погрешность;
- характеристика однородности;
- функции.

Кроме указанных, могут быть использованы и другие метрологические характеристики. Все они приводятся в свидетельстве на ГСО.

В государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов [16] есть горные породы, донные отложения, уголь, нефть, нефтепродукты, почвы и мн. др. Стандартных образцов балтийского янтаря, как и других смол, нет.

Одним из этапов создания коллекции стандартных образцов балтийского янтаря явилась совместная работа сотрудников кафедры химии КГТУ и АО «Калининградский янтарный комбинат» [17].

12 ноября 2018 г. в Приморском карьере с глубины 13–20 м, добычной забой № 11, был произведен отбор проб янтаря и сопутствующих технологических фракций. Отобранные 312 камней были разделены на три коллекции: № 1 – научно-исследовательский фонд (ИФ) 104 образца общей массой 413 г; коллекция № 2 – обменный фонд (ОФ) 104; коллекция № 3 – арбитражный фонд (АФ) 104. Для представленных образцов были исследованы следующие физические характеристики: вес, плотность, влажность, а также произведена фотосъемка при дневном и ультрафиолетовом освещении (366 нм). Таким образом, при формировании данной коллекции соблюдался обязательный принцип закрепления однозначной геологической информации для всех проб. Это позволяет в дальнейшем провести разносторонний статистический анализ полученного комплекса данных и использовать их в различных исследованиях, в том числе при проведении экспертиз по месту и времени добычи минерала. Все три коллекции (ИФ, ОФ, АФ) были переданы на хранение КЯК.

В КГТУ для исследования были переданы отобранные пробы щепы с пенистым янтарем, лигниты. Кроме того, были отобраны образцы вмещающей породы (алевроит, глауконит). Из переданных КГТУ образцов нами была взята объединенная проба янтаря массой 4 кг. Затем методом квартования отобрали массу 941,1 г для дальнейших исследований.

Отобранный янтарь поделили в зависимости от плотности, размера, цвета и блеска в сечении на семь фракций:

$$m = 8,5 \text{ г} - \rho > 1,067 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 16,4 \text{ г} - 1,067 > \rho > 1,037 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 10,8 \text{ г} - 1,037 > \rho > 1,012 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 4,6 \text{ г} - 1,012 > \rho > 1,005 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 3 \text{ г} - 1,005 > \rho > 1,000 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 5,9 \text{ г} - \rho < 1,000 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 886 \text{ г} - \rho < 997 \text{ кг/м}^3;$$

$$m = 5,9 \text{ г} - \rho = 1,055 \text{ кг/м}^3.$$

Для всех фракций янтаря на приставке НПВО были сняты ИК-спектры и впервые создана библиотека ИК-спектров, которая сформирована на базе образцов, происхождение которых по времени и месту их добычи документально подтверждено. Работа по дополнению этой библиотеки продолжается. Кроме того, некоторые образцы были охарактеризованы методом электронной микроскопии.

В связи с вышеизложенным предлагаем инициировать создание межгосударственной программы России и Беларуси по созданию коллекции МГСО «Ископаемые смолы» с учетом серьезных наработок белорусских коллег.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богдасаров, М. А. Янтарь и другие ископаемые смолы Евразии / М. А. Богдасаров. – Брест : БрГУ, 2017. – 216 с.

2. Савкевич, С. С. Янтарь / С. С. Савкевич. – Л. : Недра, 1970. – 191 с.

3. Богдасаров, М. А. Проблема образования янтаря и других ископаемых смол / М. А. Богдасаров // Геол.-мінерал. вісн. – 2006. – № 2 (16). – С. 18–25.

4. Калининградский комбинат в 2023 году на четверть увеличит добычу янтаря [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rostec.ru/news/kaliningradskiy-kombinat-v-2023-godu-na-chetvert-uvlichit-dobychu-yantarya/>.

5. Стратегия развития янтарной отрасли Российской Федерации на период до 2025 года : утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации, 15 сент. 2017 г., № 1966-р // КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «Консультант Плюс». – М., 2023.

6. Bogdasarov, M. A. Mineralogy of Fossil Resins in Northern Eurasia / M. A. Bogdasarov // *Zapiski Rossiiskogo Mineralogicheskogo Obshchestva*. – 2006. – № 6. – P. 66–78.

7. Lambert, J. B. Chemical Signatures of Fossilized Resins and Recent Plant Exudates [Electronic resource] / J. B. Lambert, J. A. Santiago-Blay, K. B. Anderson // *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* – 2008. – № 47. – P. 9608–9616. – Mode of access: <https://doi.org/10.1002/anie.200705973>.

8. Drzewicz, P. Approaches for Studies of Fossil Resins / P. Drzewicz, L. Natkaniec-Nowak, D. Czaplą // *Trends Analyt. Chem.* – 2016. – № 85. – P. 75–84. – DOI: 10.1016/j.trac.2016.06.022.,44, McCoy

9. Soriano, C. A Review of Preservational Variation of Fossil Inclusions in Amber of Different Chemical Groups. Earth Environ / C. Soriano, S. E. Gabbott // *Sci. Trans. R. Soc. Edinb.* – 2016. – № 107. – P. 203–211. – DOI: 10.1017/S1755691017000391.]

10. An attempt to correlate the physical properties of fossil and subfossil resins with their age and geographic location [Electronic resource] / Paweł Stach [et al.] // *J Polym Eng.* – 2019. – Mode of access: <https://doi.org/10.1515/polyeng-2019-0159>.

11. The overview of analytical methods for studying of fossil natural resins / Lucyna Natkaniec-Nowak [et al.] // *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. – 2023. – DOI: 10.1080/10408347.2023.2200855

12. Официальный сайт АО «Калининградский янтарный комбинат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ambercombine.ru/dobycha/primenyuемое-oborudovanie-i-tekhnologii>.

13. Цирит, О. А. Незаконная добыча и оборот янтаря, нефрита или иных полудрагоценных камней: проблемные вопросы объективной стороны / О. А. Цирит, А. А. Кошелева // *Изв. Тул. гос. ун-та. Сер.: Экон. и юрид. науки*. – 2022. – № 4. – С. 111–120. – DOI 10.24412/2071-6184-2022-4-111-120. – EDN KAPUCE.10.

14. Rostec proposes to label amber products in order to “hit illegal mining” [Electronic resource]. – Mode of access: <https://us.firenews.video/world-news/rostec-proposes-to-label-amber-products-in-order-to-hit-illegal-mining-kali-ningrad-news/>.

15. Об обеспечении единства измерений : Федер. закон, 26 июня 2008 г., № 102-ФЗ // *КонсультантПлюс. Россия* / ЗАО «Консультант Плюс». – М., 2023.

16. Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gssso.ru>.

17. Фондовая технологическая коллекция балтийского янтаря АО «Калининградский янтарный комбинат» – научный базис развития

и продвижения бренда «российский янтарь» : материалы VII Междунар. Балт. мор. форума, Калининград, 7–12 окт. 2019 г. : в 6 т. – Калининград : БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – Т. 1 : Инновации в науке, образовании и предпринимательстве. – С. 85–89.

УДК 502/504:624.131(476)

**А. Н. ГАЛКИН<sup>1</sup>, В. А. КОРОЛЕВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

<sup>2</sup>Россия, Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова

E-mail: galkin-alexandr@yandex.by; va-korolev@bk.ru

## **ПРИРОДНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МАССИВОВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ БЕЛАРУСИ**

Эколого-геологические системы (далее – ЭГС), которые формируются на массивах грунтов различного состава и состояния, являются основным объектом исследований экологической геологии [9]. Согласно В. Т. Трофимову [8], под эколого-геологической системой следует понимать *открытую динамичную систему, включающую три подсистемных блока – литосферный абиотический, биотический и источника природных и техногенных воздействий, тесно связанных прямыми и обратными причинно-следственными связями, обуславливающими ее структурно-функциональное единство*. Понятие ЭГС весьма близко к понятию биогеоценоз, которое в отечественную научную литературу в начале 1940-х гг. ввел академик В. Н. Сукачев. В одной из своих работ он отмечал, что «биогеоценоз можно определить как участок земной поверхности, где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются однородными и имеющими однородный характер взаимодействия между ними и поэтому в совокупности образующими, единый, внутренне взаимообусловленный комплекс» [7, с. 287]. В то же время ЭГС и биогеоценоз не аналогичные понятия.

Различают ЭГС природные и техногенные. Под природной эколого-геологической системой понимается часть естественной экосистемы, представленная совокупностью природных литотопа, эдафотопа (почвы), микробо-, фито- и зооценоза [5]. По условиям формирования они могут быть континентальными (сухопутными) и водными (аквальными). Континентальной природной ЭГС называется часть естественной