



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN 2541-8386



№8(45)

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ
И ХИМИЯ**

МОСКВА, 2021



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

*Сборник статей по материалам XLV международной
научно-практической конференции*

№ 8(45)
Октябрь 2021 г.

Издается с ноября 2016 года

Москва
2021

УДК 54/57+61+63

ББК 24/28+4+5

Н34

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Арестова Инесса Юрьевна – канд. биол. наук, доц. кафедры биоэкологии и химии факультета естественнонаучного образования ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Россия, г. Чебоксары;

Карабекова Джамиля Усенгазиевна – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Биолого-почвенного института Национальной Академии Наук Кыргызской Республики, Кыргызская Республика, г. Бишкек;

Сафонов Максим Анатольевич – д-р биол. наук, доц., зав. кафедрой общей биологии, экологии и методики обучения биологии ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный педагогический университет", Россия, г. Оренбург.

Н34 Научный форум: Медицина, биология и химия: сб. ст. по материалам XLV междунар. науч.-практ. конф. – № 8(45). – М.: Изд. «МЦНО», 2021. – 28 с.

ISSN 2541-8386

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8386

ББК 24/28+4+5

© «МЦНО», 2021

| | |
|---|-----------|
| Оглавление | |
| Биология | 4 |
| Раздел 1. Общая биология | 4 |
| 1.1. Гидробиология | 4 |
| ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОЛОТУРИЙ (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ | 4 |
| Степанов Вадим Георгиевич Панина Елена Григорьевна | |
| Медицина и фармацевтика | 21 |
| Химия | 21 |
| Раздел 2. Химия | 21 |
| 2.1. Нефтехимия | 21 |
| ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ | 21 |
| Мустафаева Рена Эльдар кызы | |

БИОЛОГИЯ

РАЗДЕЛ 1.

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

1.1. ГИДРОБИОЛОГИЯ

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОЛОТУРИЙ (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ

Степанов Вадим Георгиевич

*канд. биол. наук, научный сотрудник
Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
РФ, г. Петропавловск-Камчатский*

Панина Елена Григорьевна

*канд. биол. наук, научный сотрудник
Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
РФ, г. Петропавловск-Камчатский*

VERTICAL DISTRIBUTION OF SEA CUCUMBER (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) OF THE FAR-EASTERN SEAS OF RUSSIA

Vadim Stepanov

*PhD, scientist,
Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute
of Far-Eastern Branch of RAS,
Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky*

Elena Panina

PhD, scientist

*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute
of Far-Eastern Branch of RAS,
Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky*

Аннотация. В статье приведены данные анализа вертикального распределения голотурий в дальневосточных морях России. В дальневосточных морях России обитает 113 видов голотурий, относящихся к семи отрядам, 21 семействам и 54 родам. Они распространены в диапазоне глубин от 0 (литораль) до 9582 м. Большинство видов дальневосточных голотурий обитает от литорали (от 38 до 69 экз.) до батинально-абиссального переходного горизонта – 2000 м (от 14 до 31 экз.), причем их количество плавно снижается с глубиной от 69 до 14 экз. Далее распределение голотурий по глубинам становится более не равномерным и количество обнаруженных видов не превышает 19 экз. (абиссаль) или 14 экз. (ультра-абиссаль, хадаль). Анализ видового богатства голотурий на глубинах от литорали до батинально-абиссального переходного горизонта позволил выделить в этом диапазоне 4 вертикальные зоны: 0–100 м (50–56 экз.), 100–600 м (22–38 экз.), 600–1000 м (18–20 экз.), 1000–1650 м (12–16 экз.). В Японском и Охотском морях и на побережье Юго-Западной Камчатки голотурии распространены от сублиторали до батинали, а в Беринговом море – от сублиторали до абиссали. В Курило-Камчатском желобе обитают глубоководные голотурии – абиссальные, абиссально-хадальные и хадальные виды. Из анализа вертикального распределения голотурий в дальневосточных морях отряды Dendrochirotida, Molpadiida, Synallactida и Synaptida представлены в основном сублиторальными и сублиторально-батинальными видами, а в отрядах Elaspodida, Holothuriida и Perciculida преобладают глубоководные виды.

Abstract. The article contains the data of the analysis of the vertical distribution of sea of Russia. The Far Eastern seas of Russia are inhabited by 113 species of holothurians belonging to seven orders, 21 families and 54 genera. They are distributed in the depth range from 0 (littoral) to 9582 m. Most species of Far Eastern cucumbers live from the littoral (from 38 to 69 specimens) to the bathyal-abyssal transitional horizon – 2000 m (from 14 to 31 specimens). Their number gradually decreases with depth from 69 to 14 specimens. Further, the distribution of sea cucumbers in depth becomes more irregular and the number of found species does not exceed 19 (abyssal) or 14 specimens (ultra-abyssal, hadal). Analysis of the species richness of holothurians at depths from littoral to bathyal-abyssal

transitional horizonz made possible to identify 4 vertical zones in this range: 0-100 m (50-56 specimens), 100-600 m (22-38 specimens), 600-1000 m (18-20 specimens), 1000-1650 m (12-16 specimens). In the Bering Sea, holothurians are distributed at all depths: from the sublittoral to the hadal zone. Wide distribution along the depths is also observed in Sea of Okhotsk (holothurians were not found in the bathyal-abyssal-hadal and abyssal-hadal zones). In the Sea of Japan and on the shelf of Southwestern Kamchatka, holothurians inhabit only in the sublittoral-bathyal and abyssal zones, while Kuril-Kamchatka trench is inhabited by deep-sea holothurians – bathyal-abyssal, abyssal-hadal and hadal species.

Ключевые слова: Holothuroidea; голотурии; дальневосточные моря России; батиметрическое распределение

Keywords: Holothuroidea; holothurians; Far-Eastern seas of Russia; vertical distribution.

Автор сердечно благодарны за полезные советы и идеи, ставшие основой этой работы А.В. Гебруку и А.Н. Миронову (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) и О.Н. Селивановой (Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН) за перевод аннотации на английский язык.

Материал и методика

Материалом для настоящей статьи послужили сборы в научно-промысловых рейсах ФГБНУ «КамчатНИРО» (1992–2015 гг.) и ФГБНУ «ТИНРО-Центр» (2008–2016 гг.); экспедиций КФ ТИГ ДВО РАН (1985–2017 гг.) и ТИБОХ ДВО РАН (2011–2017 гг.), а также коллекций ЗИН РАН (1907–1988 гг.), Института океанологии РАН (1950–1982 гг.), ТИБОХ ДВО РАН (1991–1993 гг.) и ИБМ ДВО РАН (1971–1988 гг.). Обследовано 884 станции из Берингова, Охотского и Японского морей, тихоокеанского побережья Курильских островов, юго-восточной Камчатки и Курило-Камчатского желоба.

Общепринятой во всех странах схемы вертикальных зон океана, к сожалению, пока не существует. В России используют схему, разработанную Институтом океанологии РАН. Для бентали различают зону заплеска и штормовых выбросов – супралитораль, приливо-отливную зону или литораль, зону материковой отмели, или шельфа – сублитораль, зону континентального склона – батигаль, зону океанического ложа – абиссаль, зону глубоководных океанических желобов – ультраабиссаль, или хададь). При проведении анализа распределения голотурий по

глубинам за основу принята упрощенная схема батиметрических зон океана [7]. Согласно этой схеме границы батиметрических зон для бентали распределяются следующим образом:

литоральная зона, литораль (до нуля глубин);

сублиторальная зона, сублитораль;

верхний горизонт (от нуля до 50–70 м),

нижний горизонт (от 50–70 до 150–200 м);

переходный горизонт кромки шельфа (от 150–200 до 350–400 м);

батиальная зона, батияль;

верхний горизонт (от 350 400 до 1000 1300 м),

нижний горизонт (от 1000 1300 до 2000 2500 м);

батиабиссальный переходный горизонт (от 2000 2500 до 3500 м);

абиссальная зона, абиссаль (от 3500 до 6000 м);

ультраабиссальная зона, ультраабиссаль, хададь (от 6000 до 11000 м).

Расчеты и построение графиков выполнены при помощи программы MS Excel 2003.

Результаты и их обсуждение

Анализ литературы и собственных данных показал, что в дальневосточных морях России обитает 113 видов голотурий, относящихся к семи отрядам, 21 семейству и 54 родам. Они обитают в диапазоне глубин от 0 (литораль) до 9582 м - *Molpadiodemus* sp. С Mironov et al., 2019a [16].

На рисунке 1 показано, что большинство видов дальневосточных голотурий обитает от литорали (от 38 до 69 видов) до батиально-абиссального переходного горизонта - 2000 м (от 14 до 31 видов), причем их количество плавно снижается с глубиной от 69 до 14 видов.

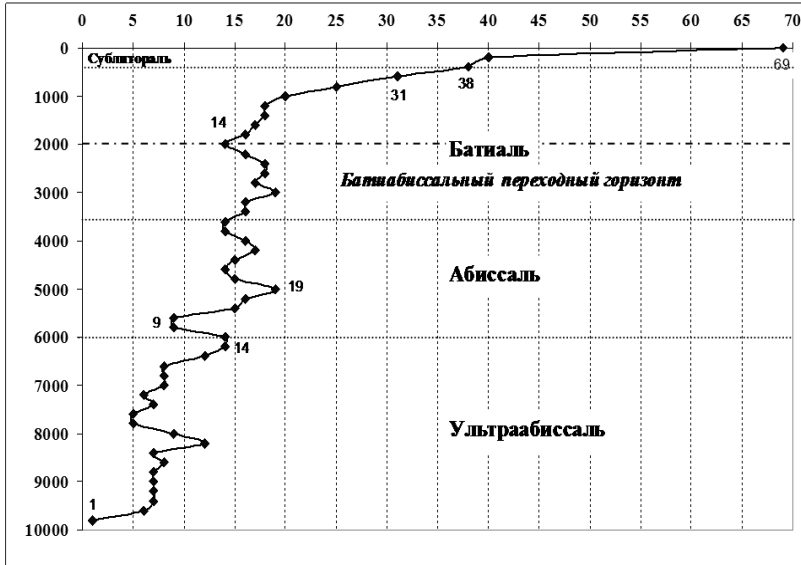


Рисунок 1. Вертикальное изменение видового богатства голотурий дальневосточных морей России. По оси абсцисс - число видов; по оси ординат - глубины, м

Далее распределение голотурий по глубинам становится более не равномерным и количество обнаруженных видов не превышает 19 (абиссаль) или 14 (хадаль). Это может быть связано с различными экологическими факторами в литорально-баттальной зоне (грунты, температура и т.д.) и в абиссальной и хадальной зонах, где преобладают илистые и илисто-песчаные грунты, непригодные, например, для большинства древовиднощупальцевых голотурий. Древовиднощупальцевые голотурии (отряд *Dendrochirotida*) нуждаются в жестких грунтах, чтобы закрепиться и с помощью расправленных щупалец собирать пищевой материал в толще воды – сестонофаги. Большинство же голотурий (детритофаги) проглатывают грунт с пищевыми компонентами (отряд *Synaptida*) или собирают пищу с поверхности грунта.

Возможна другая причина столь неравномерного распределения голотурий на больших глубинах – их малая изученность. Современные батискафы, глубоководные зонды и т.п. появились относительно недавно; а раньше морскую биоту изучали водолазным способом или с помощью орудий лова до 1000-2000 м.

Анализ видового богатства голотурий на глубинах от литорали до батинально-абиссального переходного горизонта позволил выделить в этом диапазоне 4 вертикальные зоны (рис. 2): 0-100 м (50-56 видов), 100-600 м (22-38 видов), 600-1000 м (18-20 видов), 1000-1650 м (12-16 видов).

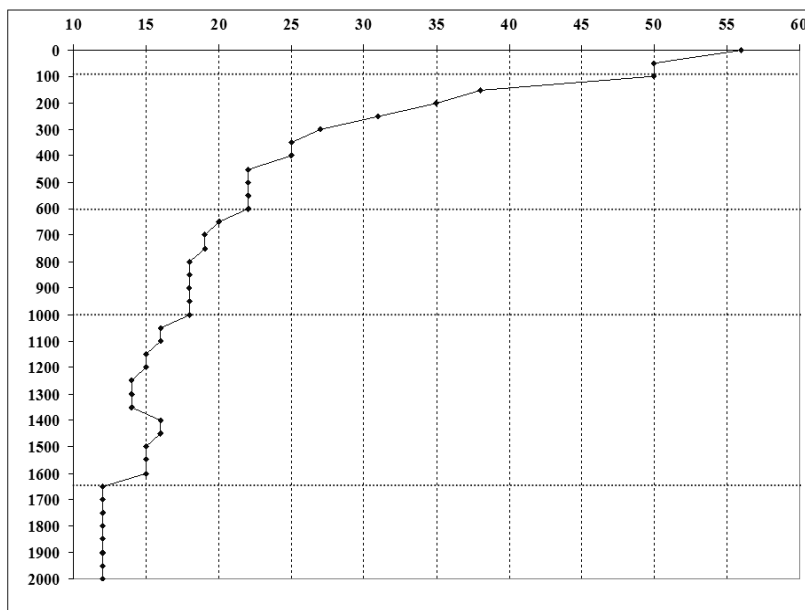


Рисунок 2. Вертикальное изменение видового богатства голотурий дальневосточных морей России в диапазоне глубин от 0 до 2000 м. По оси абсцисс - число видов; по оси ординат - глубины, м

В Японском и Охотском морях и на побережье Юго-Западной Камчатки голотурии распространены от sublittoral до bathyal, а в Беринговом море – от sublittoral до abyssal (рис. 3, таблица). В Курило-Камчатском желобе обитают глубоководные голотурии – абиссальные, абиссально-хадальные и хадальные виды.

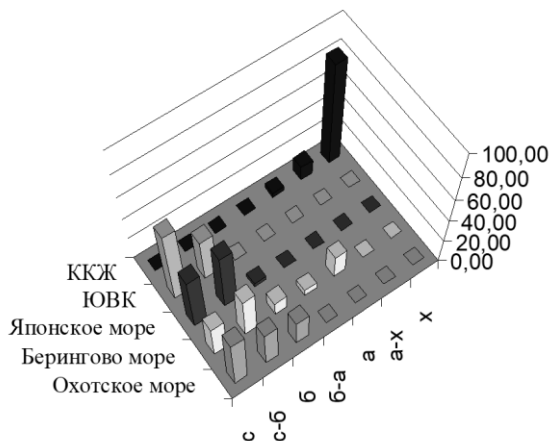


Рисунок 3. Батиметрическое распределение дальневосточных голотурий. По оси ординат - число видов в процентах от общего числа видов. Обозначения: ЮВК – юго-восточное побережье Камчатки, ККЖ – Курило-Камчатский желоб; С – сублиторальные, С-Б – сублиторально-батиальные, Б – батиальные, Б-А – батиально-абиссальные, А – абиссальные, А-Х – абиссально-хадалные, Х – хадалные виды

Таблица 1.

Батиметрическое распределение видов голотурий дальневосточных морях России (обозначения как на рисунке 3)

| | Охотское море | Берингово море | Японское море | ЮВК | ККЖ |
|------------|---------------|----------------|---------------|------|------|
| с | 45,7 | 28,6 | 46,9 | 62,5 | - |
| с-б | 32,1 | 35,7 | 50,0 | 37,5 | - |
| б | 22,2 | 11,9 | 3,1 | - | - |
| б-а | - | 4,8 | - | - | - |
| а | - | 19,0 | - | - | 4,0 |
| а-х | - | - | - | - | 12,0 |
| х | - | - | - | - | 84,0 |

Из рисунка 4 видно, что большинство голотурий обитает в сублиторальной (36,3%) и сублиторально-батиальной (24,8%) зонах – больше 60%. Батиальных видов всего 5,3%, а все остальные – достигают довольно больших глубин – абиссали и хадали.

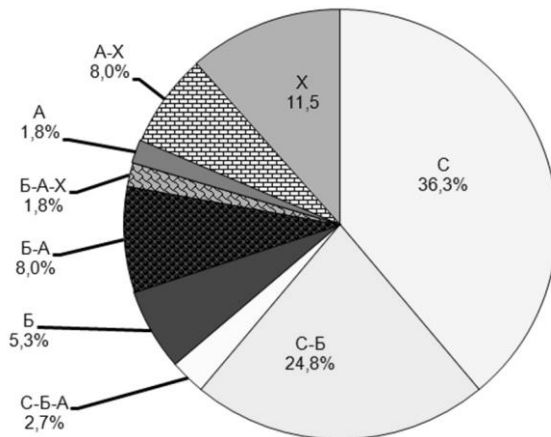


Рисунок 4. Процентное соотношение видов голотурий, входящих в фауну дальневосточных морей России, имеющих разное батиметрическое распределение. Обозначения здесь и на рис. 5, 7 и 9:

**С – сублиторальные, С-Б – сублиторально-батиальные,
С-Б-А – сублиторально-батиально-абиссальные,
Б – батиальные, Б-А – батиально-абиссальные,
Б-А-Х – батиально-абиссально-хадалные А - абиссальные,
А-Х – абиссально-хадалные, Х – хадалные**

Из анализа вертикального распределения голотурий в дальневосточных морях следует, что отряды Dendrochirotida, Molpadiida, Synallactida и Synaptida представлены в основном сублиторальными и сублиторально-батиальными видами, а в отрядах Elasipodida, Holothuriida и Persiculida преобладают глубоководные виды.

Отряд Synaptida представлен в основном сублиторальными – 36,4% (5 видов относятся к семейству Chiridotidae и 3 – к семейству Synaptidae) и сублиторально-батиальными – 27,3% (6 видов – по 3 вида в семействах Chiridotidae и Myriotrochidae) видами (рис. 5). Батиальные (Chiridotidae – 1 вид, Synaptidae – 2 вида) и абиссально-хадалные (Myriotrochidae – 3 вида) виды составляют по 13,6%. Два вида синапгид (9,1%) из семейства Myriotrochidae – хадалные.

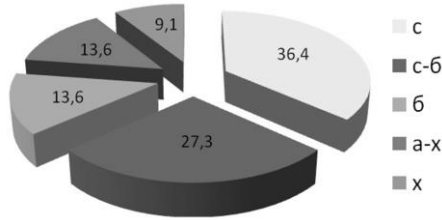


Рисунок 5. Процентное соотношение видов голотурий отряда Synartida дальневосточных морей России с различным батиметрическим распределением

В отряде Synartida самые глубоководные виды входят в семейство Myriotrochidae, только 3 вида семейства сублиторально-батиальные – *Myriotrochus mitsukurii* Ohshima, 1915 [20]; *M. rinkii* Steenstrup, 1851 [25] и *Prototrochus minutus* (Östergren, 1905) [22] (рис. 6). В семействах Chiridotidae и Synartidae виды сублиторальные сублиторально-батиальные, самые глубоководные из них *Rynkatorpa duodactyla* (H.L. Clark, 1907) [12] и *Labidoplax* sp. Mironov et al., 2019b [18] (сем. Synaptidae).

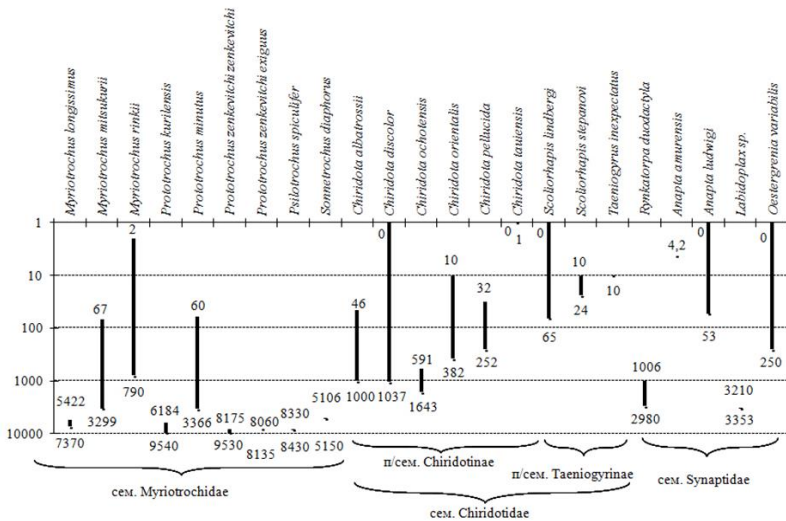


Рисунок 6. Батиметрическое распределение голотурий отряда Synartida дальневосточных морей России. По оси абсцисс – виды, по оси ординат – глубина обитания, м (шкала логарифмическая)

В отряде *Elasipodida* преобладают батимально-абиссальные виды (сем. *Elpidiidae* – 4 вида, сем. *Psychropotidae* – 2 вида) – 30% (рис. 7). Абиссально-хадальные (сем. *Elpidiidae* – 3 вида, сем. *Psychropotidae* – 1 вид) и хадальные (сем. *Elpidiidae* – 4 вида) виды составляют по 20%. 10% видов в отряде батимально-абиссально-хадальные (сем. *Elpidiidae* – 1 вид, сем. *Psychropotidae* – 1 вид). По одному виду (по 5%) – сублиторально-батимальные (сем. *Laetmogonidae*) и абиссальные (сем. *Elpidiidae*).

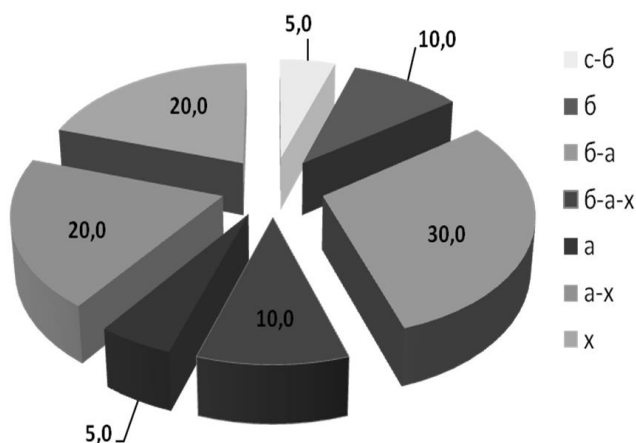


Рисунок 7. Процентное соотношение видов голотурий отряда *Elasipodida* дальневосточных морей России с различным батиметрическим распределением

Представители отряда *Elasipodida* в основном обитают на больших глубинах (рис. 8). К сублиторально-батимальным видам относится *Pannychia moseleyi* Théel, 1882 [27], к батимальным виды *Peniagone dubia* (Djakonov et Saveljeva in Djakonov, Baranova et Saveljeva, 1958 [6]) и *Scotoplanes theeli* Ohshima, 1915 [20], остальные виды распространены до абиссали и хадали. К самым глубоководным (хадальным) видам относятся: *Elpidia birsteini* Belyaev, 1971 [3], *E. hanseni hanseni* Belyaev, 1971 [3], *E. kurilensis* Gebruk, 1983 [4] и *E. longicirrata* Belyaev, 1971 [3].

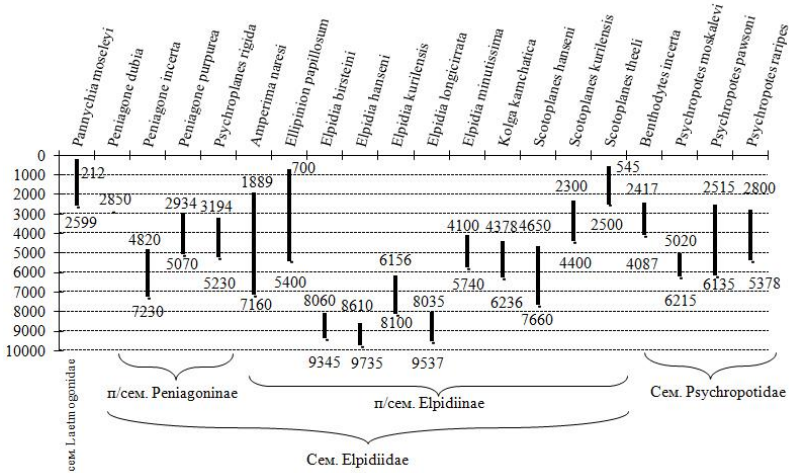


Рисунок 8. Батиметрическое распределение голотурий отряда *Elasipodida* дальневосточных морей России. По оси абсцисс – виды, по оси ординат – глубина обитания, м

Отряд *Dendrochirotida* представлен в основном сублиторальными (*Sclerodactylidae* – 3, *Thyonidae* – 3, *Cucumariidae* – 25, *Psolidae* – 4, *Thyonidiidae* – 3) и сублиторально-батиальными (*Thyonidae* – 1, *Cucumariidae* – 1, *Psolidae* – 4, *Thyonidiidae* – 1) видами – 93,8% (рис. 9).

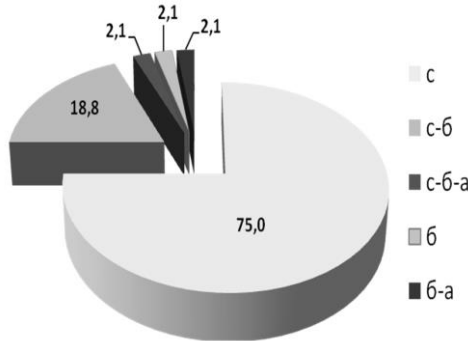


Рисунок 9. Процентное соотношение видов голотурий отряда *Dendrochirotida* дальневосточных морей России с различным батиметрическим распределением

В отряде Dendrochirotida все представители семейства Sclerodactylidae – сублиторальные виды; в семействе Thyonidae один вид сублиторальный (*Allothyone longicauda* Östergren, 1898 [21]), а остальные сублиторально-батиальные; в семействе Psolidae преимущественно сублиторально-батиальные виды и только один (*Psolidium djakonovi* Baranova, 1977 [2]) батиальный; семейство Ypsilothuriidae представлено одним сублиторально-батиально-абиссальным видом - *Ypsilothuria bitentaculata* (Ludwig, 1893 [14]); в семействе Thyonidiidae один вид (*Ekmania barthii* (Troschel, 1846) [29]) сублиторально-батиальный, - остальные сублиторальные (рис. 10).

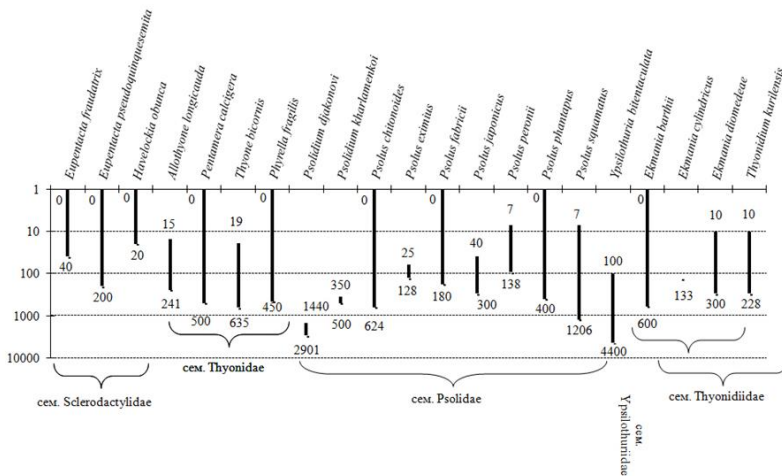


Рисунок 10. Батиметрическое распределение голотурий семейств Sclerodactylidae, Thyonidae, Psolidae, Ypsilothuriidae и Thyonidiidae (отряд Dendrochirotida) дальневосточных морей России. По оси абсцисс – виды, по оси ординат – глубина обитания, м (шкала логарифмическая)

Почти все виды семейства Cucumariidae (отряд Dendrochirotida) сублиторальные (рис. 11), за исключением сублиторально-батиально-абиссального – *Staurosicumis abyssorum* (Théel, 1886) [28] (п/сем. Cucumariinae) и сублиторально-батиального – *Ocnus glacialis* (Ljungman, 1879) [13] (п/сем. Colochirinae).

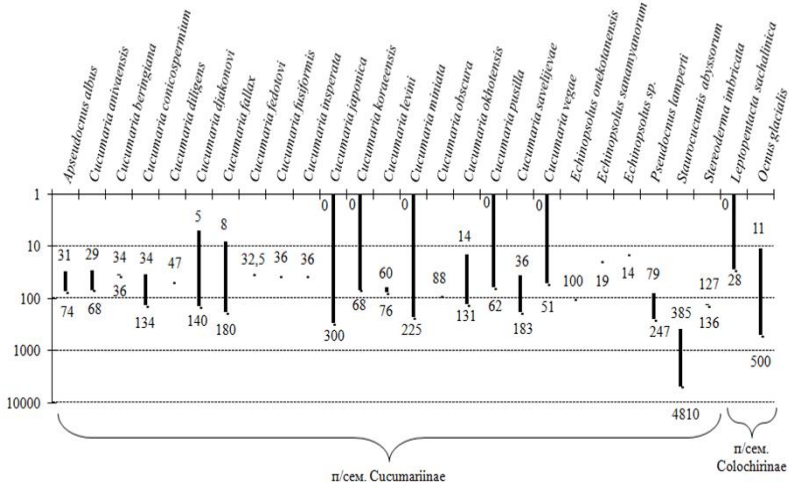


Рисунок 11. Батиметрическое распределение голотурий семейства Cucumariidae (отряд Dendrochirotida) дальневосточных морей России. По оси абсцисс – виды, по оси ординат – глубина обитания, м (шкала логарифмическая)

Отряд Holothuriida дальневосточных морей России включает два вида семейства Mesothuriidae: батияльно-абиссальный – *Zygothuria thomsoni* (Théel, 1886) [28] и хадалный – *Mesothuria* sp. A. Mironov et al., 2019a [16].

Отряд Synallactida дальневосточных морей России включает: один сублиторальный вид *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) [24] (сем. Stichopodidae), глубина обитания 0–150 м; один батияльный – *Paelopatides solea* (Baranova, 1955) [1] (сем. Synallactidae), глубина обитания 2220–2416 м; и три сублиторально-батияльных (сем. Synallactidae): *Bathyploetes moseleyi* (Théel, 1886) [289] – 50–1730 м, *Synallactes chuni* Augustin, 1908 [11] – 75–653 м и *Synallactes nozawai* Mitsukuri, 1912 [19] – 56–1600 м.

Отряд Pseudostichopodidae дальневосточных морей России включает: один сублиторально-батияльный – *Pseudostichopus mollis* Théel, 1886 [28] (сем. Pseudostichopodidae) – глубина обитания 91–1600 м; один сублиторально-батияльно-абиссальный – *Pseudostichopus papillatus* (Djakonov, 1952) [5] (сем. Pseudostichopodidae), глубина обитания 182–4200 м; один абиссальный – *Pseudostichopus profundus* Djakonov, 1952) [5]

(сем. Pseudostichopodidae), глубина обитания 4100–4200 м; один абиссально-хадальный *Gephyrothuria* sp. Mironov et al., 2019a (сем. Gephyrothuriidae), глубина обитания 5102–6221 м; и четыре хадальных: *Nadalothuria* sp. Mironov et al., 2019a [16] (сем. Gephyrothuriidae) – 6183–8199 м и три вида семейства Molpadiodemidae – *Molpadiodemias* sp. A Mironov et al., 2019a [16] (8191–8199 м), *Molpadiodemias* sp. B Mironov et al., 2019a [16] (6183–6221 м) и *Molpadiodemias* sp. C Mironov et al., 2019a [16] (8404–9582 м).

Отряд Molpadiida дальневосточных морей России включает: 4 сублиторально-батиальных, один сублиторально-батиально-абиссальный, один батиально-абиссальный и два хадальных вида (рис. 12).

В 2014 году нами были приведены сведения о распространении и экологии 2 видов голотурий рода *Molpadia* с шельфа Камчатки и Курильских островов: *Molpadia orientalis* (Saveljeva, 1933) comb. nov. (= *Trochostoma orientale*, Saveljeva, 1933) [8] и *M. roretzi* (von Marenzeller, 1877) [15]. В 2015 году нами приведен список видового состава бочонковидных голотурий отряда Molpadiida дальневосточных морей России, включающий представителей трех семейств данного отряда: Molpadiidae (*Molpadia musculus*, *M. orientalis* и *M. roretzi*), Caudinidae (*Paracaudina chilensis*) и Eupyrgidae (*Eupyrgus pacificus*) [10]. В 2016 году нами приведен факт обнаружения вида *Cherbonniera utriculus* впервые в российских морях (найден в Беринговом море (63°45' с.ш., 176°10' в.д.) на глубине 3850–3900 м) [26]. Позже вид был обнаружен нашими коллегами в Охотском море на глубинах 3210–3366 м (Mironov et al., 2019) [18]. В 2017 году мы привели новые данные о распространении *Molpadia musculus* Risso, 1826 [23] в российских водах, ранее данные о находке *M. musculus* близ южного побережья Сахалина приводил только Ошима (Ohshima, 1915) [20], тогда как российскими исследователями этот факт не был подтвержден.

До 2019 года в российских водах было известно 6 видов из отряда Molpadida, но в этом году наши коллеги обнаружили еще двух в Курило-Камчатском желобе: *Molpadia* cf. *granulata* Mironov et al., 2019a и *Molpadia* sp. A Mironov et al., 2019a [16].

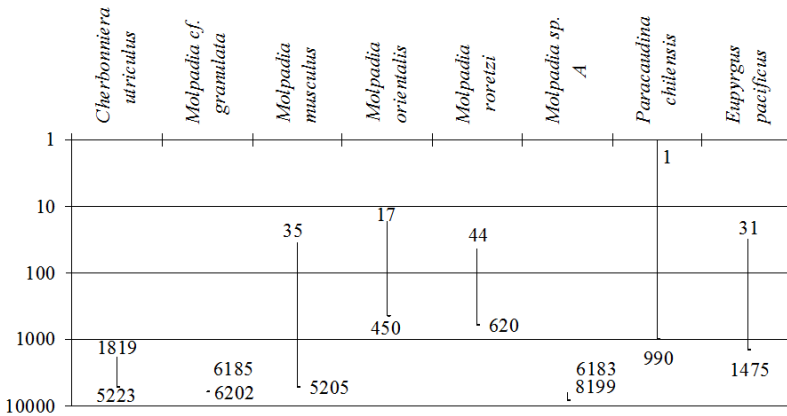


Рисунок 12. Батиметрическое распределение голотурий отряда Molpadiida дальневосточных морей России. По оси абсцисс – виды, по оси ординат – глубина обитания, м (шкала логарифмическая)

Таким образом, как следует из анализа вертикального распределения голотурий в дальневосточных морях отряды Dendrochirotida, Molpadiida, Synallactida и Synartida представлены в основном сублиторальными и сублиторально-батиальными видами, а в отрядах Elaspodida, Holothuriida и Persiculida преобладают глубоководные виды.

Список литературы:

1. Баранова З.И. Новые виды и подвиды иглокожих (Echinodermata) из Берингова моря // Труды Зоологического института АН СССР. – 1955. – Т. 18. – С. 334–342.
2. Баранова З.И. Новая голотурия рода *Psolidium* из Берингова моря // Исследования фауны морей. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 21(29). – С. 109–113.
3. Беляев Г.М. Глубоководные голотурии рода *Elpidia* // Труды института океанологии АН СССР. – 1971. – Т. 92. С. – 326–367.
4. Гебрук А.В. Глубоководные голотурии рода *Scotoplanes* (Elasipoda, Elpidiidae) // Зоологический журнал –1983. – Т. 62, вып. 9. – С. 1359–1370.
5. Дьяконов А.М. Иголкожие абиссальных глубин прикамчатских вод // Исследования дальневосточных морей СССР. 1952. Вып. 3. С. 116–130.
6. Дьяконов А.М., Баранова З.И., Савельева Т.С. Заметка о голотуриях (Holothurioidae) района южного Сахалина и южных Курильских островов // Исследования дальневосточных морей СССР. – 1958. – Вып. 5. – С. 358–380.

7. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография: Учебное пособие. - М.: Наука, 2000. – 176 с.
8. Савельева Т.С. К фауне голотурий Японского и Охотского морей // Исследование морей СССР. – Л.: Типография Государственного Гидрологического института. – 1933. – Вып. 19. – С. 37–58.
9. Степанов В.Г., Морозов Т.Б. Голотурии рода *Molpadia* Risso, 1826 (*Molpadiida*: *Molpadiidae*) шельфа Камчатки и Курильских островов // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 2. – С. 100–107.
10. Степанов В.Г., Панина Е.Г. Видовой состав голотурий дальневосточных морей России, III: отряд *Molpadiida* Haeckel, 1896 (Echinodermata: *Holothuroidea*) // Вестник КамчатГТУ. – 2015, № 32. – С. 58–69.
11. Augustin E. Über Japanische Seewalzen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwurde der hohen philosophischen Fakultät der Universität Leipzig. – München: Druck der Akademischen Buchdruckerei von F. Straub, 1908. – 48 p.
12. Clark H.L. The Apodous Holothurians: A monograph of the Synaptidae and *Molpadiidae*, including a Report on the representatives of these families in the Collections of the United National Museum // Smithsonian Contributions Knowledge. – 1907. – Vol. 35. – 231 p.
13. Ljungman A.V. Forteckning ofver Spetsbergens Holothurider // Ofven. K. svenska Vetensk Akad. Handl. – 1879. –Vol. 21. –P. 107–131.
14. Ludwig H. Vorläufiger Bericht über die auf den Tiefsee-Fahrten des “Albatross” (Frühling 1891) im östlichen Stillen Ocean erbeuteten Holothurien // Zoologischer Anzeiger. – 1893. –Vol. 16. –P. 177–186.
15. Marenzeller E. Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der österr.-ungar // Nordpol-Exped. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. – 1877. – Vol. 35. – P. 29–32.
16. Mironov A.N., Dilman A.B., Gebruk A.V., Kremenetskaia A.V., Minin K.V., Smirnov I.S. 2019a. Echinoderms of the Kuril-Kamchatka Trench. Prog. Oceanogr. 179, 102217. <https://doi.org/10.1016/j.pcean.2019.102217>.
17. Mironov A.N., Minin K.V., Kremenetskaia A.V. Two new genera of the family Myriotrochidae (Echinodermata, Holothuroidea) // Prog. Oceanogr. – 2019 c. - 178, 102195. <https://doi.org/10.1016/j.pcean.2019.102195>.
18. Mironov A.N., Minin K.V., Dilman A.B., Smirnov I.S. Deep-sea echinoderms of the Sea of Okhotsk // Deep-Sea Research Part II. –2019b. –Vol. 154. – P. 342-357.
19. Mitsukuri K. Studies on the actinopodous Holothuroidea. –Tokyo: J.Coll. Sci. Imper. Univ. –1912. Vol. 29, part 2. –284 p.
20. Ohshima H. Report on the Holothurians collected by the United States fisheries Steamer “Albatross” in the Northwestern Pacific during the summer of 1906 // Proceed. U.S. Nat. Mus. - 1915. - Vol. 48, no. 2073. - P. 213–291.
21. Östergren H. Zur Anatomie der Dendrochiroten, nebst Beschreibungen neuer Arten // Zoologischer Anzeiger. -1898. - Vol. 21. P. 102–110, 133–136.

22. Östergren H. Zwei Koreanische Holothurien // Paris. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale (4) Notes et Revue. - 1905. - Vol. 3, no. 8. - P. 192–199.
23. Risso A. Histoire Naturelle des principales productions de l'Europe meridionale et particulièrement des celles des environs de Nice et des Alpes maritimes. - Paris: F.-G. Levrault, 1826. - Vol.5. - P. 289–293.
24. Selenka E. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien // Zeitschrift Wissenschaftliche Zoologie. - 1867. - Vol. 17. - P. 291–374.
25. Steenstrup J. *Myriotrochus rinkii* // Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening, Kjobenhavn. -1851. - P. 55–60.
26. Stepanov V.G., Panina E.G. *Zygothuria thomsoni* (Théel, 1886) and *Cherbonniera utriculus* Sibuet, 1974 a new holothurians from the Russian seas // VI международная научно-практическая конференция «Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук». Praha. - 2016. - P. 65-70.
27. Théel H. Report on the Holothurioidea dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. Part I. // Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger during the Years 1873–1876 under the Command of Captain George S. Nares and Captain Frank Tourle Thomson. Zoology / Thomson, C.W. and Murray J. (eds.). - London, Edinburgh, Dublin: Neill and Co, 1882. - Vol. 4, iss. 13. - P. 140–172.
28. Théel H. Report on the Holothurioidea dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. Part II. // Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger during the Years 1873–1876 under the Command of Captain George S. Nares and Captain Frank Tourle Thomson. Zoology / Thomson, C.W. & Murray J. (eds.). - London, Edinburgh, Dublin: Neill and Co, 1886. - Vol. 14, iss. 34. - 290 p.
29. Troschel F. Neue Holothurien Gattungen // Archiv Naturgeschichte. - 1846. - Vol. 12, iss. 1. - P. 60–66.

МЕДИЦИНА И ФАРМАЦЕВТИКА

РАЗДЕЛ 2.

ХИМИЯ

2.1 НЕФТЕХИМИЯ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Мустафаева Рена Эльдар кызы

канд. хим. наук, доц. кафедры

Нефтехимическая технология и промышленная экология,

Государственный Университет Нефти и Химии,

Азербайджан, г. Баку

PHYSICOCHEMICAL METHODS FOR THE STUDY OF POLYMER COMPOSITES

Rena Mustafaeva

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

of the Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology,

Azerbaijan State Oil and Industrial University,

Azerbaijan, Baku

Аннотация. Проведена механохимическая модификация бутадиен-стирольного каучука (БСК) в условиях традиционной переработки эластомеров. С применением различных физико-химических методов анализа – ИК, ЯМР спектроскопия, ДТА, установлен факт химического взаимодействия каучука с олигоэпихлоргидрином посредством –Cl, –ОН, эфирных групп олигоэпихлоргидрина и двойной связи бутадиенового звена эластомера с образованием новой надмолекулярной структуры в эластомер-олигомерной системе.

Abstract. The mechanochemical modification of butadiene styrene rubber (BSC) under conditions of traditional elastomer processing was carried out. Various physical and chemical methods of analysis were used – IR spectroscopy, NMR spectroscopy, differential thermal analysis. The fact of chemical interaction of rubber with oligoepichlorohydrin by means of -Cl, -ON, ester groups of oligoepichlorohydrin and double bond of butadiene link of elastomer with formation of new supramolecular structure in elastomer-oligomer system was established.

Ключевые слова: бутадиен-стирольный каучук; механохимическая модификация; олигоэпихлоргидрин.

Keywords: butadiene-styrol rubber; mechanochemical modification; oligoepichlorohydrin.

Одним из наиболее перспективных, доступных и распространенных способов получения композиционных материалов на основе промышленных крупнотоннажных полимеров является их модификация различными мономерами, олигомерами и полимерами, содержащими реакционно-способные функциональные группы, способные к различным химическим превращениям и предающим полимерам специальные свойства [1-3].

Бутадиен-стирольные каучуки (БСК) имеют низкую адгезию, химическую стойкость и плохую совместимость со многими каучуками. С целью ликвидации вышеуказанных недостатков осуществлена механохимическая модификация БСК олигоэпихлоргидрином (ОЭХГ). Практичность, доступность и простота этого способа модификации полимеров даёт возможность получения на их основе композиционных материалов с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками, в широком диапазоне варьировать свойства полимерной смеси и тем самым расширить области применения индивидуальных промышленных полимеров [4].

Для экспериментов использован промышленный БСК марки СКС-30 АРКМ-15 (Гост 11138-78, вязкость по Муни при 100⁰С -75, ММ -2.0×10⁵). Для модификации БСК подвергался экстракции ацетоном на приборе Сокслета при 50 ÷ 60⁰С в течение 24ч. для удаления масла (БСК-СКС-30АРК после экстракции: ρ , кг/м³-9310; n_d^{20} =1.530).

Для механохимической модификации БСК были использованы олигомеры ЭХГ с различной вязкостью и содержанием различного количества хлора.

Механохимическую модификацию БСК олигоэпихлоргидрином проводили в две стадии: смешением на вальцах при 50 ÷ 60⁰С в течение 25-30 мин. и термовоздействии при 130⁰С в течении 10 ÷ 45 мин.

в лабораторном экструдере. Экструдаты экстрагировали бензолом для определения количества связанного каучука.

С целью уточнения структуры продуктов механохимической модификации БСК проведены ИК- и ЯМР- спектральные исследования механохимической смеси БСК с олигоэпихлоргидрином.

На ИК спектре наблюдаются полосы поглощения, принадлежащие олигоэпихлоргидрину (рис. 1): 740, 830 плечо, 1120-1170 широкая область, 1640/1660 см^{-1} , усиливается поглощение в области 3200-3400 см^{-1} . Сравнение этих полос показывает полное соответствие относительных интенсивностей полос, что указывает на механохимическую модификацию БСК олигоэпихлоргидрином.

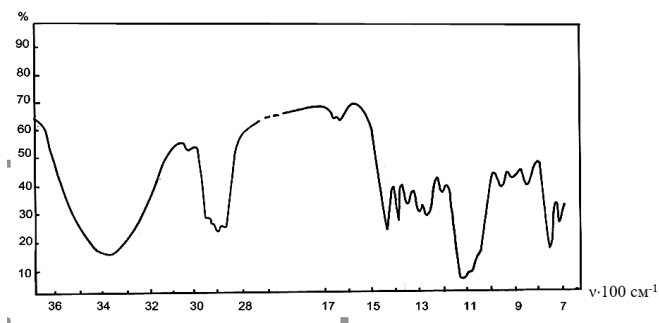


Рисунок 1. ИК-спектр олигоэпихлоргидрина

На рисунке 2. Представлен спектр механохимической смеси БСК с олигоэпихлоргидрином.

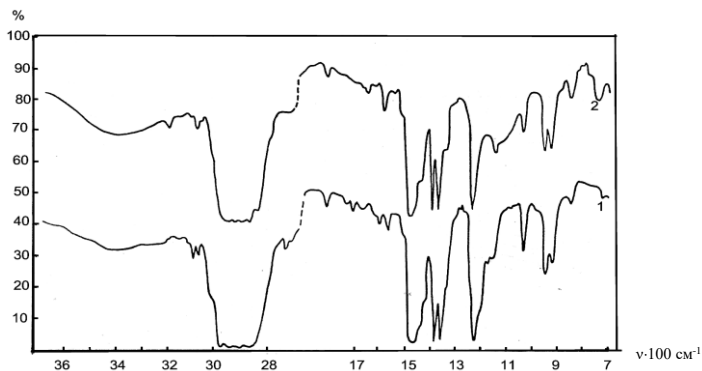


Рисунок 2. ИК-спектры исходного БСК(1) и механохимической смеси БСК с олигоэпихлоргидрином (2)

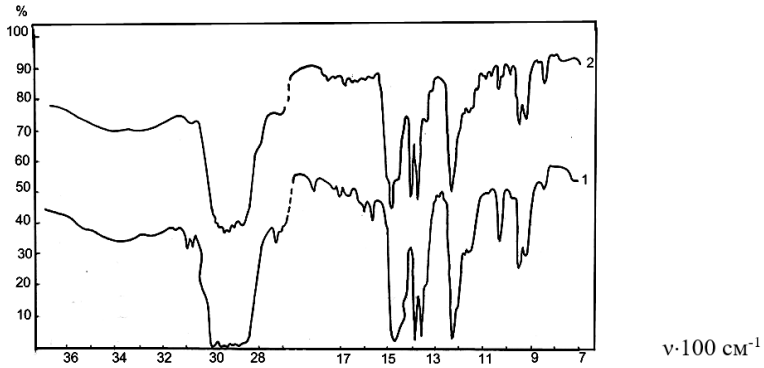


Рисунок 3. ИК-спектры исходного БСК (1) и механохимической смеси БСК с олигоэтихлоргидрином после ацетоновой экстракции (2)

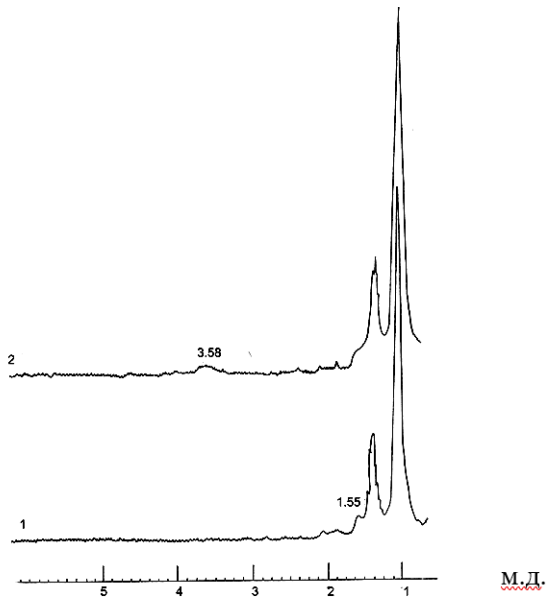


Рисунок 4. ЯМР – спектры исходного БСК (1) и модифицированного БСК (2)

На рис.4 представлены ЯМР-спектры механохимически модифицированного БСК, где видны сильные сигналы протонов – 1,05 м.д., принадлежащих метильным звеньям, 1,38 м.д. – метиленовым звеньям, σ 1,55 м.д. CH_3C . Одновременно появились сигналы протонов изопреновых звеньев в области σ 2,20÷1,55 м.д. Широкий слабый мультиплет в области σ 3,4÷4,0 м.д. соответствует триpletу 3,67/3,65/3,57 олигоэпихлоргидрина. Соотношение площадей сигналов σ 3,58 м.д. и σ 1,05 м.д. отвечает небольшой доле олигоэпихлоргидрина в данной смеси.

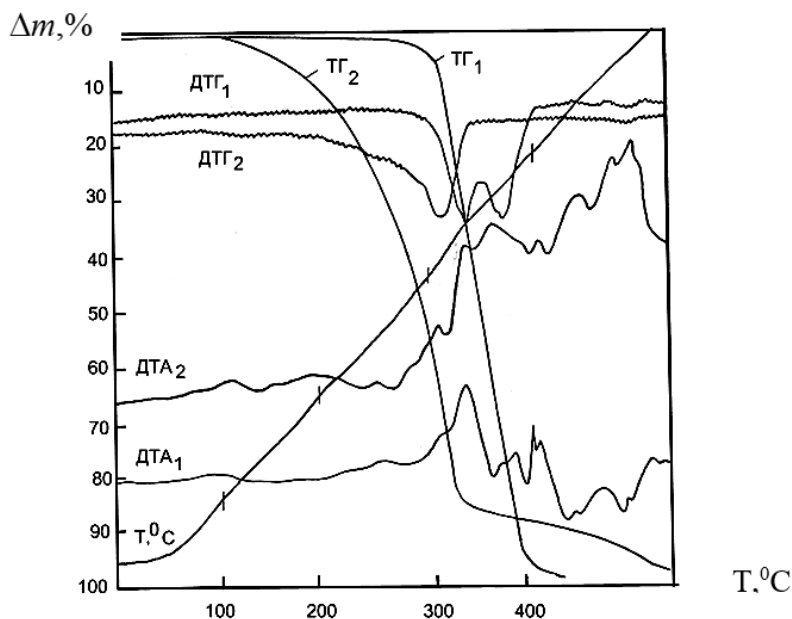


Рисунок 5. Кривые дифференциально-термического анализа при термоокислительной деструкции модифицированного олигоэпихлоргидрином БСК (1) и исходного БСК (2)

Методом ДТА исследовались образцы на основе БСК и модифицированного олигоэпихлоргидрином БСК. Как видно из дериватограммы БСКМ (рис.5), температура начала деструкции (Δm , 1% масс.) – 260÷262 $^\circ\text{C}$, а температура полураспада – 353 $^\circ\text{C}$. На ДТГ кривой зафиксировано два участка потери массы с максимумами при температурах 350 и 387 $^\circ\text{C}$.

Деструкцию БСК предвосхищает процесс окисления. Интересен тот факт, что из двух дериватогамм БСКМ наиболее показательна вторая, то есть дериватограмма БСКМ после ацетоновой экстракции (рис. 6).

На дериватограмме экстрагированного ацетоном модифицированного БСК видны следующие изменения: температурный максимум на ДТГ – кривой характеризуют как олигоэпихлоргидрин (322⁰С), так и БСК (360⁰С). Однако из-за присутствия олигомера максимум на кривой ДТГ сместился с 371⁰С до 360⁰С. Образцы после экстракции ацетоном более термостабильны: температура начальной деструкции – $t_{пл}$ -300⁰С, несмотря на то, что температура полураспада – 345⁰С.

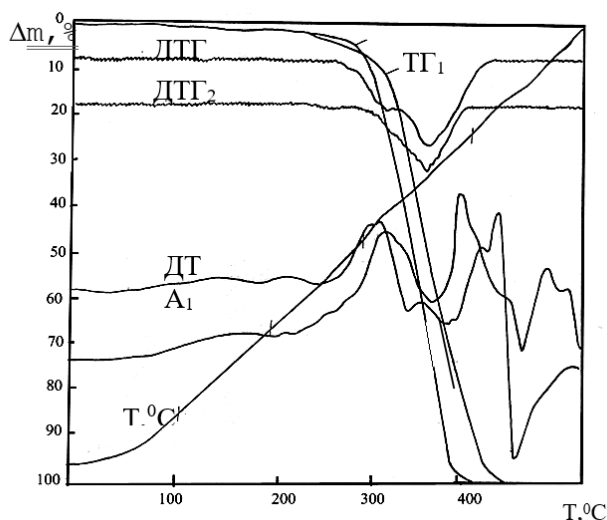


Рисунок 6. Кривые дифференциально-термического анализа при термоокислительной деструкции модифицированного олигоэпихлоргидрином БСК после ацетоновой экстракции (1) и исходного БСК (2)

Содержание в макромолекуле модифицированного БСК такой активной группы, как хлор, в основной цепи и на конце макромолекулы улучшает ряд свойств исходного бутадиен-стирольного каучука, что, безусловно, должно сказаться на расширении традиционных областей его применения.

Список литературы:

1. Федке М. Химические реакции полимеров. – М. : 1989, 210 с.
2. Онищенко З. В. Модификация эластомеров соединениями с эпоксидными, гидроксильными и аминогруппами. Тем. обзор. – М. : ЦНИИнефтехим, 1984. – 72 с.
3. Донцов А. А., Канаузова А. А., Литвинова Т. В. Каучук-олигомерные композиции в производстве резиновых изделий. – М. : Химия, 1986. – 216 с.
4. Барамбойм Н. К. Механохимия высокомолекулярных соединений. Изд. 3-е перераб. и доп. – М. : Химия, 1978. – 384 с.

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ**

*Сборник статей по материалам XLV международной
научно-практической конференции*

№ 8(45)
Октябрь 2021 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 28.10.21. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,75. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: med@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru