

8. Khain, V. E., Koronovsky, N. V. Planet Earth. From the nucleus to the ionosphere. Moscow, KDU Publ., 2015, 244 p.

9. Shatsky, N. S. The main features of the structure and development of the Eastern European platform. *Izvestiya USSR Academy of Sciences. Geological series*, 1946, no. 1.

10. Shik, S. M., Shik, E. M. *Bulletin of the Regional interdepartmental stratigraphic Commission for the center and South of the Russian platform*, 2015, no. 6, 128 p.

11. Available at: [www.realty.rbc.ru](http://www.realty.rbc.ru).

12. Available at: [www.wikimapia.org](http://www.wikimapia.org).

### ОСОБЕННОСТИ СПОСОБОВ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

*Ажбаева Дина Владимировна*, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: [dina9377@mail.ru](mailto:dina9377@mail.ru)

*Морозова Лариса Александровна*, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: [larisa.mor@bk.ru](mailto:larisa.mor@bk.ru)

*Дымова Татьяна Владимировна*, кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: [tdimova60@mail.ru](mailto:tdimova60@mail.ru)

Статья посвящена одной из актуальных проблем современности – загрязнению морских акваторий разливами нефти и нефтепродуктов и способам их ликвидации. Рост количества чрезвычайных ситуаций, вызванных увеличением добычи нефти и её транспортировкой в морских бассейнах, обуславливает необходимость изучения и анализа способов локализации и ликвидации аварийных разливов. Геоэкологические последствия разливов нефти носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе. В работе приводятся характеристики современных способов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (механического, термического, физико-химического, биологического), описываются конструктивные особенности нефтесборных устройств, выявляются преимущества и недостатки технологий применения диспергентов и сорбентов, анализируются их характерные особенности.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, оборудование, аварийные разливы, адгезия, сорбция, диспергенты

### FEATURES OF SPILL RESPONSE METHODS OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN AQUATIC ECOSYSTEMS

*Azhbaeva Dina V.*, undergraduate, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: [dina9377@mail.ru](mailto:dina9377@mail.ru)

*Morozova Larisa A.*, Ph. D. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: [larisa.mor@bk.ru](mailto:larisa.mor@bk.ru)

*Dymova Tatyana V.*, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: [tdimova60@mail.ru](mailto:tdimova60@mail.ru)

The article is devoted to one of the urgent problems of our time – pollution of marine areas by oil and oil products spills and ways of their elimination. The increase in the number of emergencies caused by increased oil production and transportation in marine basins necessitates the study and analysis of ways to locate and eliminate emergency spills. The geo-ecological consequences of oil spills are difficult to account for, as oil pollution disrupts many natural processes and relationships, significantly alters the living conditions of all types of living organisms, and accumulates in the biomass. The paper presents the characteristics of modern methods of emergency oil and oil product spill response (mechanical, thermal, physical-chemical, biological), describes the design features of oil collection devices, identifies the advantages and disadvantages of technologies for using dispersants and sorbents, and analyzes their characteristic features.

**Keywords:** oil, petroleum products, equipment, accidental spills, adhesion, sorption, dispersant

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, которые имеют место на объектах нефтяной промышленности, при транспорте этих продуктов наносят значительный урон экосистемам, приводят к неблагоприятным социальным и экономическим последствиям. Интенсификация разработки и эксплуатации морских нефтяных и газовых месторождений на Каспии в последние годы даёт основание рассматривать данную проблему в числе приоритетных, как для исследуемого региона, так и для других морских акваторий.

В связи с ростом количества чрезвычайных ситуаций, которые обусловлены увеличением добычи нефти, отрицательное воздействие разливов нефти на окружающую среду оказывается всё более ощутимым. Экологические последствия при этом носят сложно учитываемый характер, поскольку нефтяные загрязнения нарушают многие естественные процессы и взаимосвязи, значительно меняют условия обитания всех видов живых организмов и накапливаются в биологической массе.

Экологическое обоснование источников техногенного воздействия на морскую среду учитывает экономические и технологические (рациональное использование недр) показатели и минимизирует возможные геологические риски, связанные с недостаточной информацией детального геологического строения продуктивных залежей морских эксплуатационных скважин.

Основной экологической задачей эксплуатации морских месторождений является сохранение фонового экологического состояния геологических недр и максимальное увеличение природного сырья, сохранение водных и прибрежных экосистем, биоразнообразия рыбохозяйственного потенциала морских бассейнов и уникальных рыбопромысловых регионов, а также обеспечение комфортных условий жизнедеятельности населения, проживающего в прибрежных районах [3].

Невзирая на осуществляемую в последний период времени государственную политику в части предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и её производных, этот вопрос остается очень важным и в целях уменьшения возможных неблагоприятных результатов требует пристального внимания к изучению способов локализации, ликвидации аварийных разливов и к разработке комплекса необходимых мер по их предупреждению и устранению последствий.

Известны следующие способы ликвидации разлива продуктов нефтепереработки: механический, термический, физико-химический и биологический [4; 2].

Одним из приоритетных способов является механический сбор нефти. Высокая результативность его проявляется в несколько первых часов после разлива. Связано это с тем, что толщина слоя нефти сохраняется ещё достаточно большой. При малой толщине нефтяного слоя, большой площади его распространения и постоянном движении поверхностного слоя под воздействием ветра и течений, процесс отделения нефти от воды значительно затрудняется. Кроме этого, осложнения могут возникать при очистке акваторий портов и верфей, загрязнённых нередко различным мусором, плавающим на поверхности воды [4].

В настоящее время широко представлено оборудование, используемое для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Этот процесс подразумевает локализацию нефтяных пятен, во избежание дальнейшего увеличения площади загрязнений.

Существуют разные методы ликвидации аварийных разливов, в основе которых лежат всевозможные физические явления. Для улавливания нефти и нефтепродуктов на данный момент разработано и эксплуатируется множество устройств и аппаратов. По используемому принципу действия все они группируются на: адгезионные, действие которых основано на свойстве нефти прилипать к погруженным в неё поверхностям и абсорбционные, основанные на свойстве разных материалов хорошо впитывать нефть, но пропускать воду. Кроме того, существуют устройства, работа которых построена на принципе скоростного напора и аппараты, функционирующие на принципе водослива, т. е. слива загрязненного поверхностного слоя в приёмный танк за счёт разности уровней внутри и снаружи [1; 2].

Нефтесборные системы рассчитаны для сбора нефти с поверхности моря во время движения нефтесборных судов. Эти системы представляют собой комбинацию различных бонов и нефтесборных устройств, которые применяются также и в стационарных условиях (на якорях) при ликвидации локальных аварийных разливов с морских буровых или потерпевших бедствие танкеров [9].

По конструктивному исполнению нефтесборные системы делятся на буксируемые и навесные.

Буксируемые нефтесборные системы для работы в составе ордера требуют привлечения таких судов, как: буксиры с хорошей управляемостью при малых скоростях; вспомогательные суда для обеспечения работы нефтесборных устройств (доставка, развертывание, подача необходимых видов энергии); суда для приёма и накопления собранной нефти и её доставки.

Навесные нефтесборные системы, используемые на обоих бортах судна должны соответствовать следующим требованиям, необходимым для деятельности с буксируемыми системами: хорошее лавирование и управляемость на скорости 0,3–1,0 м/с; развертывание и энергообеспечение элементов нефтесборной навесной системы в процессе работы; накопление собираемой нефти в значительных количествах [9].

Термический метод, основанный на выжигании слоя нефти, применяется при достаточной толщине слоя и непосредственно после загрязнения, до образования эмульсий с водой. Этот метод, как правило, применяется в сочетании с другими методами устранения разлива.

Массивный по толщине свежий нефтесток без остатка будет сгорать, однако если он растекается, наиболее летучие и легковоспламеняющиеся вещества легко теряются. Высокая теплоёмкость воды, которая находится снизу препятствует установлению достаточной температуры, для того чтобы поддерживалось горение нефти.

Зарубежные компании предлагают применять боны с конструкцией печи, также плавающей в воде и сжигающей нефть, которая удерживается заграждением. Пламя поддерживается системой трубок, которая создаёт принудительную тягу над поверхностью слива, обеднённую летучими элементами из-за нагревания нефти. Следовательно, чем скорее сгорит слой разжиженной нефти, тем большие её количества поступают на смену [4].

До настоящего времени сжигание нефти являлось наиболее общепринятым, но это действие не обеспечивает в полной мере удаления нефти и приносит весомый экологический вред как водной среде, так и атмосфере. Помимо этого сжигание нефти не допускается во многих отдельных районах, к примеру, в Балтийском море.

Физико-химический метод с использованием диспергентов и сорбентов рассматривается как эффективный в тех случаях, когда механический сбор невозможен, например, при малой толщине пленки или когда разлив нефтепродуктов создаёт фактическую угрозу наиболее экологически чувствительным зонам [10].

Механизмы, действующие на принципах адгезии, изготавливаются, как показывает практика, в виде барабанов или транспортеров, которые покрыты составом, повышающим сцепление нефтепродуктов с поверхностью аппарата. Конструкция погружается в воду на 10–50 см. Нефть налипает на поверхность механизма и потом скребком счищается в сборную ёмкость, откуда перекачивается в танки судна. Скорость вращающихся барабанов корректируется в зависимости от плотности нефтяного загрязнения.

Аппараты, действующие на основе абсорбции, разработаны на свойстве отдельных материалов, способных впитывать нефть и пропускать воду. Нефть поглощается в материал ленты, которая движется и потом отжимается в накопительный танк.

Принцип действия механизмов скоростного напора состоит в том, что поток воды с плавающей нефтью попадает в специальное воронкообразное расширение, где он вращается и разделяется под воздействием центробежных сил. Нефть отделяется от одной части, а оставшаяся вода сливается обратно. Слабым звеном данного метода являются высокая восприимчивость к загрязненной нефти, большой толщине слоя нефти, узость захвата (1,5–2,0 м) и, как результат, невысокая продуктивность.

Вышеназванные устройства не могут работать параллельно с боновыми заграждениями, так как скорость траления не может быть менее четырёх узлов.

Устройства, работающие на основе порогового водослива, функционируют за счёт слива, вызванного перепадом уровня забортной воды и уровнем в приёмном отсеке, которая обеспечивается насосами. Здесь могут быть разновидности с поплавковыми устройствами и приёмными ваннами.

Использование поплавковых устройств, которые являются выносными, малодобно для сбора со значительных площадей. При этом они очень чувствительны к волнению, толщине пленки и состоянию загрязнённости [9].

Приёмные ванны – метод очистки акватории, который захватывает весь засоренный слой жидкости, включая нефтепродукты и мусор, позволяет за один проход собирать с поверхности воды все плавающие загрязнения. Главные плюсы способа – универсальность, относительная простота, надёжность устройства, возможность сбора различных загрязнений (от плёнки до сгустков нефти и мусора), допустимость работы на ходу и на стоянке.

Применяются также и дисперсионные агенты для осаждения нефтяных пятен (плёнок) на поверхности воды. Диспергенты – это специальные химические вещества, применяющиеся для активизации естественного рассеивания нефти, с целью облегчить её удаление с поверхности воды раньше, чем разлив распространится до более экологически незащищённых районов.

Диспергенты разделяются на два главных типа в зависимости от основного растворителя, который входит в их состав: на основе углеводородного, используемого, прежде всего для обработки вязкой тяжелой нефти и на базе других (вода, гликоли, спирты), которые разбавляются водой в ходе применения.

Преимущества использования дисперсионных агентов состоят в следующем: работа при любых погодных условиях и состояниях акватории; самый быстрый метод ликвидации нефтяного пятна; форсирование биоразложения, благодаря увеличению площади поверхностной нефти, способной подвергаться воздействию бактерий; диспергирование плавающей нефти, приводящее к минимальному загрязнению морских птиц и млекопитающих; способность сдерживать фотоокислительные реакции нефти до образования токсичных перекисей и кислот; понижение опасности возгорания при наличии летучих углеводородов; снижение возможности образования эмульсии типа «шоколадного мусса», уменьшение загрязнения береговой линии, а также снижение затрат при их использовании [4].

Однако существуют нежелательные последствия использования диспергентов: возможное отрицательное воздействие на бентосные организмы и рыбу, а также содействие повышению попадания нефти в песок и увеличению мутности воды. При всём том, что данная технология диспергирования есть важнейший элемент ликвидации разливов нефти, её применение ограничено определёнными типами нефти и образованием водонефтяной эмульсии.

Также применяются различные сорбенты. Сорбенты действуют посредством абсорбирования (впитывания) или адсорбирования (налипания) нефти, которые плавают на поверхности воды. Сорбенты, благодаря низкой плотности, находятся на плаву даже в том случае, если они пропитались нефтью.

Применение сорбентов – один из наиболее результативных методов фиксации и устранения тончайших нефтяных плёнок.

На современном этапе развития промышленности для устранения разливов нефти существует свыше двух сотен разнообразных сорбентов, подразделяющихся на неорганические, природные органические и органоминеральные, синтетические. Качество поглотителей определяется, в основном, их ёмкостью в отношении к нефти, уровнем гидрофобности (ненамокаемости в воде), плавучестью реагента после насыщения его нефтью, возможностью десорбции нефти и восстановлению или утилизации использованного сорбента. Использование поглотителей комбинируется с механическими способами сбора нефти. Наряду с этим, данные методы могут быть

задействованы как до, так и после применения сорбентов, которые фиксируют нефть и предотвращают формирование эмульсий.

Стоит заметить, что самые общеизвестные и недорогие неорганические поглотители имеют очень низкую ёмкость и тонут вместе с нефтью, фактически не делая воду чище. Высокоэффективные синтетические сорбенты стоят очень дорого, не могут использоваться при низких температурах и не предназначены для устранения тонких нефтяных плёнок. Природные органические и неорганические сорбенты представляют собой самый перспективный вид поглотителей. Часто применяют древесную щепу и опилки, модифицированный торф, подсушенные отходы зернопродуктов, шерсть, макулатуру [5].

В настоящее время промышленность может производить гидрофобные нефтяные сорбенты. Поглотитель изготавливается из экологически чистого торфа моховой группы. Важными преимуществами данных натуральных сорбентов является высокая морозостойкость, широкая сырьевая база, высокая гидрофобность и нефтеёмкость при относительно низкой стоимости. Конгломерат, образующийся с нефтью, без труда собирается скиммерами, плавучими насосами и вакуумными системами. Технология утилизации поглотителей может иметь разные модификации: применяют фильтрпрессы или отжимные валки, при этом из нефтенасыщенного сорбента можно получать до 50–70 % поглощённой нефти и потом его вторично употребить. Бывший в употреблении сорбент может быть использован как высококалорийное топливо.

Главными ограничивающими факторами при работе с сорбентами являются: метеорологические и гидрологические условия, способствующие рассеиванию нефтесодержащих веществ по большой площади акватории; необходимость сжигания материалов, содержащих нефть; вязкость сырой или выветрившейся нефти; высокая стоимость эффективных сорбентов [9].

Вышеперечисленные причины объясняют тот факт, что сорбенты зачастую не используются или их применение ограничивается небольшими разливами в защищённых акваториях, или сбором нефти в труднодоступных районах (к примеру, под пирсами, в доках и т. д.).

Созданы химические препараты, нанесение которых на поверхность воды образует мономолекулярную плёнку. При расположении данной плёнки вокруг нефтяного пятна, силы поверхностного натяжения на границах раздела «нефть – воздух» и «нефть – вода» меняются так, что силы сцепления в слое нефти превосходят силы, которые вызывают её растекание, т. е. в итоге роста сил поверхностного натяжения плёнка нефти как бы стягивается и толщина её увеличивается. Такие препараты называют собирателями нефти (СН) [6].

Пятно нефти лишь стягивается, его центр тяжести не перемещается под действием химического препарата. При этом центр тяжести, а, в результате, и пятно нефти, будет далее двигаться под воздействием ветра и течения. Поверхностно-активные препараты для локализации углеводородных загрязнений применяют для предотвращения растекания нефти и для уменьшения площади разлива, для того чтобы осуществить возможность сбора нефти, а также в качестве дополнения к системе отводящих бонов в прибрежной зоне с целью облегчения дальнейшей очистки береговой линии.

Данные препараты малоэффективны в открытом море или в случае, когда нефтяное пятно достигает толщины более 4 мм. В качестве заменителя боновых заграждений на акваториях собиратели нефти ограниченно применяются в портах, гаванях и доках. Помимо этого, характеристики нефтесборного оборудования адсорбирующего типа сильно понижаются, если такими препаратами будут загрязнены адсорбирующие поверхности, потому что нефть после этого не будет на них налипать.

Следующий метод – биологический. Используются особые микроорганизмы, которые поедают нефть. Сегодня известно более тысячи простых организмов, которые питаются различными углеводородами. Его используют после механического и физико-химического методов, если толщина плёнки составляет не менее 0,1 мм.

К способам воздействия на нефть и её производные относятся препараты ограждающего действия, локализирующие нефтяной разлив путём образования твёрдого пористого сорбента непосредственно на водной поверхности; средства собирающего

действия, способствующие сокращению площади разлива и увеличению толщины слоя плавающей нефтяной плёнки, а также предотвращающие загрязнение побережья и ледовой кромки; средства сорбирующего действия, образующие агломераты при контакте с нефтью; средства диспергирующего действия, образующие эмульсии нефти в воде, способные рассеиваться в поверхностном слое воды и сохраняться, не разрушаясь до полного биохимического окисления нефти [6].

Интенсификация освоения нефтяных и газовых месторождений в морских акваториях, транспортировка углеводородного сырья представляют потенциальную и реальную угрозу водным экосистемам и приводят к значительным экономическим издержкам в случае аварийных разливов.

При всём многообразии существующих способов и технологий ликвидации аварийных разливов необходимо учитывать следующие обстоятельства: выполнение всех действий должно осуществляться в кратчайшие сроки; способ ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов должен быть экологичным, учитывающим особенности развития и существования экосистем морских акваторий; результаты применения выбранного способа ликвидации должны превышать безопасность самого аварийного разлива.

#### Список литературы

1. Альхименко, А. И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними / А. И. Альхименко. – Санкт-Петербург : ОМПресс, 2005.
2. Кесельман, Т. С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Т. С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков. – Москва : Недра, 2007. – 256 с.
3. Серебряков, О. И. Экологическое и геологическое моделирование разведки и эксплуатации месторождений / О. И. Серебряков, Анд. О. Серебряков. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 356 с.
4. Сериков, Ф. Т. Методы профилактики и ликвидации аварийных ситуаций в нефтегазовой отрасли / Ф. Т. Сериков, Б. Б. Оразбаев. – Алматы : Былым, 2011.
5. Сериков, Ф. Т. Исследование процессов самоочищения вод при нефтяных разливах / Ф. Т. Сериков, Б. Б. Оразбаев, К. И. Мухамбеткалиев // Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа. – Москва, 2010. – № 1. – С. 37–39.
6. Сериков, Ф. Т. Природоохранные методы освоения нефтегазовых месторождений на суше и на море / Ф. Т. Сериков, Б. Б. Оразбаев. – Алматы : Былым, 2011.
7. Отчет Всемирного фонда дикой природы (WWF). Международная Арктическая программа всемирного фонда дикой природы / Nuka Research and Planning Group. LLC. Осло, Норвегия. Октябрь 2007 г.
8. Разливы нефти. Проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в Арктических морях. 30 с.
9. Решняк, В. И. Влияние дисперсно-фазовых характеристик на процесс сжигания топливно-водных эмульсий / В. И. Решняк, В. А. Жигульский // Сборник научных трудов Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций. – Санкт-Петербург, 2006.
10. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 270 стр. – (Методы в химии).

#### References

1. Alkhimenko A. I. *Emergency oil spills in the sea and the fight against them*. St. Petersburg, OMPress Publ., 2005.
2. Keselman, T. S., Makhmudbekov, E. A. *Protection of the environment in the production, transport and storage of oil and gas*. Moscow, Nedra Publ., 2007, 256 p.
3. Serebryakov, O. I., Serebryakov, And. O. *Environmental and geological modeling of the exploration and exploitation of mineral deposits*. St. Petersburg, Lan Publ. House, 2019, 356 p.
4. Serikov, F. T., Orazbaev, B. B. *Methods of prevention and elimination of emergency situations in the oil and gas industry*. Almaty, Bylym Publ. House, 2011.
5. Serikov, F. T., Orazbaev, B. B., Mukhambetkaliev, K. I. Investigation of water self-purification processes in oil spills. *Reliability and certification of equipment for oil and gas*. Moscow, 2010, no. 1, pp. 37–39.
6. Serikov, F. T., Orazbaev, B. B. *Environmental methods of development of oil and gas fields on land and on the sea*. Almaty, Bylym Publ. House, 2011.

7. *The report of the World Wildlife Fund (WWF). International Arctic program of the world wildlife Fund. Company Nuka Research and Planning Group. LLC. Oslo, Norway. October 2007.*

8. *Oil spill. Problems related to the elimination of the consequences of oil spills in the Arctic seas.* 30 p.

9. Reshnyak, V. I., Zhigulsky, V. A. Influence of dispersion-phase characteristics on the process of burning fuel-water emulsions. *Collection of scientific papers of the St. Petersburg State University of Water Communications.* St. Petersburg, 2006.

10. Drugov, Yu. S., Rodin, A. A. *Environmental analyzes during oil spills and oil products.* Moscow, BINOM. Laboratoryya znaniy Publ., 2017, 2nd ed., revised. and add, 270 p.

## ВКЛЮЧЕНИЯ В БАЛТИЙСКОМ ЯНТАРЕ ИНДИКАТОРОВ НАЗЕМНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ПАЛЕОГЕНЕ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ<sup>1</sup>

*Смирнова Анна Викторовна*, заведующая научно-экспозиционным отделом, Калининградский музей янтаря, Российская Федерация, 236016, г. Калининград, пл. Маршала Василевского, 1, e-mail: smirnit@gmail.com.

На основе изучения включений в балтийском янтаре выделены группы индикаторов геоэкологической обстановки в палеосообществе верхнеэоценового «янтарного» леса. Используются данные по экологии рецентной фауны балтийского янтаря и данные по нецелостным органическим включениям (пыльца, звёздчатые волоски дубовых, детрит), в т. ч. ихнофоссилий (копролиты). Были выделены индикаторы: климатической обстановки, сезонности, палеоландшафта (доминирующих и нетипичных биотопов), господствовавших типов водоёмов, таксономического состава и ярусности леса, пастбищных и детритных цепей питания. Анализ выделенных маркеров позволил предпринять попытку палеорекострукции биогеоценоза «янтарного» леса. Лес представлял собой смешанное хвойно-широколиственное сообщество, произраставшее в условиях тёплого сезонного климата. Основными биотопами были тенистые сильноувлажнённые участки леса, богатые разлагающейся органикой, в основном в виде мёртвой древесины. В ландшафте присутствовало большое количество медленнотекущих и стоячих водоёмов. Доминирующими цепями питания определены детритные цепи.

**Ключевые слова:** балтийский янтарь, эоцен, включения беспозвоночных, ископаемые организмы, «янтарный» лес, индикация среды, биогеоценоз, реконструкция палеосреды, палеоклимат, сезонность

## BALTIC AMBER INDICATORS OF TERRESTRIAL GEOLOGICAL SETTING IN PALEOGENE NORTHERN EUROPE DURING

*Smirnova Anna V.*, Head of Research Department, Kaliningrad Regional Amber Museum, 1 Marshala Vasilevskogo Sq., 236016, Kaliningrad, Russia, e-mail: smirnit@gmail.com

Based on the study of the inclusions in Baltic amber there have been identified groups of indicators of geological setting in paleoecoenosis of the amber forest in the late Eocene. The identification relies on data on modern animal ecology presented in Baltic amber and data on incomplete organic inclusions (pollen, stellate hairs of the oak, detritus), including trace fossils (coprolites). The following indicators have been identified: climatic environment, seasonality, paleo-landscape (dominant and rare biotopes), prevailing types of lakes, taxonomic composition and forest stratification, grazing and detritus food chains. The analysis of the identified markers has made it possible to attempt the paleontological reconstruction of biogeocoenosis of the “amber forest”. The forest was a mixed coniferous-broad-leaved community that grew in a warm, seasonal climate. The main biotopes were shady and very wet forest areas, rich in decaying organic matter, mostly dead woods. The landscape was abundant in slow-moving and standing lakes. Detritus food chains have been identified as prevailing.

**Keywords:** Baltic amber, Eocene, invertebrate inclusions, fossils, amber forest, bioindication, biogeocoenose, reconstruction of paleontological environment, paleoclimate, climate seasonality

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-05-00207) (This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 19-05-00207)).