



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
The Far Eastern State Technical Fisheries University

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

**Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 35**

Том

**35**

Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, 526

Телефон/факс: (4232)44-11-76

e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)

сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

**2015**

**Редакционная коллегия:**

*Главный редактор* – Г.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ректор

*Научный редактор* – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
В.В. Плотников, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Н.Г. Ключкова, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ»;  
Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);  
Е.В. Осипов, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
С.В. Лисиенко, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
О.Н. Кручинин, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «Тинро-Центр»;  
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;  
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;  
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор, зав. отделом безопасности гидробионтов ФГУП «Тинро-Центр»;  
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Мурманский ГТУ»;  
И.Н. Ким, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
В.И. Погонец, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУПБ»;  
Ю.А. Фатыхов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Калининградский ГТУ»

*Технический секретарь* – Е.В. Денисова, заместитель начальника научного управления

*Ответственный секретарь* – Т.В. Ломакина, начальник редакционно-издательского отдела

---

---

# ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 591.69

**Т.Е. Буторина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПАЗАРИТОВ ГИДРОБИОНТОВ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ (СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*В бухте Северной отмечено 83 вида паразитов рыб и беспозвоночных. Наибольшее видовое разнообразие характерно для миксоспоридий (18 видов), трематод (15), паразитических ракообразных (11) и нематод (10). Полихеты, брюхоногие моллюски и ракообразные (декаподы, амфиподы и copeподы) играют ключевую роль в жизненных циклах паразитов рыб в бухте Северной в качестве основных первых и вторых промежуточных хозяев.*

**Ключевые слова:** паразитические организмы, бухта Северная, Японское море.

**T.E. Boutorina**

## **TAXONOMIC REVIEW OF THE PARASITIC ORGANISMS IN THE SEVERNAYA BAY (SLAVYANSKYI BAY, THE SEA OF JAPAN)**

*In the Severnaya bay registered 83 species of fish and invertebrates parasites. The greatest specific variety is characterized by myxosporean (18 species), trematodes (15), parasitic crustacea (11) and nematodes (10). Polychaetes, gastropods and crustacea (decapods, amphipods and copepods) play principal role in life cycles of fish parasites as their main first and second hosts.*

**Key words:** parasitic organisms, Severnaya bay, Sea of Japan.

### **Введение**

Паразиты входят в состав большинства природных экосистем, они циркулируют по пищевым цепям, в их жизненные циклы включены как беспозвоночные (моллюски, ракообразные, черви и др.), так и позвоночные животные (рыбы, птицы, млекопитающие) в качестве промежуточных, окончательных и резервуарных хозяев. Паразиты играют важную роль в сообществах: они регулируют численность популяций гидробионтов, вызывают гибель наиболее слабых и усиливают защитные силы более стойких особей, влияют на состав и структуру сообществ. Паразиты могут вызывать опасные болезни гидробионтов [1, 2] или портить их товарный вид [3].

Состав гидробионтов бухты Северной изучен недостаточно, опубликованы лишь отдельные работы, посвященные конкретным группам [4, 5], в том числе паразитам рыб [6].

### **Материал и методика**

Материалом для исследования послужили сборы паразитов от рыб и беспозвоночных бухты Северной в 1997–1999 гг. и 2009–2012 гг. и результаты обследования беспозвоночных из коллекции кафедры «Экология и природопользование». Обследовано 232 экз. рыб 17 семейств 9 отрядов и 119 экз. беспозвоночных 14 семейств 7 отрядов. В работе использованы общепринятые методы сбора и обработки материала [7, 8].

**ЦАРСТВО PROTISTA НАЕСКЕЛ, 1866 – ПРОСТЕЙШИЕ  
ТИП APICOMPLEXA LEVINE, 1970 (SPOROZOA LEUCKART, 1872,  
emend. Krylov, Dobrovolsky, 1980)  
Класс COCCIDEA Leuckart, 1879**

**Отряд COCCIDIIDA Leuckart, 1879 (Labbe, 1889, emend. Krylov, 1980)  
Семейство EIMERIIDAE Minchin, 1903**

Развитие эймериид происходит в рыбах без участия беспозвоночных. В жизненном цикле кокцидий происходит правильное чередование бесполого и полового размножения.

***Eimeria evaginata* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandtii* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** стенка кишечника.

Паразит описан из рыб семейств Scorpaenidae и Cottidae [9].

**ТИП MYXOZOA GRASSE, 1970**

**Класс Myxosporrea Butschli, 1881, emend. Podlipaev, 1980**

**Отряд Bivalvulida Schulman, 1959**

**Семейство Myxidiidae Thelohan, 1892**

Жизненный цикл миксоспорицидий включает 2 хозяев: кольчатых червей и рыб; в червях формируются актиноспоры, которые выходят в воду, заражение рыб происходит путем внедрения спороплазм из зрелых актиноспор, дальнейшее развитие происходит в рыбах, в различных органах которых образуются микоспоры [10, 11].

***Myxidium japonicum* Dogiel, 1948**

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1890), *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787), *Myoxocephalus brandtii* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tylesius, 1811.

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит керчаковых и камбаловых рыб [12, 13].

***Myxidium oshoroense* Fujita, 1923**

**Хозяин:** *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787).

**Локализация:** внутренние органы.

Паразит камбаловых рыб [13].

***Myxidium tzudae* Fujita, 1923**

**Хозяин:** *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880.

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит отмечен у морских ершей [12, 13].

***Myxidium* sp.**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** мочевого пузырь.

**Семейство Sphaeromyxidae Lom, Noble, 1984**

***Sphaeromyxa cottidarum* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Myoxocephalus stelleri* Tylesius, 1811.

**Локализация:** желчный пузырь.

Характерный паразит керчаковых рыб [9].

***Sphaeromyxa elegini* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Eleginus gracilis* (Tylesius, 1810).

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит наваги [9, 13].

***Sphaeromyxa hexagrammi* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит отмечен у терпуговых рыб [9, 13].

**Семейство Ceratomyxidae Doflein, 1899*****Ceratomyxa opisthocentri* Dogiel, 1948**

**Хозяева:** *Opisthocentrus ocellatus* (Tylesius, 1811), *Pholidapus dybowskii* (Steindachner, 1880).

**Локализация:** желчный пузырь.

Вид описан из опистоцентра [9].

***Ceratomyxa platichthys* (Fujita, 1923)**

Син.: *Leptotheca platichthys*: Fujita, 1923.

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1890), *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787).

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит камбаловых рыб [13].

***Ceratomyxa porrecta* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит керчаковых рыб [9, 13].

***Ceratomyxa spectabilis* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** желчный пузырь.

Паразит керчаковых и лисичковых рыб [9].

**Семейство Parvicapsulidae Schulman, 1953*****Parvicapsula unicornis* Kabata, 1962**

**Хозяин:** *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787).

**Локализация:** мочевого пузыря.

Паразит камбаловых рыб [13].

**Семейство Sphaerosporidae Davis, 1917*****Chloromyxum pholidapi* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** мочевого пузыря.

Вид описан из *Pholidapus dybowskii* [9].

**Семейство Muxosomatidae Poche, 1913*****Muxosoma acutum* (Fujita, 1912)**

**Хозяин:** *Lisa haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** поверхность тела, чешуя, плавники.

**Семейство Muxobolidae Thelohan, 1892*****Muxobolus achmerovi* Schulman, 1966**

**Хозяин:** *Lisa haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** жабры.

Паразит карповых рыб [14].

***Muxobolus marinus* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowskii, 1872.

**Локализация:** жабры.

**Отряд Multivalvulida Schulman, 1959****Семейство Kudoidae Meglitsch, 1959*****Kudoa nova* Naidenova, 1975**

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** цисты на жабрах.

Один из распространенных видов паразитов морских и океанических рыб.

***Kudoa azoni* Aseeva, 2004**

**Хозяева:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *H. lagocephalus* (Pallas, 1810), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913.

**Локализация:** мускулатура.

Характерный паразит терпуговых рыб [15].

**ТИП CILIOPHORA DOFLEIN, 1901 – ПЕСНИЧНЫЕ**  
**Класс OLIGOHYMENOPHOREA de Puytorac et al., 1974**  
**Отряд MOBILIDA Kahl, 1933**  
**Семейство TRICHODINIDAE Raabe, 1959**

Триходины имеют прямой цикл развития без смены хозяев, размножаются бесполом и половым (конъюгация) способами.

***Trichodina cottidarum* Dogiel, 1948 sensu Raabe, 1959**

**Хозяин:** *Blepsias cirrhosus* (Pallas, 1814).

**Локализация:** жабры.

Характерный паразит рыб семейства Cottidae, отмечен у представителей семейств Agonidae и Blennidae [9].

***Trichodina domeguei domerguei* (Wallengren, 1897)**

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872.

**Локализация:** жабры.

Паразит пресноводного происхождения, отмечен у широкого круга хозяев: колюшковых, карповых, бычковых, лососевых и других рыб [12].

***Trichodina frequentis* G. Stein, 1979**

Син.: *Trichodina spheroides* Dogiel, 1948

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** жабры.

Характерный паразит рыб семейства Tetraodontidae [9].

***Trichodina ovonucleata* Raabe, 1958**

**Хозяин:** *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880

**Локализация:** жабры.

Паразит встречается у керчаковых, терпуговых, скорпеновых рыб [16].

***Trichodina trichiuri* Dogiel, 1948**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** жабры.

Инфузории описаны из рыб семейств Trichiuridae и Belonidae [9].

***Trichodina elegini* Schulman-Albova, 1950**

**Хозяин:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810).

**Локализация:** жабры.

Характерный паразит тресковых рыб [9, 16].

**ТИП PLATHELMINTHES GEGENBAUR, 1859 – ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ**

**Класс Monogenoidea (van Beneden, 1858) Burchowsky, 1937**

Специфичные паразиты рыб с прямым циклом развития. Яйца попадают в воду, приклеиваются либо прикрепляются с помощью филламентов к жабрам и коже рыб. Из яиц выходят личинки, которые прикрепляются к хозяину.

**Отряд Dactylogyridea Burchowsky, 1957**

**Семейство Dactylogyridae Burchowsky, 1933**

***Dactylogyrus pseudaspis* Gussev, 1953 [17]**

Син.: *Dactylogyrus iwanowi*: Burchowsky, 1957.

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872.

**Локализация:** жабры.

**Семейство Haliotrematidae*****Haliotrema* sp.**

**Хозяин:** *Thamnaconus modestus* (Gunter, 1877).

**Локализация:** жабры.

Одно из наиболее сложных для определения семейств моногеней, видовую принадлежность паразита установить не удалось.

**Семейство Ancyrocephalidae Burchowsky, 1937*****Ligophorus kaohsianghseini* (Gussev, 1962)**

**Хозяин:** *Lisa haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** жабры.

***Protancyrocephalus strelkowi* Burchowsky, 1957**

**Хозяин:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1890).

**Локализация:** жабры.

Моногеней заражают молодь камбал в прибрежной зоне моря [6].

**Отряд Mazocraeidea Burchowsky, 1937****Семейство Mazocraeidae Price, 1936*****Mazocraeoides dorosomatis* (Yamaguti, 1938)**

Син.: *Mazocraeoides dorosomatis*: Sproston, 1946.

**Хозяин:** *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel, 1846).

**Локализация:** жабры.

**Семейство Microcotylidae Taschenberg, 1879*****Microcotyle sebastis* Goto, 1894**

**Хозяин:** *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880.

**Локализация:** жабры.

***Microcotyle* sp.**

**Хозяин:** *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** жабры.

***Prosomicrocotyla gotoi* (Yamaguti, 1934)**

Син.: *Prosomicrocotyla gotoi*: Yamaguti, 1958.

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** жабры.

**Класс Cestoda Rudolphi, 1808****Отряд Pseudophyllidea Carus, 1863****Семейство Bothriocephalidae Blanchard, 1849*****Bothriocephalus scorpii* (Müller, 1776)**

**Хозяева:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tylesius, 1811, *Opisthocentrus ocellatus* (Tylesius, 1811), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880, *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913, *Eleginus gracilis* (Tylesius, 1810), *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787), *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** кишечник.

Цикл развития протекает с участием двух промежуточных хозяев – планктонных ракообразных (первые промежуточные хозяева) и рогатковых семейства *Cottidae* и трех- и девятиглазой колюшек (дополнительные), окончательные хозяева – многие виды морских рыб, преимущественно керчаковые и камбаловые [18].

**Семейство Amphicotylidae Lühe, 1899*****Eubothrium crassum* (Bloch, 1779)**

**Хозяева:** *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792), *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tylesius, 1811.

**Локализация:** кишечник, пилорические придатки.

Первые промежуточные хозяева – веслоногие ракообразные, дополнительные – окуни, бычки, окончательные хозяева – лососеобразные рыбы [18].

**Семейство Diphyllbothriidae Lühe, 1910**

***Diphyllbothrium hottai* Yazaki, Fukumoto and Abe, 1988**

Син.: *Diphyllbothrium sobolevi*: Belouss, 1953.

**Хозяин:** *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856).

**Локализация:** полость тела.

Паразит корюшек [6].

**Отряд Tryptanorhyncha Diesing, 1863**

**Семейство Tentaculariidae Poche, 1926**

***Nybelinia surmenicola* (Okada, 1929)**

**Хозяева:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913, *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** полость тела, мускулатура, внутренние органы.

Вторыми промежуточными хозяевами служат морские и проходные лососевые рыбы, окончательными – акулы и скаты [18].

**Отряд Tetraphyllidea Carus, 1863**

**Семейство Oncobothriidae Braun, 1900**

***Scolex pleuronectes* Müller, 1788**

Син.: *Scolex polymorphus*: Rudolphi, 1819.

**Хозяева:** *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792), *Blepsias cirrhosus* (Pallas, 1814), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880, *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *H. lagocephalus* (Pallas, 1810), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913, *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810).

**Локализация:** кишечник.

**Класс Trematoda Rudolphi, 1808**

Трематоды имеют сложный цикл развития со сменой хозяев: первые промежуточные хозяева – моллюски, вторые – беспозвоночные и рыбы, окончательные – рыбы, птицы, млекопитающие. Сверлящие полихеты рода *Polydora* могут выступать в роли промежуточных хозяев морских трематод [19].

**Отряд Strigeida La Rue, 1926**

**Семейство Fellodistomidae Nicoll, 1909**

***Pronoprimna petrowi* (Layman, 1930) Bray and Gibson, 1980**

**Хозяин:** *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856).

**Локализация:** кишечник.

Паразит лососеобразных, сельди, трески, зайцевого терпуга, темной камбалы [18, 20].

***Anisorchis opisthorchis* (Poljansky, 1955)**

**Хозяева:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *H. lagocephalus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** кишечник.

Отмечен у минтая, морских окуней, керчаковых рыб [21].

**Семейство Bunocotylidae Dollfus, 1950**

***Genolinea anura* (Layman, 1930)**

Син.: *Genolinea anura*: Yamaguti, 1954.

**Хозяева:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *H. lagocephalus* (Pallas, 1810), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913, *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tilesius, 1811.

**Локализация:** кишечник.

Отмечен в желудке лососевых, тресковых, терпуговых и других рыб [18, 20].



***Genolinea laticauda* (Manter, 1925)**

Син.: *Genolinea anura*: Layman, 1930.

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** кишечник.

Паразит керчаковых рыб.

**Семейство Derogenidae Nicoll, 1910*****Derogenes varicus* (Müller, 1784)**

**Хозяева:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880.

**Локализация:** кишечник.

Первые промежуточные хозяева – брюхоногие моллюски семейства Naticidae (в бухте Северной – *Cryptonatica janthostoma*). Вторые промежуточные – раки-отшельники, личинки декапод, науплиусы усконогих раков рода *Balanus*, полихеты *Harmothoe imbricata*, щетинко-челюстные [18, 20, 22].

***Progonus mulleri* (Levinse, 1881)**

**Хозяин:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867).

**Локализация:** кишечник.

Паразит лососевых, тресковых, камбаловых и других рыб, промежуточные хозяева – амфиподы семейства Caprellidae [22].

**Семейство Hemiuridae Looss, 1899*****Parahemiurus merus* (Linton, 1910)**

**Хозяин:** *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787).

**Локализация:** кишечник.

Паразит преимущественно лососевых рыб [18].

**Семейство Lecithasteridae Odhner, 1905*****Lecithaster confusus* Odhner, 1905**

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes yokohamae* (Günther, 1877).

Первые промежуточные хозяева – моллюски рода *Odostomia*, вторые – веслоногие ракообразные [18].

**Локализация:** кишечник.

***Lecithaster gibbosus* (Rud, 1802)**

**Хозяева:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** кишечник.

Первые промежуточные хозяева – брюхоногие моллюски рода *Odostomia*, вторые – веслоногие ракообразные семейства Calanidae, окончательные – морские рыбы [20, 23].

**Семейство Opescoelidae Ozaki, 1925*****Podocotyle reflexa* (Creplin, 1825) Odhner, 1905**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** кишечник.

Первые промежуточные хозяева – брюхоногие моллюски семейства Buccinidae, креветки и другие ракообразные, окончательные – морские и проходные лососевые рыбы [18, 20, 22].

***Opescoelus sphaericus* Ozaki, 1925**

**Хозяева:** *Hexagrammos lagocephalus* (Pallas, 1810), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880, *Opisthocentrus ocellatus* (Tilesius, 1811).

**Локализация:** кишечник.

Паразит морских окуней, терпугов и других морских рыб [20].

***Stenakron vetustum* Stafford, 1904**

Син.: *Rhodotrema skrjabini*: Issaitschikow, 1928; *Rhodotrema quinquelobatum*: Layman, 1930; *Rhodotrema quadrilobatum*: Basikalova, 1932.

**Хозяин:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891).

**Локализация:** кишечник.

Промежуточные хозяева – брюхоногие моллюски семейства Solariellidae [20].

**Семейство Acanthocolpidae Lühe, 1906**

***Stephanostomum baccatum* (Nicoll, 1907)**

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891) и другие камбаловые, *Opisthocentrus ocellatus* (Tilesius, 1811), *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856).

**Локализация:** цисты с метацеркариями на поверхности тела, плавниках, в мускулатуре (заболевание «крупка»), половозрелые – в кишечнике морских рыб.

Первые промежуточные хозяева – моллюски родов *Buccinum* и *Neptunea*, вторые – камбалы, дальневосточная красноперка, окончательные – терпуги, треска, камбалы [18, 20].

**Семейство Leporeadiidae Odhner, 1905**

***Lepidapedon gadi* Yamaguti, 1934**

**Хозяева:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810).

**Локализация:** кишечник.

Вторые промежуточные хозяева – литоральные и сублиторальные полихеты *Harmathoe imbricata*, *Lepidonotus squamatus*, *Nereis pelagica*, окончательные – керчаковые, тресковые, морские окуни, камбалы и другие морские рыбы [21].

**Семейство Zoogonidae Odhner, 1902**

***Zoogonoides viviparus* (Ollsson, 1868)**

**Хозяева:** *Opisthocentrus ocellatus* (Tilesius, 1811), *Pholidapus dybowskii* (Steindachner, 1880), *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872.

**Локализация:** кишечник.

Первые промежуточные хозяева – брюхоногие моллюски рода *Buccinum*, вторые – полихеты семейства Nereidae, иглокожие, моллюски, ракообразные рода *Mysis*, окончательные хозяева – рыбы [18, 21].

## ТИП NEMATHELMINTHES SCHNEIDER, 1873 – КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

**Класс Nematoda Rudolphi, 1808**

**Отряд Enoplida Chitwood, 1933**

**Семейство Capillariidae Railliet, 1915**

Промежуточные хозяева капилляриид – олигохеты, окончательные – рыбы.

***Paracapillaria helenae* (Layman, 1930) Mendonca, 1963**

Син.: *Capillaria helenae*: Layman, 1930; *Paracapillaria helenae*: Mendonca, 1963.

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** желудок, кишечник.

Паразит морских рыб семейств Blennidae, Scorpaenidae, Cottidae, Hexagrammidae Японского и Охотского морей [20, 24].

***Pseudocapillaria tomentosa* (Dujardin, 1843)**

Син.: *Capillaria ugui*: Yamaguti, 1940; *Pseudocapillaria tomentosa*: Moravec, 1987 [24].

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872.

**Локализация:** кишечник.

Паразит карповых рыб. Заражение рыб возможно и без участия олигохет, прямым путем [24].

**Отряд Ascaridida Skrjabin et Schulz, 1940**

**Семейство Anisakiidae Railliet et Henry, 1912**

***Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809)**

**Хозяева:** *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847, *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792), *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856), *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913.

**Локализация:** полость тела, мускулатура.

Промежуточные хозяева – морские ракообразные родов *Euphasia* и *Thysanoessa* и др., паратенические – морские и проходные лососевые рыбы, кальмары, окончательные хозяева – морские млекопитающие [21, 25, 26].

***Hysterothylacium gadi aduncum* (Rudolphi, 1802)**

Син.: *Contracaecum aduncum*: Dollfus, 1953.

**Хозяева:** *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880, *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *Pseudopleuronectes yokohamae* (Gunter, 1977), *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** кишечник.

Промежуточными хозяевами служат различные планктонные и бентосные беспозвоночные: полихеты, амфиподы, копеподы, щетинкочелюстные и мелкие рыбы; паратенические хозяева – беспозвоночные, предположительно, копеподы [25, 26].

***Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878)**

**Хозяева:** *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913, *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811, *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** мускулатура.

Первые промежуточные хозяева – морские ракообразные, вторые – тресковые, лососевые, сельдевые, рогатковые, камбаловые рыбы, окончательные – ластоногие.

***Raphidascaris acus* (Bloch, 1779)**

**Хозяин:** *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881).

**Локализация:** кишечник.

Личинки нематод поедаются промежуточными хозяевами – рыбами и паратеническими хозяевами (беспозвоночными): олигохетами, моллюсками, планктонными и бентосными ракообразными, личинками водных двукрылых насекомых и ручейников [25, 26].

**Семейство Cucullanidae Cobbold, 1864**

***Cucullanus heterochrous* (Rudolphi, 1802)**

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891), *Pseudopleuronectes yokohamae* (Gunter, 1977).

**Локализация:** кишечник.

**Отряд Spirurida Chitwood, 1933**

**Семейство Camallanidae Railliet et Henry, 1915**

***Camallanus mugili* Belouss, 1965**

Син.: *Cucullanus mugili*: Belouss, 1965.

**Хозяин:** *Lisa haematochila* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** кишечник.

**Семейство Philometridae Baylis et Daubney, 1926**

***Clavinema mariae* (Layman, 1930)**

Син.: *Philometra mariae*: Layman, 1930.

**Хозяева:** *Opisthocentrus ocellatus* (Tilesius, 1811), *Pholidapus dybowskii* (Steindachner, 1880), *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891).

**Локализация:** соединительная ткань, под кожей, половозрелые самки отмечены на поверхности тела рыб.

Самки нематод живородящие, выделяют в воду личинок [20].

**Семейство Cystidicolidae Skrjabin, 1946**

***Ascarophis pacifica* Zhukov, 1960**

**Хозяева:** *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel, 1846), *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** кишечник.

**ТИП ACANTHOCEPHALA (RUDOLPHI, 1808) – СКРЕБНИ****Класс Palaeacanthocephala Meyer, 1931****Отряд Echinorhynchida Southwell et MacFie, 1925****Семейство Rhadinorhynchidae Travassos, 1923*****Metacanthocephalus ovicephalus* (Zhukov, 1963)**Син.: *Leptorhynchoides ovicephalus*: Golvan, 1969.Хозяева: *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891), *P. yokohamae* (Gunter, 1977), *Hippoglossoides dubius* Schmidt, 1904.**Локализация:** кишечник.***Rhadinorhynchus* sp.**Хозяева: *Opisthocentrus ocellatus* (Tilesius, 1811), *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel, 1845), *Sebastes schlegeli* Hilgendorf, 1880, *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891).**Локализация:** кишечник.**Семейство Cavisomidae Meyer, 1932*****Neorhadinorhynchus nudus* (Harada, 1938)**Хозяин: *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).**Локализация:** кишечник.**Семейство Echinorhynchidae Cobbold, 1876*****Echinorhynchus gadi* Zoega in Müller, 1776**Хозяева: *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811, *M. brandti* (Steindachner, 1867), *Pseudopleuronectes yokohamae* (Gunter, 1977).**Локализация:** кишечник.Первые промежуточные хозяева – амфиподы семейств Caprellidae и Gammaridae [25], окончательные – морские рыбы *Eleginus gracilis*, *Stichaeus grigorjewi* Herzenstein, 1890 и др.***Echinorhynchus salmonis* Müller, 1780**Син.: *Metechinorhynchus salmonis*: Petrochenko, 1956; *Echinorhynchus hexagrammi*: Вайева, 1965.Хозяева: *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810), *H. lagocephalus* (Pallas, 1810).**Локализация:** кишечник.Первые промежуточные – бокоплавыв родов *Pontoporeia* и *Hialella*, окончательные – лососеобразные и другие рыбы [25].***Echinorhynchus theragrae* Didenko, 1992**Хозяин: *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810).**Локализация:** кишечник.**Отряд Polymorphida Petrochenko, 1956****Семейство Polymorphidae Meyer, 1931*****Corynosoma strumosum* (Rudolphi, 1802)**Хозяин: *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811.**Локализация:** полость тела, мускулатура, поверхность внутренних органов.Промежуточные хозяева – бокоплавыв *Pontoporeia affinis*, паратенические – различные морские, проходные и пресноводные рыбы [25].**Класс Eoacanthocephala Van Cleave, 1936****Отряд Neoechinorhynchida Southwell et MacFie, 1925****Семейство Neoechinorhynchidae Ward, 1917*****Neoechinorhynchus tylosuri* Yamaguti, 1939**Хозяин: *Lisa haematochila* (Temminck et Schlegel, 1845).**Локализация:** кишечник.**ТИП ANNELIDA LAMARCK, 1809 – КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ****Класс Hirudinea Lamarck, 1818**

**Отряд Rhynchobdellida Blanchard, 1894****Семейство Piscicolidae Johnston, 1865*****Limnotrachelobdella okae* (Moore, 1924)**

**Хозяева:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872, *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811.

**Локализация:** поверхность тела.

Развитие прямое, без участия промежуточных хозяев. Пиявки откладывают коконы на дно, водоросли, подводные предметы, из них молодые особи, которые нападают на рыб.

**ТИП ARTHROPODA SIEBOLD ET STANNIUS, 1848 – ЧЛЕНИСТОНОГИЕ****Класс Crustacea Lamarck, 1801****Отряд Cyclopoida Sars, 1886****Семейство Chondracanthidae*****Chondracanthus irregularis* (Fraser, 1920)**

Син.: *Chondracanthus dogieli*: Gussev, 1951.

**Хозяева:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tilesius, 1811.

**Локализация:** жаберная полость.

**Отряд Siphonostomatoida Latreille, 1829****Семейство Caligidae Latreille, 1829*****Caligus orientalis* (Gussev, 1951)**

Син.: *Caligus japonicas*: Gussev in: Isakova-Keo, 1952.

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872.

**Локализация:** поверхность тела.

***Lepeophtheirus elegans* Gussev, 1951**

**Хозяин:** *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel, 1845).

**Локализация:** поверхность тела.

***Lepeophtheirus hexagrammi* Gussev, 1951**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810).

**Локализация:** поверхность тела.

***Lepeophtheirus hospitalis* Fraser, 1920**

Син.: *Lepeophtheirus kareii*: Yamaguti, 1936.

**Хозяин:** *Platichthys stellatus* (Pallas, 1811).

**Локализация:** жабры, брюшные плавники.

***Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1837)**

**Хозяин:** *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792).

**Локализация:** поверхность тела.

***Lepeophtheirus* sp.**

**Хозяева:** *Pholis nebulosa* (Temminck et Schlegel, 1845), *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811.

**Локализация:** поверхность тела.

**Семейство Lernaeopodidae*****Nectobranchia indivisa* Fraser, 1920**

Син.: *Nectobranchia wilsoni*: Yu et Wu, 1932.

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891), *Platichthys stellatus* (Pallas, 1811).

**Локализация:** жаберная полость.

**Семейство Hatschekiidae*****Hatschekia monacanthi* Yamaguti, 1939**

**Хозяин:** *Thamnaconus modestus* (Günther, 1877).

**Локализация:** жаберная полость.

**Класс Thecostraca****Отряд Sessilia**

**Семейство Sacculinidae*****Sacculina polygenea* Lutzen et Takahashi, 1997**

**Хозяева:** *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1853), *H. peniciliatus* (de Haan, 1835).

**Локализация:** на брюшке ракообразных [27].

**Класс Malacostraca Latreille, 1806**

**Отряд Isopoda Latreille, 1817**

**Семейство Cymothoidae Dana, 1852**

***Motocya saiori* Bruce, 1986**

Син.: *Irona saiori*: Bruce, 1986.

**Хозяин:** *Hyporhamphus saiori* (Temminck et Schlegel, 1846), *Cololabis saira* Brevoort, 1856.

**Локализация:** жаберно-ротовая полость.

**Заключение**

В бухте Северной отмечено 83 вида паразитов гидробионтов, все они относятся к распространенным в дальневосточных морях паразитическим организмам. Наибольшим числом видов представлены миксоспоридии (18 видов), трематоды (15 видов), ракообразные (11 видов) и нематоды (10 видов). Основную роль в поддержании численности паразитов в качестве их окончательных хозяев играют представители семейств терпуговых, камбаловых и керчаковых рыб. Из беспозвоночных важное значение в жизненном цикле миксоспоридий имеют кольчатые черви, в цикле развития трематод – брюхоногие моллюски *Cryptonatica janthostoma*, полихеты *Harmothoe imbricata*, *Lepidonotus squamatus*, *Nereis pelagica*, сверлящие полихеты рода *Polydora*, личинки усонюгих и десятиногих ракообразных, веслоногие ракообразные, в жизненном цикле скребней – амфиподы семейств Caprellidae и Gammaridae. Благодаря высокой численности этих беспозвоночных приведенные в работе паразиты циркулируют в экосистеме бухты. Полученные результаты можно использовать при оценке экологического состояния бухты Северной, что важно в связи с функционированием поликультурного морского хозяйства.

**Список литературы**

1. Ихтиопатология / под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауера. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
2. Авдеева, Е.В. Болезни морских рыб / Е.В. Авдеева, Т.Е. Буторина, Е.Б. Евдокимова. – Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2011. – 112 с.
3. Казаченко, В.Н. Влияние паразитических копепод на рыб / В.Н. Казаченко // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 157. – С. 204–213.
4. Овсянникова, И.И. Распределение усонюгих раков на раковинах приморского гребешка при выращивании в подвесной культуре / И.И. Овсянникова // Биол. моря. – 1989. – № 4. – С. 71–76.
5. Шевченко, О.Г. Потенциально токсичные микроводоросли в составе фитопланктона бухты Северной (Славянский залив) в летне-осенний период 2008 года / О.Г. Шевченко, Т.Б. Бложко, Е.А. Герасимова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 1. – С. 113–117.
6. Буторина, Т.Е. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка / Т.Е. Буторина, Н.И. Скиба // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – Ч. 2. – С. 102–105.
7. Паразитологическое исследование рыб / Н.Б. Чернышева, Е.В. Кузнецова, В.Н. Воронин, Ю.А. Стрелков. – СПб.: ГосНИОРХ, 2009. – 20 с.
8. Рыбаков, А.В. Болезни и паразиты культивируемых и промысловых беспозвоночных и водорослей / А.В. Рыбаков, Т.Е. Буторина, В.И. Кулепанов, Л.В. Зверева. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005. – 123 с.

9. Догель, В.А. Паразитические простейшие рыб залива Петра Великого / В.А. Догель // Изв. ВНИИРХ. – 1948. – Т. 27. – С. 17–66.
10. Wolf K., Markiw M.E. 1984. Biology contravenes taxonomy in the Muxozoa: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts // Science. – Vol. 225. – P. 1449–1452.
11. Koie M. The Spionidae (Polychaeta) act as invertebrate hosts for marine Muxozoa // Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. – 2005. – Vol. 25, № 4. – P. 179–181.
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. Паразитические простейшие. – Л.: Наука, 1984. – 428 с.
13. Асеева, Н.Л. Микроспоридии (Мухозоа: Мухоспореа) морских и проходных рыб северо-западной части Японского моря: дис. ... канд. биол. наук / Н.Л. Асеева. – Владивосток, 2008. – 226 с.
14. Шульман, С.С. Микроспоридии фауны СССР / С.С. Шульман. – М.;Л.: Наука, 1966. – 481 с.
15. Aseeva N. New Species of Muxosporea from Genus Kudoa (Muxosporea, Multivalvulida) Found in Muscles of Some Fishes the Sea of Japan // Vestnik Zoologii. – 2004. – Vol. 38, № 2. – P. 75–77.
16. Штейн, Г.А. Новые данные о паразитических инфузориях (Peritricha, Urceolariidae) с рыб бассейна Тихого океана / Г.А. Штейн // Acta Protozool. – 1979. – Vol. 18, № 4. – С. 531–552.
17. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть). – Л.: Наука, 1985. – 425 с.
18. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). – Л.: Наука, 1987. – 583 с.
19. Margolis L. . Polychaetes as Intermediate hosts of helminth parasites of Vertebrates // J. Fish. Res. Board Canada. – 1971. – Vol. 28. – P. 1385–1392.
20. Ляйман, Э.М. Паразитические черви рыб залива Петра Великого / Э.М. Ляйман // Изв. ТИНРО. – 1930. – Т. 6, № 6. – 102 с.
21. Полянский, Ю.И. Материалы по паразитологии рыб северных морей СССР / Ю.И. Полянский // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – М.;Л., 1955. – Т. 19. – 170 с.
22. Пугачев, О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды / О.Н. Пугачев // Тр. Зоол. ин-та РАН. – СПб., 2003. – Т. 298. – 224 с.
23. Koie M. On the morphology and life history of *Lecithaster gibbosus* (Rudolphi, 1802) Luhe, 1901 (Digenea: Hemiuroidea) // Parasitology Research. – 1989. – Vol. 75, № 5. – P. 361–367.
24. Moravec F. Revision of capillariid nematodes (subfamily Capillariinae) parasitic in fishes. – Praha: Academia naklad. Cesk. akad. ved., 1987. – 141 p.
25. Пугачев, О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи / О.Н. Пугачев // Тр. Зоол. ин-та РАН. – СПб., 2004. – Т. 304. – 250 с.
26. Moravec F. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. – Praha: Academia naklad. Cesk. akad. ved., 1994. – 473 p.
27. Lützen J., Takahashi T. *Sacculina polygenea*, a new species of rhizocephalan (Cirripedia: Rhizocephala) from Japan, parasitic on the intertidal crab *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835) (Decapoda: Brachyura: Grapsidae) // Crustacean Res. – 1997. – Vol. 26. – P. 103–108.

**Сведения об авторе:** Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru.

УДК 591.69-7

**В.Н. Казаченко**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ЭВОЛЮЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ  
ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД РЫБ**

*Показано изменение формы тела и конечностей копепод под влиянием паразитического образа жизни.*

**Ключевые слова:** паразитические копеподы, эволюция, форма тела, конечности.

**V.N. Kazachenko****EVOLUTION MORPHOLOGY DATA PARASITIC COPEPODS OF FISH**

*It is shown change of body form and appendages of copepods under parasitic form of life.*

**Key words:** parasitic copepods, evolution, body form, appendages.

При определении видов используются многие признаки: биохимические, кариологические, генетические и др., но, в первую очередь, – морфологические. В каждой группе животных для определения видов используются свои морфологические признаки. Материалом для написания этой статьи послужили собственные и литературные данные, показывающие роль признаков при определении видовых названий паразитических копепод рыб. При описании форм тела паразитических копепод использована терминология, предложенная В.Н. Казаченко [1].

Экология и характер локализации паразитических копепод на теле хозяев говорит о том, что форма тела у паразитических копепод является результатом выработавшихся в процессе эволюции морфологических адаптаций паразита к своему хозяину. Это становится очевидным, если сравнить формы тела разных систематических категорий копепод, имеющих одну и ту же локализацию на теле рыбы.

Калигоидная форма тела связана в своем происхождении с поверхностью тела рыб, филиктиоидная – с сейсмодатчиком, сфинксидная – с мускулатурой и т.д. Как правило, одинаковую форму тела имеют близкородственные семейства копепод, например, калигоидную форму тела имеют представители семейств Caligidae, Sessipoda, Dissonidae, Euryphoridae, Pandaridae и Trebiidae. Хотя калигоидная форма тела произошла на поверхности тела рыб, но представители некоторых из этих семейств паразитируют на жаберном аппарате рыб, в ротовой и жаберных полостях, в обонятельных ямках (например, Sessipoda, некоторые Caligidae).

Габитус разных форм тела различен и, как показано выше, одну форму тела образуют близкородственные семейства, но иногда эта закономерность не соблюдается, например, сфинксидную форму тела имеют представители трех разных подотрядов копепод: Pseudosquilla (некоторые Chondracanthidae), Cyclopoida (Lernaeidae), Siphonostomatoida (Sphyrriidae, Pennellidae). Это подтверждает тот факт, что происхождение формы тела у паразитических копепод связано с локализацией: копеподы сфинксидной формой тела погружают переднюю часть тела в мускулатуру, полость тела, сердце и т.п.

Если посмотреть на систематические категории копепод и форму тела, которую имеют эти копеподы, то можно увидеть, что в составе одного и того же семейства могут быть копеподы, имеющие разные формы тела. Например, представители семейства Chondracanthidae – хондракантоидную и сфинксидную.



Форма тела копепод коррелирует с органами фиксации. Каплевидная форма тела копепод (циклопоидная форма) уменьшает сопротивление воды. Идеальна в этом отношении калигоидная форма тела копепод, которые обитают на поверхности тела.

Копеподы с мощными органами прикрепления имеют менее обтекаемую форму тела (хондракантиоидную, лернантропоидную и др.). Паразиты, являющиеся эндопаразитами, не имеют мощных органов прикрепления (филихтиоидная и нематодоидная формы тела), часто у них редуцированы конечности, выполняющие фиксаторную функцию.

Такое многообразие форм тел паразитических копепод говорит о том, что они находятся на стадии эволюционного прогресса и эволюция их идет по типу теломорфоза, т.е. приспособления к новым условиям обитания, которые копеподы находят в новых адаптивных зонах.

Проблеме адаптаций паразитических копепод к обитанию на рыбах посвящено несколько работ. Первые сведения о морфологических адаптациях к паразитическому образу жизни мы находим в статье А.В. Иванова [2], в которой рассмотрены общие закономерности изменения паразитических организмов, в том числе и ракообразных; при анализе им использованы не только копеподы, но и ракообразные из других отрядов. Затем эту проблему рассматривал А.П. Маркевич [3, 4, 5], который, как и А.В. Иванов, привлек к её решению ракообразных из различных отрядов. В.А. Догель [6] подробно рассмотрел адаптации и морфологические изменения организмов, которые происходят при переходе к паразитическому образу жизни; он также использует сведения о ракообразных, относящиеся к разным отрядам, представители которых обитают как на рыбах, так и на беспозвоночных. Но никто из названных выше исследователей не проанализировал всего многообразия паразитических копепод рыб. Это частично сделал З. Кабата [7] в монографии, посвященной паразитическим копеподам рыб Великобритании; им подвергнуты анализу некоторые адаптации копепод к паразитированию на рыбах и он остановился только на представителях, известных в этом районе. В другой работе он [8] вновь обращается к этому вопросу. Еще одна статья З. Кабаты [9] касается морфологии и эволюции паразитических копепод рыб. В отдельных статьях рассмотрены частные вопросы морфологии некоторых систематических групп копепод, например, [10, 11, 12, 13 и др.].

Общеизвестно, что паразитизм сказывается на внешнем и внутреннем строении животных. Порой трудно судить о систематическом положении того или иного вида паразита, его эволюционной продвинутости. Одним из методов, позволяющих решить эту проблему, является сравнительно-морфологический метод. В таких случаях необходимо выявить первичные и вторичные, или примитивные и прогрессивные признаки. Под первичными признаками понимаются морфологические образования, которые остались от предковой (исходной) формы, это плезиоморфные признаки; под вторичными признаками понимаются морфологические образования, приобретенные организмом в процессе эволюции, это апоморфные признаки [9, 14, 15, 16 и др.].

Под влиянием паразитического образа жизни морфологические изменения копепод идут в нескольких направлениях: утрата сегментации тела, редукция конечностей, увеличение размеров тела, изменение ротового аппарата, уменьшение размеров тела самцов (или сведение их функции к оплодотворению и неучастие их в паразитировании), изменение функций конечностей, новообразования.

Рассмотрим эти изменения более подробно.

Паразитические копеподы характеризуются утратой сегментации тела. Если у циклопоидных копепод форма тела близка к свободноживущим (плезиоморфный признак), то по мере приспособления к паразитическому образу жизни все больше и больше наблюдается утрата сегментации тела (апоморфный признак). Если расположить копепод по степени слияния сегментов тела, то они расположатся следующим образом: копеподы с циклопоидной, эудактилоидной, лернантропоидной, калигоидной, хондракантоидной, сфириоидной, лернантропоидной, филихтиоидной и нематодоидной формами тела.

Представители семейства Ergasilidae, видимо, относительно недавно перешли к паразитизму, так как среди их хозяев есть морские, пресноводные костные рыбы и моллюски; морфологически они более однородны, самцы ведут свободный образ жизни. Если касаться самцов, то следующий этап их приспособления к паразитизму – способность паразитировать на хозяевах совместно с самками, при этом размеры самцов несколько меньше самок, например, самцы Caligidae и других копепод калигоидной, эудактилиноидной и других форм тела. Такие самцы напоминают по строению самок, но у них наблюдается изменение конечностей, например, второй антенны, которая у Caligidae имеет не один, а несколько дистальных когтей. Следующий этап, когда линейные размеры самцов относительно размеров самок в десятки раз меньше, например, самцы Lernaepodidae, которые крепятся к генитальному сегменту, туловищу или головогрудии самок. Хотя самцы Lernaepodidae меньше самок, но некоторые из них сохраняют рудименты грудных конечностей (например, роды *Charopinus*, *Ommatokoita*, *Pseudocharopinus* и др.). Самцы некоторых семейств не ведут паразитический образ жизни и после оплодотворения самок погибают (например, Pennellidae).

Среди паразитических копепод имеются формы, близкие по строению к свободноживущим, например, представители семейств Ergasilidae, Bomolochidae и другие родственные им семейства (циклопоидная форма тела). Некоторые копеподы (например, представители семейств Caligidae, Pandaridae и др.) имеют плоское тело (калигоидная форма тела); такие копеподы паразитируют, как правило, на поверхности тела рыб, поэтому плоское тело способствует снижению сопротивления копеподы о воду [1]. Копеподы с циклопоидной формой тела тоже формируют присоску, которая образуется краями головогрудии, большое значение при этом имеют первые плавательные ноги, которые становятся плоскими и участвуют в образовании присоски; у таких копепод, образующих присоску из головогрудии, с головогрудью сливаются от 1 до 3 грудных сегментов [17]. Генитальный комплекс, особенно у самок с калигоидной формой тела, может достигать больших размеров (иногда почти равен головогрудии или больше ее, например, у *Caligus klawei*). Имеются копеподы с удлинённой формой тела (копеподы эудактилиноидной формы тела), которые крепятся к жаберным лепесткам, и продольные оси их тел располагаются параллельно продольным осям жаберных лепестков; такой формой тела и его ориентацией относительно жаберных лепестков достигается уменьшение сопротивления копеподы о воду. У представителей семейств Pennellidae, Sphyrriidae и др. (сфириоидная форма тела) тело тоже длинное, червеобразное и на переднем конце имеет роговидные отростки, которыми паразит крепится, как лапами якоря, в теле хозяина, при этом в воде находится часть шеи и туловище (генитальный комплекс) с яйцевыми мешками. Существует зависимость между диаметром туловища таких копепод и скоростью движения хозяев. У копепод, паразитирующих на рыбах нектона, туловище прогонистое (роды *Pennella*, *Parinia*, *Peroderma* и др.), оно немного шире шеи, что способствует уменьшению его сопротивления о воду, а у копепод с такой же формой тела, но паразитирующих на менее быстроходных рыбах, диаметр туловища больше диаметра шеи в несколько раз (роды *Sphyrion*, *Lophoura*, *Norkus*, *Phrixocephalus* и др.) или если копепода локализуется в жаберной полости тела (роды *Haemobaphes*, *Lernaocera*), где скорость потоков воды слабая. Яйцевые мешки копепод, паразитирующих на рыбах нектона, нитевидные, а на медленно плавающих – сосисковидные. И, наконец, есть паразиты (семейства Lernaepodidae, Chondracanthidae и др.), которые имеют мешковидную форму тела (лернеопоидная и хондракантоидная формы тел), на теле имеются отростки в виде пальцев, папилл и пластин. Копеподы с такими формами тел локализируются в жаберной и ротовой полостях, и отростки тел помогают уменьшать турбулентные токи воды, которые способствуют отрыву копепод от места локализации. Копеподы с мешковидной формой тела (филихтиоидная форма тела) (некоторые Philichthyidae: *Ichthyotaces*, *Sarcotaces*) локализируются в мускулатуре или в полости тела рыб, при этом они покрыты капсулой. Тело этих копепод несет папиллы, которые увеличивают поверхность тела, через которую осуществляется дыхание.

Как упоминалось выше, под влиянием паразитического образа жизни копеподы сильно видоизменились; эти изменения коррелировали с изменением конечностей. Первые антенны одноветвисты, могут быть большими или маленькими, члениковость хорошо выражена или совершенно отсутствует, количество члеников колеблется от 2 до 18; количество и степень развития щетинок у первых антенн в пределах отряда варьирует. Вторые антенны у взрослых обычно одноветвисты, часто на дистальном конце имеют хитиновый коготь, у некоторых двуветвисты, реже – клешневидны; выполняют функцию прикрепления. Мандибулы в виде стилета, на дистальном конце которого имеются зубы; в виде серпа, несущего один или два ряда маргинальных зубов; в виде стержня с двумя отростками. Первые максиллы в виде папиллы с щетинками, иногда сильно хитинизированы с одной или двумя ветвями. У некоторых копепод первые максиллы имеют вид отростка (протоподит), который переходит в эндоподит, оканчивающийся 2–3 папиллами, несущими щетинки, кроме того, сбоку от этого отростка имеется экзоподит, подверженный разной степени редукции, иногда экзоподит отсутствует. Некоторые группы копепод имеют редуцированные первые максиллы, которые представлены короткими щетинками. Вторые максиллы у большинства взрослых – одноветвистые конечности, состоящие из нескольких члеников, на дистальном конце имеются шипы, иногда представлены в виде «рук», на дистальном конце которых находится орган прикрепления – булла, имеющая форму чаши, блюдца или шара, порой «руки» принимают форму ремня, которым паразит обхватывает жаберный лепесток хозяина; у некоторых копепод вторые максиллы в виде бугорка или небольшой пластины с когтем. Максиллипеды большинства паразитических копепод имеет вид ложной клешни; у меньшего числа видов максиллипеды представлены отростком, состоящим из нескольких члеников примерно одинаковой ширины, заканчивющимся когтем. У некоторых копепод максиллипеды отсутствуют.

Общая тенденция изменения конечностей проявляется в следующем. Конечности двуветвисты, основание плавательных ног (протоподит) 2-члениково, на внешнем дистальном углу несет чувствительную щетинку, которая по мере редукции конечности тоже исчезает. У копепод со слабо измененными конечностями границы между члениками эндоподита и экзоподита хорошо заметны, но под влиянием паразитического образа жизни ноги видоизменяются, при этом границы между члениками исчезают; члениковость ног исчезает, количество члеников уменьшается, конечности могут трансформироваться в одноветвистые, превратиться в папиллы, несущие несколько щетинок или исчезнуть совсем.

Редукция плавательных конечностей связана с тем, что у взрослых копепод они, как правило, не выполняют плавательной функции. Исходная двуветвистая конечность (*Caligidae*, *Dissonidae* и др.) превращается в одноветвистую (*Chondranchidae*, *Ergasilidae*, *Taeniacanthidae* и др.), количество члеников уменьшается (*Caligidae*, *Hatschekiidae* и др.), границы между члениками исчезают, конечности превращаются в бугорки, несущие щетинки, наконец, конечности могут быть представлены одной–тремя щетинками (*Caligidae*, *Hatschekiidae* и др.) или же исчезнуть совсем (*Leptaeopodidae*, *Sphyridae*). Этот процесс захватывает не только плавательные конечности, но и другие конечности, например, первая и вторая антенны рода *Lophoura*, которые представлены небольшими бугорками. Это объясняется тем, что первая и вторая антенны сфириид не принимают участия в фиксации, прикрепление осуществляется по принципу заякоривания при помощи новообразований – отростков головогруды, иногда эту же функцию выполняют отростки шеи.

Среди паразитов есть виды, достигающие по сравнению со свободноживущими сородичами гигантских размеров, например, самая крупная из свободноживущих копепод достигает 28 мм [15], а паразитические – более 10 см (представители родов *Pennella* и *Sphyrion*); известны среди паразитических копепод особи, достигающие 60 см [18].

Такие большие размеры паразитических копепод обеспечиваются за счет эволюционного приспособления к питанию высокоэнергетической пищей. Строение ротового аппарата позволяет им питаться слизью, эпителием и даже кровью рыб.

Новообразования у паразитических копепод рыб многочисленны; к ним относятся присоски (луночки), способствующие лучшей фиксации к хозяину, булла, выполняющая при фиксации роль якоря, роговидные отростки копепод сфириоидной формы тела, тоже выполняющие фиксаторную функцию; отростки брюшка копепод сфириоидной формы тела, которые, как принято считать, принимают 1) участие в дыхании и 2) гасят турбулентные потоки; другие отростки тела (пальцевидные, крыловидные) тоже предназначены для улучшения гидродинамических свойств тела копепод; многочисленные сенсорные образования в виде волосков, щетинок, мембран; на конечностях имеются хитиновые крючковидные образования, принимающие участие в фиксации к хозяину; особым приспособлением к паразитированию на личиночной стадии является лобная нить, при помощи которой личинка крепится к хозяину [1, 4, 7, 8, 15, 19 и др.].

Способ фиксации копепод – одна из адаптаций к паразитизму. Здесь выделяется несколько методов фиксации: обхватывание (например, обхватывание жаберных лепестков вторыми антеннами эргазилид), присасывание (луночки калигоидной формы тела, присасывание при помощи головогруды у копепод с калигоидной и части копепод с циклопоидной формой тела), протыкание тканей (многие виды копепод протыкают ткани хозяев при помощи постантеннальных отростков, вторых антенн и максиллипед, базальных когтей третьей пары плавательных ног копепод с циклопоидной, калигоидной, эудактилиноидной и иными формами тела), защемление тканей (при помощи клешни или ложной клешни осуществляется копеподами со многими формами тела), закоривание (при помощи буллы у копепод с лернеоподоидной формой тела и роговидных отростков у копепод со сфириоидной формой тела, а также на личиночной стадии при помощи лобной нити), свободное лежание в тканях и полостях хозяина (эндопаразиты).

Конечности копепод утрачивают свои функции, например, грудные конечности утрачивают плавательную функцию или же происходит субституция функции, например, плавательная конечность выполняет фиксаторную функцию.

## **Выводы**

1. Форма тела копепод зависит от их локализации.

2. Под влиянием паразитического образа жизни конечности паразитических копепод изменяются. 2-ветвистые плавательные конечности (плезиоморфный признак) в процессе эволюции превращаются в одноветвистые вплоть до их редукции; границы между члениками исчезают (апоморфный признак). Самцы имеют на одну пару больше плавательных конечностей, чем самки. У эндопаразитов плавательные конечности редуцированы или отсутствуют.

3. Новообразования копепод (булла, лобная нить, роострум, присоски, стеральные шипы, грудная фурка, постантеннальные отростки, хитиновые рога головогруды и шеи, адгезивные пластинки) выполняют фиксаторную функцию. Эволюция паразитических копепод идет по типу теломорфоза.

4. Под влиянием паразитического образа жизни происходит слияние сегментов туловища.

5. Среди паразитических копепод наблюдается параллелизм в эволюции форм тела: сфириоидная форма тела возникла конвергентным путем у представителей трех подотрядов копепод (*Siphonostomatoida*, *Poecilostomatoida* и *Cyclopoida*).

6. Морфологические структуры являются диагностическими на уровне подотрядов (рот и мандибулы), семейств (форма тела, головогрудь, свободные грудные сегменты, шея, генитальный сегмент, вторая антенна, первая максилла, плавательные конечности), родов (свободные грудные сегменты, шея, генитальный сегмент, брюшко, роострум, первая антенна, вторая максилла, максиллипеды, плавательные конечности, хитиновые шипы и пластинки,

прикрепительные образования) и видов (генитоабдомен, брюшко, плавательные конечности, папиллы и пальцеобразные отростки, чувствительные и прикрепительные образования).

7. Имеется несколько методов фиксации копепод к хозяину: обхватывание жаберных лепестков, присасывание, протыкание и защемление тканей, закоривание.

### Список литературы

1. Казаченко, В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб / В.Н. Казаченко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Ч. 1. – 161 с. – Ч. 2. – 253 с.
2. Иванов, А.В. Морфологические адаптации к паразитическому образу жизни / А.В. Иванов // Учен. зап. ЛГУ. Сер. Биол. 1937. – Т. 3, вып. 4. – С. 53–95.
3. Маркевич, А.П. Основы паразитологии / А.П. Маркевич. – Киев: Радянська школа, 1950. – 592 с.
4. Маркевич, А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР / А.П. Маркевич. – Киев: Изд-во АН УССР. – 1956. – 246 с.
5. Маркевич, А.П. О филогенетических взаимоотношениях Copepoda Parasirica / А.П. Маркевич // Тр. УРНОП. – 1964. – № 3. – С. 3–8.
6. Догель, В.А. Общая паразитология / В.А. Догель. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. – 464 с.
7. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // Ray. Soc. – 1979a. – № 152. – 468 p., figs. 1–2031.
8. Kabata Z. Copepoda (Crustacea) parasitic on fishes: problems and perspectives // Adv. Parasitol. – 1981. – Vol. 19. – P. 1–71.
9. Kabata Z. Two new genera of the family Lernaeidae (Copepoda: Cyclopoida) parasitic on freshwater fishes of India // Selected papers on Crustacea. Publ. by Dr. P. Rabindranath on behalf of Prof. N. Krishna Pillai Farewell Committee, The Aquarium, Trivandrum. – 1983. – P. 69–76.
10. Lewis A.G. The caligid copepod genus *Dentigryps* (Crustacea: Caligoida) // Proc. U. S. nat. Mus. – 1964b. – Vol. 115. – P. 347–380.
11. Cressey R.F. Genus *Gloiopotes* and a new species with notes on host specificity and intraspecific variation (Copepoda: Caligoida) // Proc. U.S. Nat. Museum. – 1967c. – Vol. 122. – P. 1–22.
12. Pillai N.K. A new examples showing the effect of host on the morphological characters of copepod parasites // J. Parasitol. – 1970. – Vol. 56, № 4. – Pt. 1. – P. 267.
13. John S.E., Nair B.N. Funcional morphology of the mouth tube of *Pseudocycnus armatus* (Bassett-Smith) a parasitic copepod on *Indocybium guttatum* Bol. // Inst. oceanogr. Univ. Oriente. – 1973. – Vol. 12. – P. 23–27.
14. Павлинов, И.Я. Кладистический анализ (методологические проблемы) / И.Я. Павлинов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 160 с.
15. Huys R., Boxshall G.A. Copepod evolution. – London: The Ray Society, 1991. – 468 p.
16. Шаталкин, А.И. Биологическая систематика / А.И. Шаталкин. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 184 с.
17. Kazachenko V.N. Classification of a body form of parasitic copepods // Wiadom. Parazytol. – 1991. – Т. 37, Zeszyt 1. – P. 163–165.
18. Kabata Z. Copepods parasitic on fishes. Synopsis of the British fauna (N.S.). – 1992b. – № 47. – P. 1–246.
19. Piasecki W. Life cycle of *Tracheliastes maculatus* Kollar, 1835 (Copepoda, Siphonostomatoida, Lernaeopodidae) // Wiadomosci Parazytologiczne. – 1989. – Vol. 35, № 3. – P. 187–245.

**Сведения об авторе:** Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotmail.ru.

УДК 582.25/.27(265.54)

**И.Р. Левенец<sup>1,3</sup>, О.Г. Шевченко<sup>2,3</sup>**<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б<sup>2</sup>Научно-образовательный комплекс «Приморский океанариум» ДВО РАН,  
690001, г. Владивосток, о. Русский<sup>3</sup>Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР МОРСКИХ РАСТЕНИЙ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ  
(СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Впервые приведен таксономический обзор растительных гидробионтов бухты Северной (Славянский зал., зал. Петра Великого, Японское море). Всего встречено 102 вида, в том числе 3 вида морских трав, 20 видов макроводорослей и 79 видов микроводорослей. Обсуждается таксономическое и географическое разнообразие флоры.*

**Ключевые слова:** макроводоросли, морские травы, микроводоросли, бухта Северная, Славянский зал., зал. Петра Великого, Японское море.

**I.R. Levenets, O.G. Shevchenko****TAXONOMIC REVIEW OF THE MARINE PLANTS OF SEVERNAYA BAY  
(SLAVYANSKY BAY, PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The results of primary floristic researches of marine plants and algae of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) have been presented. Representatives of 102 species, including 3 species of seagrasses, 20 species of macroalgae and 79 species of microalgae, were registered. Flora's taxonomic and biogeographic diversity are discussed.*

**Key words:** macroalgae, seagrasses, microalgae, Severnaya Bay, Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Морские растения, обитающие в плактонных и бентосных сообществах, имеют особое значение для функционирования прибрежных экосистем. Благодаря своей способности к оксигенному фотосинтезу водоросли и морские травы создают большие биомассы на дне водоемов и в толще воды [1, 2]. Несмотря на хорошую изученность биоты зал. Петра Великого, самого крупного в северо-западной части Японского моря, в целом установление состава локальных его флор далеко от завершения. Поэтому флористические находки в заливе не случайны [3, 4].

Флора бухты Северной (Славянский зал., зал. Петра Великого, Японское море) специально не изучалась. Для оценки состояния экосистемы в условиях функционирования марикультурного хозяйства по выращиванию беспозвоночных, в бухте Северной проводились мониторинговые, токсикологические и паразитологические исследования [5–8].

**Объекты и методы исследований**

Материалом для данной работы послужили сборы планктона и бентоса, выполненные студентами и сотрудниками ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз» в летний период 2008–2014 гг.

При выполнении настоящей работы были использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического материала [9–13].

**Результаты и их обсуждение**

Ниже приводится аннотированный список морских растений и водорослей бухты Северная Славянского зал. (зал. Петра Великого, Японское море). В списке для каждого вида дана информация о систематическом положении, принятом в настоящее время названии, синонимии и распространении [14–23].

**Царство PLANTAE – Растения****Отдел RHODOPHYTA – Красные водоросли****Класс FLORIDEOPHYCEAE****Порядок CORALLINALES****Семейство CORALLINACEAE****Род *Corallina* Linnaeus, 1758*****Corallina officinalis* Linnaeus, 1758**

Синонимия: *Corallina cretacea* Postels et Ruprecht, 1840; *Bossiella cretacea* Johansen, 1969; *Pachyarthron cretaceum* Manza, 1937

Распространение: Бореально-субтропическо-нотальный вид.

***C. pilulifera* Postels et Ruprecht, 1840**

Распространение: Бореально-тропическо-нотальный вид.

**Род *Lithothamnion* Heydrich, 1897*****Lithothamnion phymatodeum* Foslie, 1902**

Синонимия: *Lithothamnion pacificum* Foslie, 1906

Распространение: Бореально-тропический вид.

**Род *Pneophyllum* Kützing, 1843*****Pneophyllum fragile* Kützing, 1843**

Синонимия: *Pneophyllum lejolisii* Chamberlain, 1983

Распространение: Мультизональный вид.

**Порядок GIGARTINALES****Семейство TICHOCARPACEAE****Род *Tichocarpus* Ruprecht, 1850*****Tichocarpus crinitus* Ruprecht, 1850**

Распространение: Приазиатский низкобореальный вид.

**Порядок AHNFELTIALES****Семейство AHNFELTIACEAE****Род *Ahnfeltia* E.M. Fries, 1836*****Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makienko, 1970**

Распространение: Приазиатский низкобореальный вид.

**Порядок CERAMIALES****Семейство RHODOMELACEAE****Род *Neorhodomela* Masuda, 1982*****Neorhodomela aculeata* (Perestenko) Masuda, 1982**

Синонимия: *Neorhodomela larix* subsp. *aculeata* Perestenko, 1994

Распространение: Тихоокеанский широкобореальный вид.

**Род *Laurencia* J.V. Lamouroux, 1813*****Laurencia nipponica* Yamada, 1931**

Распространение: Приазиатский низкобореальный вид.

**Род *Symphyocladia* Falkenberg, 1897*****Symphyocladia latiuscula* (Harvey) Yamada, 1941**

Распространение: Приазиатский низкобореально-тропический вид.

***S. marchantioides* (Harvey) Falkenberg, 1901**

Распространение: Бореально-тропическо-нотальный вид.

**Отдел CHLOROPHYTA – Зеленые водоросли**

**Класс CHLOROPHYCEAE**

**Порядок SPHAEROPLEALES**

**Семейство SELENASTRACEAE**

**Род Monoraphidium** Komárková-Legnerová, 1969

*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák, 1970

Синонимия: *Ankistrodesmus arcuatus* Korshikov, 1953

Распространение: Бореально-тропический вид.

**Класс ULVOPHYCEAE**

**Порядок ULVALES**

**Семейство ULVACEAE**

**Род Ulva** Linnaeus, 1753

*Ulva lactuca* Linnaeus, 1753

Синонимия: *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht, 1840; Виноградова, 1979

Распространение: Мультизональный вид.

**Порядок BRYOPSIDALES**

**Семейство CODIACEAE**

**Род Codium** Stackhouse, 1797

*Codium yezoense* (Tokida) Vinogradova, 1979

Распространение: Приазиатский субтропическо-низкобореальный вид.

**Отдел TRACHEOPHYTA – Трахейные**

**Класс MONOCOTS**

**Порядок ALISMATALES**

**Семейство CYMODOCEACEAE**

**Род Phyllospadix** W.J.Hooker, 1838

*Phyllospadix iwatensis* Makino, 1931

Распространение: Приазиатский субтропическо-низкобореальный вид.

**Семейство ZOSTERACEAE**

**Род Zostera** Linnaeus, 1753

*Zostera marina* Linnaeus, 1753

Распространение: Субтропическо-бореальный вид.

*Z. japonica* Ascherson et Graebner, 1907

Распространение: Тихоокеанский субтропическо-бореальный вид.

**Царство CHROMISTA – Хромисты**

**Отдел BACILLARIOPHYTA – Диатомовые водоросли**

**Класс CENTROPHYCEAE**

**Порядок BIDDULPHUALES**

**Подпорядок COSCINODISCINEAE**

**Семейство THALASSIOSIRACEAE**

**Род Thalassiosira** Cleve, 1873

*Thalassiosira* sp.

**Род Skeletonema** Greville, 1865

*Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, 1873

Синонимия: *Melosira costata* Greville, 1866.

Распространение: Космополит.

**Семейство COSCINODISCACEAE**

**Род Coscinodiscus** Ehrenberg, 1839



***Coscinodiscus granii* Gough, 1905**

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***C. oculus-iridis* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1840**

Синонимия: *Coscinodiscus oculusiridis* Ehrenberg, 1840

Распространение: Аркто-бореальный вид.

**Семейство HEMIDISCACEAE****Род Actinocyclus Ehrenberg, 1837*****Actinocyclus roperi* (Brébisson) Grunow ex Van Heurck, 1881**

Синонимия: *Eupodiscus roperi* Brébisson, 1870

Распространение: Тропическо-аркто-бореальный вид.

**Подпорядок BIDDULPHIINEAE****Семейство HEMIAULACEAE****Род Eucampia Ehrenberg, 1839*****Eucampia cornuta* (Cleve) Grunow, 1883**

Распространение: Тропическо-антарктический вид.

**Род Cerataulina H. Peragallo ex Schütt, 1896*****Cerataulina dentata* Hasle, 1980**

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***C. pelagica* (Cleve) Hendey, 1937**

Синонимия: *Cerataulina bergonii* Schütt, 1896; *Cerataulus bergonii* Peragallo, 1892; *Zygoce-ros pelagicum* Cleve, 1889

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Семейство CHAETOCERACEAE****Род Chaetoceros Ehrenberg, 1844*****Chaetoceros affinis* Lauder, 1864**

Синонимия: *Chaetoceros affine* Lauder, 1864; *Ch. javanicus* Cleve, 1873; *Ch. ralfsii* Cleve, 187; *Ch. schüttii* Cleve, 1894

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***Ch. contortus* Schütt, 1895**

Синонимия: *Chaetoceros compressus* Lauder, 1864

Распространение: Тропическо-аркто-бореальный вид.

***Ch. constrictus* Gran 1897**

Распространение: Тропическо-аркто-бореальный вид.

***Ch. didymus* Ehrenberg 1845**

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Род Bacteriastrum Shadbolt, 1854*****Bacteriastrum delicatulum* Cleve, 1897**

Распространение: Тропический вид.

**Семейство LITHODESMIACEAE****Род Ditylum J.W. Bailey, 1861*****Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow, 1885**

Синонимия: *Ditylum trigonum* J.W. Bailey et L.W. Bailey, 1862; *Triceratium brightwellii* West, 1860

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Подпорядок RHIZOSOLENIINEAE****Семейство RHIZOSOLENACEAE****Род Rhizosolenia Brightwell, 1858*****Rhizosolenia hebetata* J.W. Bailey, 1856**

Синонимия: *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis* Gran, 1904

Распространение: Космополит.

***Rh. setigera*** Brightwell, 1858Синонимия: *Rhizosolenia henseni*: Schütt, 1900

Распространение: Космополит.

***Rh. setigera f. pungens*** (Cleve-Euler) Brunel, 1962Синонимия: *Rhizosolenia pungens* Cleve-Euler, 1937

Распространение: требует уточнения.

**Род *Guinardia*** H. Peragallo, 1892***Guinardia delicatula*** (Cleve) Hasle, 1997Синонимия: *Rhizosolenia delicatula* Cleve, 1900

Распространение: Космополит.

***G. striata*** (Stolterfoth) Hasle, 1996Синонимия: *Eucampia striata* Stolterfoth, 1879; *Rhizosolenia stolterfothii* Peragallo, 1888

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Род *Dactyliosolen*** Castracane, 1886***Dactyliosolen fragilissimus*** (Bergon) Hasle, 1996Синонимия: *Rhizosolenia fragilissima* Bergon, 1903

Распространение: Космополит.

**Класс PENNATOPHYCEAE****Порядок BACILLARIALES****Подпорядок FRAGILARIINEAE****Семейство FRAGILARIACEAE****Род *Asterionellopsis*** Round, 1990***Asterionellopsis glacialis*** (Castracane) Round, 1990Синонимия: *Asterionella glacialis* Castracane, 1886; *A. japonica* Cleve et Möller, 1882

Распространение: Космополит.

**Род *Fragilaria*** Lyngbye, 1819***Fragilaria crotonensis*** Kitton, 1869Синонимия: *Synedra crotonensis* Cleve et Möller, 1878; *S. crotonensis* var. *prolongata* f. *belgica* Grunow, 1881; *Fragilaria crotonensis* var. *prolongata* Grunow, 1885; *Nematoplata crotonensis* Kuntze, 1898

Распространение: требует уточнения.

**Род *Grammatophora*** Ehrenberg, 1840***Grammatophora marina*** (Lyngbye) Kützing, 1844Синонимия: *Diatoma marina* Lyngbye, 1819; *D. marinum* Lyngbye, 1819

Распространение: требует уточнения.

**Род *Striatella*** C. Agardh, 1832***Striatella unipunctata*** (Lyngbye) C. Agardh, 1832Синонимия: *Fragilaria unipunctata* Lyngbye, 1819

Распространение: требует уточнения.

**Семейство RHAPHONEIDACEAE****Род *Cocconeis*** Ehrenberg, 1836***Cocconeis scutellum*** Ehrenberg, 1838

Распространение: Космополит.

**Семейство THALASSIONEMATACEAE****Род *Thalassionema*** Grunow ex Mereschkowsky, 1902***Thalassionema frauenfeldii*** (Grunow) Hallegraeff, 1986Синонимия: *Thalassiothrix frauenfeldii* Cleve et Grunow, 1880

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***Th. nitzschoides*** (Grunow) Mereschkowsky, 1902

Синонимия: *Synedra nitzschioides* Grunow, 1862; *Thalassiothrix nitzschioides* Grunow, 1881

Распространение: Тропическо-аркто-бореальный вид.

**Род Licmophora** C. Agardh, 1827

*Licmophora abbreviata* C. Agardh, 1831

Распространение: Космополит.

**Подрядок BACILLARIINEAE**

**Семейство ACHNANTHACEAE**

**Род Achnantes**

*Achnantes* sp.

**Семейство NAVICULACEAE**

**Род Navicula** Bory de Saint-Vincent, 1822

*Navicula granii* (Jørgensen) Gran, 1908

Синонимия: *Stauroneis granii* E. Jørgensen, 1905; *Navicula transitans* Cleve, 1883; *Navicula transitans* var. *derasa* (Grunow) Cleve, 1883

Распространение: Аркто-бореальный вид.

**Род Diploneis** Ehrenberg ex Cleve, 1894

*Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve, 1894

Синонимия: *Navicula smithii* Brébisson, 1856

Распространение: требует уточнения.

**Род Amphiprora** C.G. Ehrenberg, 1843

*Amphiprora* sp.

**Род Pleurosigma** W. Smith, 1852

*Pleurosigma formosum* W. Smith, 1852

Распространение: Космополит.

**Род Ceratoneis** Ehrenberg, 1839

*Ceratoneis closterium* Ehrenberg, 1839

Синонимия: *Cylindrotheca closterium* Reimann et Lewin, 1964; *Nitzschia closterium* W. Smith, 1853; *N. curvirostris* var. *delicatissima* Lemmermann, 1898

Распространение: Космополит.

**Семейство BACILLARIACEAE**

**Род Pseudo-nitzschia** H. Peragallo, 1900

*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden, 1928

Синонимия: *Homoeocladia delicatissima* (Cleve) Meunier; *Nitzschia actydropbila* Hasle, 1965; *N. delicatissima* Cleve, 1897

Распространение: Космополит.

*P. pungens* (Grunow ex Cleve) G.R. Hasle, 1993

Синонимия: *Nitzschia pungens* Grunow ex Cleve, 1897

Распространение: Космополит.

**Род Nitzschia** Hassall, 1845

*Nitzschia* sp.

**Отдел OCHROPHYTA – Охрофитовые**

**Класс RHAEOPHYCEAE – Бурые водоросли**

**Порядок DESMARESTIALES**

**Семейство DESMARESTIACEAE**

**Род Desmarestia** J.V. Lamouroux, 1813

*Desmarestia viridis* (O.F. Müller) J.V. Lamouroux, 1813

Синонимия: *Dichloria viridis* Greville, 1830

Распространение: Бореально-арктическо-тропический вид.

**Порядок ECTOCARPALES**  
**Семейство CHORDARIACEAE**

**Род Chordaria** C.Agardh, 1817

*Chordaria flagelliformis* (O.F. Müller) C. Agardh, 1817

Распространение: Бореально-арктическо-нотальный вид

**Род Punctaria** Greville, 1830

*Punctaria plantaginea* (Roth) Greville, 1830

Распространение: Широкобореально-арктический вид.

**Семейство SCYTOSIPHONACEAE**

**Род Colpomenia**(Endlicher) Derbès et Solier, 1851

*Colpomenia peregrina* Sauvageau, 1927

Распространение: Бореально-тропическо-нотальный вид.

**Порядок LAMINARIALES**

**Семейство CHORDACEAE**

**Род Chorda** Stackhouse, 1797

*Chorda asiatica* Sasaki et Kawai, 2007

Синонимия: *Chorda filum*: Stackhouse, 1797

Распространение: Тихоокеанский широкобореальный вид.

**Семейство LAMINARIACEAE**

**Род Saccharina** Stackhouse, 1809

*Saccharina japonica* (Areschoug) Lane, Mayes, Druehl et Saunders, 2006

Синонимия: *Laminaria japonica*: Areschoug, 1851

Распространение: Приазиатский субтропическо-низкобореальный вид.

**Порядок FUCALES**

**Семейство SARGASSACEAE**

**Род Sargassum** C.Agardh, 1820

*Sargassum pallidum* (Turner) C. Agardh, 1820

Распространение: Приазиатский субтропическо-низкобореальный вид.

*S. miyabei* Yendo, 1907

Распространение: Приазиатский низкобореально-тропический вид.

**Класс CHRYSOPHYCEAE – Золотистые водоросли**

**Порядок DICTYOCHEALES**

**Семейство DICTYOCHEACEAE**

**Род Dictyocha** Ehrenberg, 1837

*Dictyocha speculum* Ehrenberg, 1837

Синонимия: *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel, 1887; *Dictyocha fibula* Ehrenberg, 1837

Распространение: Космополит.

**Отдел CRYPTOPHYTA – КRYPTOFITOVЫЕ**

**Класс CRYPTOPHYCEAE – КRYPTOFITOVЫЕ водоросли**

**Порядок PYRENOMONADALES**

**Семейство GEMINGERACEAE**

**Род Teleaulax** D.R.A. Hill, 1991

*Teleaulax acuta* (Butcher) D.R.A. Hill, 1991

Синонимия: *Cryptomonas acuta* Butcher, 1952

Распространение: требует уточнения.

**Отдел DINOPHYTA – ДИНОФИТОВЫЕ**

**Класс DINOPHYCEAE – ДИНОФИТОВЫЕ водоросли**

**Порядок PROROCENTRALES**

**Семейство PROROCENTRACEAE****Род Prorocentrum** C.G.Ehrenberg, 1834***Prorocentrum cordatum*** (Ostenfeld) Dodge, 1975Синонимия: *Prorocentrum minimum* (Pavillard) J. Schiller, 1933.

Распространение: Космополит.

***P. micans*** C.G.Ehrenberg, 1834Синонимия: *Prorocentrum schillerii* Böhrn, 1933; *P. levantoides* Bursa, 1959; *P. pacificum* Wood, 1963

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***P. triestinum*** J. Schiller, 1918Синонимия: *Prorocentrum pyrenoideum* Bursa, 1959; *P. redfieldii* Bursa, 1959; *P. setouti* Nada, 1975

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Порядок DINOPHYSIALES****Семейство DINOPHYSIACEAE****Род Dinophysis** Ehrenberg, 1839***Dinophysis acuminata*** Claparède et Lachmann, 1859Синонимия: *Dinophysis boehmii* Paulsen, 1949; *D. borealis* Paulsen, 1949; *D. ellipsoides* Kofoid, 1907; *D. paulsenii* Woloszynska, 1928; *D. skagii* Paulsen, 1949

Распространение: Космополит.

***D. acuta*** Ehrenberg, 1839

Распространение: Биполярный вид.

***D. forthii*** Pavillard, 1923Синонимия: *Dinophysis ovum* Schütt, 1895 sensu Martin, 1929

Распространение: требует уточнения.

***D. rotundata*** Claparède et Lachmann, 1859Синонимия: *Phalacroma rotundata* (Claparède et Lachmann) Kofoid et Michener, 1911; *Dinophysis whittingae* Balech, 1971

Распространение: Космополит.

**Порядок GYMNODINIALES****Семейство GYMNODINIACEAE****Род Gymnodinium** F.Stein, 1878***Gymnodinium simplex*** (Lohmann) Kofoid et Swezy, 1921

Распространение: требует уточнения.

*Gymnodinium* sp.**Род Akashiwo** G.Hansen et Moestrup, 2000***Akashiwo sanguinea*** (K. Hirasaka) G. Hansen et Ø. Moestrup, 2000Синонимия: *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka, 1922; *G. nelsonii* Martin, 1929

Распространение: требует уточнения.

**Род Gyrodinium** Kofoid et Swezy, 1921***Gyrodinium flagellare*** Schiller, 1928

Распространение: требует уточнения.

***G. fusus*** (Meunier) Akselman, 1985Синонимия: *Gyrodinium fusiforme* Kofoid et Swezy, 1921

Распространение: Тропическо-аркто-бореальный вид.

*Gyrodinium* sp.**Род Amphidinium** E. Claparède et J. Lachmann, 1859***Amphidinium sphenoides*** Wülf, 1916

Распространение: Аркто-бореальный вид.

**Порядок PERIDINIALES****Семейство CERATIACEAE****Род Ceratium** F. Schrank, 1793***Ceratium fusus*** (Ehrenberg) Dujardin, 1841Синонимия: *Peridinium fusus* Ehrenberg, 1834

Распространение: Космополит.

**Семейство GONYAULACACEAE****Род Gonyaulax** K.M. Diesing, 1866***Gonyaulax diegensis*** Kofoid, 1911

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***Gonyaulax digitalis*** (Pouchet) Kofoid, 1911Синонимия: *Protoperidinium digitale* Pouchet, 1883

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***G. spinifera*** (Claparède et Lachmann) Diesing, 1866Синонимия: *Peridinium spiniferum* Claparède et Lachmann, 1859; *Gonyaulax levanderi* (Lemmermann) Paulsen, 1907

Распространение: Космополит.

**Семейство PYROPHACACEAE****Род Pyrophacus** F. Stein, 1883***Pyrophacus horologicum*** Stein, 1883

Распространение: Тропический вид.

**Порядок PERIDINIALES****Семейство OXYTOXACEAE****Род Oxytoxum** Stein, 1883***Oxytoxum sceptrum*** (Stein) Schroder, 1906

Распространение: Тропический вид.

**Род Protoceratium** R.S. Bergh, 1881***Protoceratium reticulatum*** (Claparède et Lachmann) Butschli, 1885Синонимия: *Peridinium reticulatum* Claparède et Lachmann, 1859; *Protoceratium aceros* Bergh, 1881; *Gonyaulax grindleyi* Reinecke, 1967

Распространение: Космополит.

**Семейство PERIDINIACEAE****Род Protoperidinium** R.S. Bergh, 1881***Protoperidinium bipes*** (Paulsen) Balech, 1974Синонимия: *Glenodinium bipes*: Paulsen, 1904; *Peridinium minisculum*: Pavillard, 1905

Распространение: Аркто-бореальный вид.

***P. brevipes*** (Paulsen) Balech, 1974Синонимия: *Peridinium brevipes* Paulsen, 1908

Распространение: Космополит.

***P. claudicans*** (Paulsen) Balech, 1974Синонимия: *Peridinium claudicans* Paulsen, 1907

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

***P. conicoides*** (Paulsen) Balech, 1973Синонимия: *Peridinium conicoides* Paulsen, 1905

Распространение: Космополит.

***P. conicum*** (Gran) Balech, 1974Синонимия: *Peridinium conicum* (Gran) Ostefeld et Schmidt, 1902

Распространение: Космополит.

***P. depressum*** (Bailey) Balech, 1974

Синонимия: *Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech, 1974; *Peridinium divergens* Ehrenberg, 1840

Распространение: Космополит.

***P. granii*** (Ostenfeld) Balech, 1974

Синонимия: *Peridinium granii* Ostenfeld, 1906

Распространение: требует уточнения.

***P. leonis*** (Pavillard) Balech, 1974

Синонимия: *Peridinium leonis* Pavillard, 1916; *Peridinium saltans* Pavillard, 1915

Распространение: Космополит.

***P. minutum*** (Kofoid) Loeblich III, 1970

Синонимия: *Peridinium minutum* Kofoid, 1907; *P. monospinum* Paulsen, 1907

Распространение: требует уточнения.

***P. monovelum*** (Abé) Balech, 1974

Распространение: требует уточнения.

***P. oblongum*** (Aurivillius) Parke et Dodge, 1976

Синонимия: *Peridinium oblongum* (Aurivillius) Cleve, 1900

Распространение: требует уточнения.

***P. ovum*** (Schiller) Balech, 1974

Синонимия: *Protoperidinium ellipsoides* P. Dangeard, 1927; *P. ellipsoideum* Dangeard, 1927; *P. nipponicum* (Abé, 1927) Balech, 1974

Распространение: требует уточнения.

***P. pellucidum*** Bergh, 1881

Синонимия: *Peridinium pellucidum* (Bergh) Schütt, 1895

Распространение: Космополит.

***P. thorianum*** (Paulsen) Balech, 1974

Синонимия: *Peridinium thorianum*: Paulsen, 1905

Распространение: требует уточнения.

**Род *Diplopsalis*** R.S.Bergh, 1881***Diplopsalis lenticula*** Bergh, 1882

Синонимия: *Dissodium lenticulum* Loeblich III, 1970

Распространение: требует уточнения.

**Род *Oblea*** Balech ex Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966***Oblea rotunda*** (Lebour) Balech et Sournia, 1973

Синонимия: *Diplopsalis rotunda*: Wood, 1968; *D. rotundata*: Steidinger et Williams, 1970

Распространение: требует уточнения.

**Род *Heterocapsa*** F.Stein, 1883***Heterocapsa triquetra*** (Ehrenberg) F. Stein, 1883

Синонимия: *Peridinium triquetrum*: Schiller, 1937

Распространение: Тропическо-бореальный вид.

**Род *Scrippsiella*** Balech ex A.R.Loeblich III, 1965***Scrippsiella trochoidea*** (Stein) Balech ex Loeblich III, 1965

Синонимия: *Scrippsiella faeroensis* (Paulsen) Balech et Soares, 1966; *Calciodinellum faeroense* (Paulsen, 1905) Havskum, 1991

Распространение: Космополит.

**Заключение**

Флора макрофитов бухты Северной включает не менее 3 видов морских трав и 20 видов водорослей, в том числе 10 видов красных, 8 видов бурых и 2 вида зеленых. Макрофлора достаточна разнообразна, она представлена 23 видами из 19 родов, 14 семейств, 11 порядков,

4 классов и 4 отделов. Самые крупные рода морских трав (*Zostera*), бурых (*Sargassum*) и красных водорослей (*Symphocladia* и *Corallina*) содержат по 2 вида. Больше всего видов – 4 – включают порядки Corallinales и Ceramiales с соответствующими семействами, Corallinaceae и Rhodomelaceae. Представители этих таксонов являются многолетними растениями. Они формируют ядро макрофлоры. В зарослях водорослей и трав в весенне-осенний период развиваются однолетние формы. На крупных слоевищах поселяются эфемеры и эпифиты, часто микроскопические. Состав мелких форм водорослей бухты Северной пока изучен недостаточно, поэтому нужны дальнейшие специальные исследования.

Зонально-географическая структура макрофлоры бухты Северной Славянского зал. образована 6 группами видов. Субтропическо-бореальные и субтропическо-низкобореальные виды составляют 22 % от общего числа макрофитов. На долю бореально-арктических видов приходится 17 %. Широкобореальные и низкобореальные виды в сумме составляют 28 % видового состава флоры. Около трети всех видов макрофитов, бореально-тропическо-нотальные и мультizonальные, широко распространены в Мировом океане.

Флора микроводорослей бухты Северной представлена 37 видами диатомовых и 39 видами динофитовых водорослей; золотистые, криптофитовые и зеленые водоросли содержат по 1 виду в каждом отделе. Флора диатомей разнообразна, встреченные виды относятся к 27 родам, 13 семействам, 5 подпорядкам и 2 классам. Самые крупные рода содержат по 3–4 вида (*Rhizosolenia* и *Chaetoceros*). Больше всего видов включают подпорядки Bacillariineae и Bidulphineae – по 9 видов. Крупнейшими семействами являются: Rhizosolenaceae – 6 видов, Chaetocerotaceae и Naviculaceae – по 5 видов, Fragilariaceae – 4 вида. Флора динофитовых содержит 39 видов из 16 родов, 8 семейств и 4 порядков. Род *Protoperdinium* включает 14 видов, род *Dinophysis* – 4 вида, рода *Prorocentrum*, *Gyrodinium* и *Gonyaulax* – по 3 вида. Самые большие порядки Peridinales и Gymnodiniales содержат 25 и 7 видов, соответственно. Больше всего видов включают семейства: Peridiniaceae – 18 видов, Gymnodiniaceae – 7 и Dinophysiaceae – 4 вида.

Зонально-географическую структуру микрофлоры формируют 7 групп видов. Из видов, ареал которых установлен, около половины (47 %) являются космополитами, а около 27 % видового состава составляют тропическо-бореальные и бореально-тропические виды. На долю бореально-арктических видов приходится 7 % и на долю широко распространенных в Мировом океане – 9 % всех видов микроводорослей. Тропические, биполярные и тропическо-антарктические виды не характерны для данной флоры и представлены в ней незначительно.

### Список литературы

1. Левенец, И.Р. Водоросли-макрофиты в сообществах обрастания прибрежных вод Южного Приморья / И.Р. Левенец. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 188 с.
2. Рижийс, Е.А. К вопросу о развитии марикультуры в Приморье в начале XXI века / Е.А. Рижийс, Л.А. Гайко // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 1. – С. 95–98.
3. Левенец, И.Р. Флористические находки в заливе Петра Великого Японского моря / И.Р. Левенец, А.В. Скрипцова, Л.И. Попова // Ботанический журн. – 2006. – Т. 91, № 7. – С. 1107–1109.
4. Орлова, Т.Ю. Флора микроводорослей планктона Амурского залива Японского моря / Т.Ю. Орлова, И.В. Стоник, О.Г. Шевченко // Биол. моря. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 48–61.
5. Шевченко, О.Г. Мониторинг потенциально токсичных микроводорослей в бухте Северной (Славянский залив) в 2008, 2009 гг. / О.Г. Шевченко, С.И. Масленников, Т.В. Бложко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 24. – С. 34–42.



6. Шевченко, О.Г. Потенциально токсичные микроводоросли в составе фитопланктона бухты Северной (Славянский залив) в летне-осенний период 2008 года / О.Г. Шевченко, Т.В. Бложко, Е.А. Герасимова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 1. – С. 113–117.
7. Смирнова, Е.В. Результаты экологического мониторинга экосистемы б. Северной (Амурский зал.) / Е.В. Смирнова // Материалы XIV Всерос. межвуз. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – С. 134–136.
8. Буторина, Т.Е. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка / Т.Е. Буторина, Н.И. Скиба // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – Ч. 2. – С. 102–105.
9. Абакумов, В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В.А. Абакумов. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
10. Березина, Н.А. Практикум по гидробиологии / Н.А. Березина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
11. Звягинцев, А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана / А.Ю. Звягинцев. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.
12. Суханова, И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе / И.Н. Суханова // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. – М.: Наука, 1983. – С. 97–105.
13. Федоров, В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В.Д. Федоров. – М.: МГУ, 1979. – 168 с.
14. Адрианов, А.В. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого Японского моря / А.В. Адрианов, О.Г. Кусакин. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 350 с.
15. Перестенко, Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России / Л.П. Перестенко. – СПб.: Изд-во «Ольга», 1994. – 331 с.
16. Identifying Marine Phytoplankton / Carmelo R. T. (ed.). – London: Academic press, 1997. – 858 p.
17. Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms, Biology and Morphology of the Genera. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 747 p.
18. Коновалова, Г.В. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана / Г.В. Коновалова. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 300 с.
19. Коновалова, Г.В. Динофитовые водоросли (Dinophyta) / Г.В. Коновалова, М.С. Селина; под ред. А.В. Адрианова // Биота российских вод Японского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 352 с.
20. Christensen T. Botanik (Systematisk Botanik). – Vol. 2. – Alger. Munksgaard, København.
21. World Register of Marine Species. Global Species Databases. Accessed at <http://www.marinespecies.org> [18-06-2015].
22. Guiry, M.D., Guiry, G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – Accessed at <http://www.algaebase.org> [29-05-2015].
23. Simonsen R. The diatom system: Ideas on phylogeny // Bacillaria. – 1979. – Vol. 2. – P. 9–71.

**Сведения об авторах:** Левенец Ирина Романовна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник, e-mail: iralevenetz@rambler.ru;  
Шевченко Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник, e-mail: 713553@mail.ru.

УДК 595.1(265)

**М.И. Некрасова<sup>1</sup>, Т.Е. Буторина<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР МНОГОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ  
БУХТЫ СЕВЕРНОЙ (СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО,  
ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Впервые приведены результаты фаунистического исследования многощетинковых червей бухты Северной (Славянский зал., зал. Петра Великого). Аннотированный список включает 44 вида, представителей 19 семейств 8 отрядов. Для каждого вида приведены синонимы, наиболее употребляемые в отечественной литературе. Доминировали семейства Serpulidae, Phyllodocidae, Nereididae и Syllidae.*

**Ключевые слова:** полихеты, организмы бентоса, бухта Северная, зал. Петра Великого, Японское море.

**M.I. Nekrasova, T.E. Butorina****TAXONOMIC REVIEW OF THE POLYCHAETA OF SEVERNAYA BAY  
(SLAVYANSKY BAY, PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The results of faunistic researches of polychaetes worms of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) have been presented at the first time. An annotated check-list includes 44 species, which belong to 19 families and 8 orders. Short information on synonyms and remarks to each species are given. Dominant families are Serpulidae, Phyllodocidae, Nereididae and Syllidae.*

**Key words:** polychaetes, benthic organisms, Severnaya Bay, Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Многощетинковые черви, или полихеты – самая многочисленная группа морских червей и одна из самых массовых групп среди морских беспозвоночных. Они являются одним из самых существенных звеньев в процессе продуцирования живого вещества. Полихеты доминируют в донных сообществах шельфа и материкового склона и обычно дают 45–50 % от общего числа видов и до 80 % от общего числа экземпляров [1]. Велика их роль и как кормовой базы рыб и беспозвоночных. В частности, они служат основной, при этом высококалорийной пищей многих промысловых рыб. Некоторые виды полихет являются показателями загрязнения, предпочитая поселяться на грунтах с повышенной концентрацией органических веществ и почти полным отсутствием кислорода. Поэтому полихеты уже давно применяются в качестве индикаторов при оценке загрязнения морских акваторий [2].

Фауна многощетинковых червей бухты Северной специально не изучалась. Для оценки состояния экосистемы бухты в условиях функционирования марикультурного хозяйства по выращиванию беспозвоночных, в ней проводились мониторинговые и паразитологические исследования [3, 4].

**Материал и методика**

Материалом для данной работы послужили сборы бентоса, выполненные студентами и преподавателями Дальрыбвтуза и сотрудниками ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН в летний период 2004 г.

Взятие проб бентоса проводили на мониторинговой трансекте от супралиторали до максимальных глубин. При выполнении настоящей работы были использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического материала [5].

В приводимом ниже списке для каждого вида дана информация о систематическом положении, принятом в настоящее время названием и синонимии [6–38].

**Тип Annelida** – Кольчатые черви

**Класс Polychaeta** Grube, 1850

**Отряд Phyllodoce**

**Семейство Phyllodoceidae** Oersted, 1843

**Род Eumida** Malmgren, 1865

Вид *Eumida sanguinea olivacea* Zachs, 1933

Синонимия: *Eumida sanguinea*: Дерюгин, 1915; *Eumida sanguinea olivacea*: Ушаков, 1972

**Род Phyllodoce** Lamarck, 1818

Вид *Phyllodoce groenlandica orientalis* Zachs, 1933

Синонимия: *Anaitides groenlandica*: Зацепин, 1948; *Phyllodoce (Anaitides) groenlandica*: Ушаков, 1972; *Phyllodoce groenlandica orientalis*: Бужинская, 2013

**Род Eteone** Savigny in Lamarck, 1820

Вид *Eteone longa* (Fabricius, 1780)

Синонимия: *Eteone arctica*: Дерюгин, 1915; *Eteone longa*: Зацепин, 1948; Ушаков, 1972.

**Род Nereiphylla** Blainville, 1828

Вид *Nereiphylla castanea* (Marenzeller, 1879)

Синонимия: *Phyllodoce (Nereiphylla) castanea*: Ушаков, У Бао-лин, 1965; *Genetyllis castanea*: Ушаков, 1972; *Nereiphylla castanea*: Pleijel, 1991; Blake, Hilbig, Scott, 1994; Imajima, 2003.

**Род Pterocirrus** Claparede, 1868

Вид *Pterocirrus macroceros* (Grube, 1860)

Синонимия: *Eulalia (Sige) macroceros*: E. Berkeley et C. Berkeley, 1948; *Eulalia (Pterocirrus) macroceros*: Banse, 1959; Banse et Nichols, 1968; *Pterocirrus macroceros*: Ушаков, 1972; Бужинская, 2013.

**Семейство Polynoidae** Kinberg, 1856

**Род Harmothoe** Kinberg, 1855

Вид *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767)

Синонимия: *Harmothoe imbricata*: Pettibone, 1963; Ушаков, 1982.

**Род Lepidonotus** Leach, 1861

Вид *Lepidonotus squamatus* (Linnaeus, 1764)

Синонимия: *Lepidonotus caelurus*: E. Berkeley et C. Berkeley, 1948; *Lepidonotus squamatus*: Ушаков, 1982.

**Семейство Chrysopetalidae** Ehlers, 1864

**Род Chrysopetalum** Ehlers, 1864

Вид *Chrysopetalum occidentale* Johnson, 1897

Синонимия: *Chrysopetalum occidentale*: Анненкова, 1938; Ушаков, 1955; Imajima, 2003.

**Семейство Glyceridae** Grube, 1850

**Род Glycera** Savigny, 1812

Вид *Glycera capitata* Oersted, 1843

Синонимия: *Glycera capitata*: Ушаков, 1955; Böggemann, 2002.

Вид *Glycera onomichiensis* Izuka, 1912

Синонимия: *Glycera onomichiensis*: Imajima, 2003.

**Семейство Goniadidae** Kinberg, 1866

**Род Glycinde** Muller, 1858

Вид *Glycinde armigera* Moore, 1911

Синонимия: *Glycinde armigera*: Blake, Hilbig, Scott, 1997.

**Семейство Nereididae** Savigny in Lamarck, 1818

**Род Alitta** Kinberg in Malmgren, 1865

Вид *Alitta brandti* Malmgren, 1865

Синонимия: *Nereis virens*: Ушаков, 1955; *Alitta brandti*: Хлебович, 1996.

**Род Nereis** Linnaeus, 1758

Вид *Nereis zonata tigrina* Zachs, 1933

Синонимия: *Nereis zonata tigrina*: Закс, 1933; Хлебович, 1996.

Вид *Nereis zonata* Malmgren, 1867

Синонимия: *Nereis zonata*: Imajima, 2001.

Вид *Nereis pelagica* Linnaeus, 1758

Синонимия: *Nereis pelagica*: Хлебович, 1996.

**Род Platynereis** Kinberg, 1865

Вид *Platynereis bicanaliculata* (Baird, 1863)

Синонимия: *Platynereis bicanaliculata*: Imajima, 2003.

**Семейство Syllidae** Grube, 1850

**Род Syllis** Lamarck, 1818

Вид *Syllis fasciata* (Malmgren, 1867)

Синонимия: *Syllis fasciata*: E. Berkeley et C. Berkeley, 1948; *Syllis (Typosyllis) fasciata*: Ушаков, 1955; *Typosyllis fasciata*: Imajima, Hartman, 1964; *Syllis fasciata*: San Martín, 2003.

Вид *Syllis variegata* (Grube, 1860)

Синонимия: *Syllis (Typosyllis) variegata*: Ушаков, 1955; *Typosyllis variegata*: Imajima, Hartman, 1964; *Syllis variegata*: San Martín, 2003.

**Род Typosyllis** Langerhans, 1879

Вид *Typosyllis pigmentata* (Chamberlin, 1919)

Синонимия: *Typosyllis pulchra*: E. Berkeley et C. Berkeley, 1948; *Typosyllis pulchra occidentalis*: Бужинская, Бритаев, 1992; *Typosyllis pigmentata*: Licher, 1999.

**Род Odontosyllis** Claparede, 1863

Вид *Odontosyllis maculata* Uschakov 1950

Синонимия: *Odontosyllis maculata*: Бужинская, 2013.

**Семейство Euphrosynidae** Williams, 1851

**Род Euphrosyne** Savigny, 1818

Вид *Euphrosyne hortensis* Moore, 1905

Синонимия: *Euphrosyne hortensis*: Ушаков, 1955; Бужинская, 2013.

**Семейство Lumbrineridae** Schmarda, 1861

**Род Lumbrineris** Blainville, 1828

Вид *Lumbrineris inflata* Moore, 1911

Синонимия: *Lumbriconereis gurjanovae*: Анненкова, 1938; *Lumbriconereis cervicalis*: Ушаков, 1955; *Lumbrineris inflata*: Бужинская, 2013.

**Род Scoletoma** Blainville, 1828

Вид *Scoletoma fragilis* (O.F. Muller, 1776)

Синонимия: *Lumbriconereis fragilis*: Ушаков, 1955; *Lumbrineris fragilis*: Жирков, 2001; *Scoletoma fragilis*: Бужинская, 2013.

Вид *Scoletoma longifolia* (Imajima et Higuchi, 1975)

Синонимия: *Lumbriconereis heteropoda*: Ушаков, 1955; *Lumbrineris longifolia*: Imajima et Higuchi, 1975; *Scoletoma longifolia*: Бужинская, 2013.

**Отряд Spionida**

**Семейство Spionidae** Grube, 1850

**Род Aonides** Claparede, 1864

Вид *Aonides oxucephala oligobranchia* (Wu, 1962)

Синонимия: *Aonides oxucephala oligobranchia*: Бужинская, 1967.

**Отряд Cirratulida**

**Семейство Cirratulidae** Ryckholdt, 1851

**Род Cirriformia** Hartman, 1936

Вид *Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808)

Синонимия: *Audouinia tentaculata*: Ушаков, 1955; *Cirriformia tentaculata*: Imaijima, Hartman, 1964.

**Отряд Flabelligerida**

**Семейство Flabelligeridae** Saint-Joseph, 1894

**Род Pherusa** Oken, 1807

Вид *Pherusa plumosa* (O.F.Muller, 1776)

Синонимия: *Pherusa plumosa*: Жирков, 2001.

**Род Diplocirrus** Naase, 1915

Вид *Diplocirrus longisetosus* (Marenzeller, 1890)

Синонимия: *Diplocirrus longissetosus*: Жирков, 2001.

**Отряд Opheliida**

**Семейство Opheliidae** Grube, 1850

**Род Armandia** Filippi, 1861

Вид *Armandia brevis* (Moore, 1906)

Синонимия: *Ammotrupane multiparilla*: Ушаков, 1955; *Armandia brevis*: Бужинская, 2013.

**Семейство Scalibregmatidae** Malmgren, 1867

**Род Scalibregma** Rathke, 1843

Вид *Scalibregma inflatum* Rathke, 1843

Синонимия: *Scalibregma inflatum*: Imaijima, Hartman, 1964; Жирков, 2001.

**Род Hyboscolex** Schmarda, 1861

Вид *Hyboscolex pacificus borealis* (Imaijima et Hartman, 1964)

Синонимия: *Oncoscolex pacificus borealis*: Imaijima et Hartman, 1964; *Hyboscolex pacificus borealis*: Бужинская, 2013.

**Отряд Capitellida**

**Семейство Capitellidae** Grube, 1862

**Род Heteromastus** Eisig, 1887

Вид *Heteromastus filiformis laminariae* Zachs, 1925

Синонимия: *Heteromastus filiformis laminariae*: Закс, 1933; Бужинская, 2013.

**Род Capitella** Blainville, 1828

Вид *Capitella capitata* (Fabricius, 1870)

Синонимия: *Capitella capitata capitata*: Бужинская, 1985; *Capitella capitata*: Бужинская, 1967; Бужинская, 2013.

**Отряд Terebellida**

**Семейство Terebellidae** Grube, 1850

**Род Pista** Malmgren, 1865

Вид *Pista incarrientis* Annenkova, 1925

Синонимия: *Pista acarrientis*: Закс, 1933; *Pista incarrientis*: Анненкова, 1937; *Pista incarrientis*: Ушаков, 1955; Бужинская, 2013.

**Род Neoamphitrite** Hesse, 1917

Вид *Neoamphitrite groenlandica* Malmgren, 1865

Синонимия: *Neoamphitrite groenlandica*: Ушаков, 1955; Жирков, 2001.

**Семейство Ampharetidae** Malmgren, 1865

**Род Melinna** Malmgren, 1865

Вид *Melinna elisabethae* Macintosh, 1918

Синонимия: *Melinna elisabethae*: Жирков, 2001.

**Отряд Sabellida**

**Семейство Sabellidae** Latreille, 1825

**Род Potamilla** Malmgren, 1865

Вид *Potamilla neglecta* (Sars, 1851)

Синонимия: *Potamilla neglecta*: Жирков, 2001.

**Род Eudistylia** Bush, 1904

Вид *Eudistylia suavis* (Grube, 1878)

Синонимия: *Bispira polymorpha*: Анненкова, 1938; *Eudistylia polymorpha*: Banse, 1979.

*Eudistylia suavis*: Бужинская, 2013.

**Семейство Serpulidae** Rafinesque, 1815

**Род Hydroides** Gunnerus, 1768

Вид *Hydroides ezoensis* Okuda, 1934

Синонимия: *Hydroides ezoensis*: Imajima, Hartman, 1964.

**Род Circeis** Saint-Joseph, 1894

Вид *Circeis armoricana* Saint-Joseph, 1894

Синонимия: *Spirorbis spirillum*: Анненкова, 1952; *Circeis armoricana*: Rzhavsky, Kuprianova et al, 2014.

Вид *Circeis spirillum* (Linnaeus, 1758)

Синонимия: *Spirorbis spirillum*: Анненкова, 1952; *Circeis spirillum*: Rzhavsky, Kuprianova et al, 2014.

**Род Bushiella** Knight-Jones, 1973

Вид *Bushiella (Jugaria) quadrangularis* (Stimpson, 1854)

Синонимия: *Spirorbis (Laeospira) granulatus*: Pettibone, 1954; *Jugaria quadriangularis*: Knight-Jones et al., 1979; *Bushiella (Jugaria) quadrangularis*: Rzhavsky, Kuprianova et al, 2014.

**Род Neodexiospira** Pillai, 1970

Вид *Neodexiospira alveolata* (Zachs, 1933)

Синонимия: *Spirorbis alveolatus*: Закс, 1933; *Neodexiospira alveolata*: Imajima, Hartman, 1964; Rzhavsky, Kuprianova et al, 2014.

**Род Paradexiospira** Caullery et Mesnil, 1897

Вид *Paradexiospira (Spirorbides) vitrea* (Fabricius, 1780)

Синонимия: *Paradexiospira (Spirorbides) vitrea*: Rzhavsky, Kuprianova et al, 2014.

**Заключение**

В результате обработки собранных материалов выяснено, что фауна многощетинковых червей бухте Северной представлена 44 видами, относящимися к 19 семействам 8 отрядам. Основу фауны полихет составляют представители отрядов Phyllodocida (9 семейств, 24 вида) и Sabellida (2 семейства, 8 видов), которые в сумме дают 72,7 % всей фауны многощетинковых червей. Доминируют полихеты четырех семейств: Serpulidae (6 видов), Phyllodocidae, Nereididae (по 5 видов) и Syllidae (4 вида). Дальнейшие исследования полихет бухты Северной позволят значительно расширить список видов.

**Список литературы**

1. Озолиньш, А.В. Факторы, определяющие пространственную структуру бентосных сообществ мелководной бухты / А.В. Озолиньш // Биол. моря. – 2000. – Т. 26, № 4. – С. 231–239.
2. Белан, Т.А. Полихеты как индикаторы загрязнения Амурского залива (Японское море) / Т.А. Белан // Исследования фауны морей. – 1992. – № 43. – С. 120–125.

3. Смирнова, Е.В. Результаты экологического мониторинга экосистемы б. Северной (Амурский зал.) / Е.В. Смирнова // Материалы XIV Всерос. межвуз. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – С. 134–136.
4. Буторина, Т.Е. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка / Т.Е. Буторина, Н.И. Скиба // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – Ч. 2. – С. 102–105.
5. Адрианов, А.В. Методология мониторинга морского биоразнообразия (региональный и локальный уровни) / А.В. Адрианов, В.Г. Тарасов // Науч. основы сохранения биоразнообразия Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 10–29.
6. Дерюгин, К.М. Фауна Кольского залива и условия ее существования / К.М. Дерюгин. – Петроград: Зап. Имп. Акад. наук, 1915. – Сер. 8. – Т. 34, № 1. – 929 с.
7. Ушаков, П.В. Многощетинковые черви подотряда Phyllodociformia Полярного бассейна и северо-западной части Тихого океана / П.В. Ушаков // Фауна СССР: Новая серия. № 102. Многощетинковые черви. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1972. – Т. I. – 271 с.
8. Зацепин, В.И. Многощетинковые черви / В.И. Зацепин // Определитель фауны и флоры северных морей СССР. – М.: Сов. наука, 1948. – С. 94–167.
9. Бужинская, Г.Н. Многощетинковые черви (Polychaeta) дальневосточных морей России и прилежащих вод Тихого океана / Г.Н. Бужинская. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 132 с.
10. Ушаков, П.В. Бродячие многощетинковые черви (Polychaeta, Errantia) Желтого моря / П.В. Ушаков, У Бао-лин // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1965. – Вып. 3(9). – С. 145–258.
11. Pleijel F. Phylogeny and classification of the Phyllodocidae (Polychaeta) // Zool. Scripta. – 1991. – Vol. 20, № 3. – P. 225–261.
12. Blake J.A., Hilbig B., Scott P.H. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. – 1994. – Vol. 4. – 108 p.
13. Imajima M. Polychaetous annelids from Sagami Bay and Sagami collected by the Emperor Showa of Japan and deposited at the Showa Memorial Institute. Nat. Sci. Mus. Monogr. – Tokyo (II): Nat. Science Museum., 2003. – Vol. 23. – 222 p.
14. Berkeley E., Berkeley C. Annelida. Polychaeta Errantia // Canadian Pacific Fauna. Part 9. Toronto: Univ. of Toronto Press for the Fish. Res. Bd. Canada. – 1948. – Vol. 1, № 9b. – P. 1–100.
15. Banse K. Über die Polychaeten-Besiedlung einiger submariner Höhlen. Ergebnisse der Österreichischen Tyrrheni-Expedition, 1952. Teil XII // Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli. – 1959. – № 30 (suppl.). – P. 417–469.
16. Banse K., Nichols F.H. Two new species and three new records of benthic polychaetes from Puget Sound (Washington) // Proc. Biol. Soc. Wash. – 1968. – Vol. 81. – P. 223–230.
17. Pettibone M.H. Revision of some genera of polychaete worms of the family Spionidae, including the description of a new species of Scolelepis // Proc. Biol. Soc. Wash. – 1963. – Vol. 76. – P. 89–104.
18. Ушаков, П.В. Многощетинковые черви подотряда Aphroditiformia Северного Ледовитого океана и северо-западной части Тихого океана. Семейства Aphroditidae и Polynoidae / П.В. Ушаков // Фауна СССР: Новая серия. № 126. Многощетинковые черви. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1982. – Т. II. – Вып. 1. – С. 1–272.
19. Ушаков, П.В. Многощетинковые черви дальневосточных морей СССР / П.В. Ушаков. – Л.: Зоол. ин-т, 1955. – 445 с.
20. Анненкова, Н.П. Полихеты северной части Японского моря и их фацциальное и вертикальное распределение / Н.П. Анненкова // Тр. Гидробиол. экспедиции ЗИН АН СССР 1934 г. на Японское море. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1938. – Вып. 1. – С. 81–230.
21. Böggemann M. Revision of the Glyceridae Grube 1850 (Annelida: Polychaeta). // Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. – 2002. – Vol. 555. – 249 p.

22. Хлебович, В.В. Многощетинковые черви семейства Nereidae морей России и сопредельных вод / В.В. Хлебович // Фауна России и сопредельных стран. – СПб.: Наука, 1996. – 221 с.
23. Закс, И.Г. К фауне кольчатых червей Северо-Японского моря (Polychaeta) / И.Г. Закс // Исслед. морей СССР. – 1933. – Вып. 19. – С. 125–137.
24. Imajima M. Deep-sea benthic polychaetous annelids of Tosa Bay, southwestern Japan // Nat. Sci. Mus. Monogr. – 2001. – № 16. – P. 31–100.
25. Imajima M. and Hartman O. The polychaetous annelids of Japan. Allan Hancock Foundation Publ. – Occasional paper. – № 26. – Los Angeles, California: Univ. of Southern California Press, 1964. – Part II. – 167 p.
26. San Martín G. Annelida, Polychaeta II: Syllidae // Fauna Iberica. № 21/ Editors Ramos M.A. et al. – Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC, 2003. – 554 p.
27. Бужинская, Г.Н. Материалы к фауне залива Восток Японского моря: многощетинковые черви (Polychaeta) / Г.Н. Бужинская, Т.А. Бритаев // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1992. – Т. 43 (51). – С. 82–98.
28. Licher F. Revision der Gattung *Typosyllis* Langerhans, 1879 (Polychaeta: Syllidae) Morphologie, Taxonomic und Phylogenie // Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. – 1999. – Vol. 551. – 336 p.
29. Анненкова, Н.П. Полихеты северной части Японского моря и их фаунальное и вертикальное распределение / Н.П. Анненкова // Тр. Гидробиол. экспедиции ЗИН АН СССР 1934 г. на Японское море. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР. – 1938. – Вып. 1. – С. 81–230.
30. Жирков, И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана / И.А. Жирков. – М.: Янус-К, 2001. – 632 с.
31. Imajima M., Higuchi M. Lumbrineridae of polychaetous annelids from Japan with descriptions of six new species // Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. A. (Zool.). – 1975. – Vol. 1, № 1. – P. 5–37.
32. Бужинская, Г.Н. К экологии многощетинковых червей (Polychaeta) залива Посьета Японского моря / Г.Н. Бужинская // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1967. – Вып. 5(13). – С. 78–124.
33. Бужинская, Г.Н. Многощетинковые черви (Polychaeta) шельфа Южного Сахалина и их экология / Г.Н. Бужинская // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1985. – Т. 30(38). – С. 72–224.
34. Анненкова, Н.П. Фауна Polychaeta северной части Японского моря / Н.П. Анненкова // Исслед. морей СССР. – 1937. – Вып. 23. – С. 139–216.
35. Анненкова, Н.П. Новые виды многощетинковых червей (Polychaeta) / Н.П. Анненкова // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1952. – Т. 12. – С. 148–154.
36. Rzhavsky A.V., Kuprianova E.K., Sikorski A.V., Dahle S. Calcareous tubeworms (Polychaeta, Serpulidae) of the Arctic Ocean. – Moscow: KMK Scientific Press, 2014. – 191 p.
37. Pettibone M.H. Marine polychaete worms from Point Barrow, Alaska, with additional records from the North Atlantic and North Pacific // Proc. US Nat. Mus. – 1954. – Vol. 103. – P. 203–356.
38. Banse K. Sabellidae (Polychaeta) principally from the Northeast Pacific Ocean // Fisheries Res. Board of Canada. – 1979. – Vol. 36, № 8. – P. 869–882.

**Сведения об авторах:** Некрасова Марина Ивановна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, e-mail: mnekrasova@mail.ru;  
Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru.



---

---

# ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

---

---

УДК 629.127.4-52:62.501.55-531.501

**С.А. Бахарев<sup>1</sup>, В.В. Карасев<sup>2</sup>, А.В. Карасев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>АО ЦНИИ «Курс»,

105187, г. Москва, ул. Кирпичная, д. 34а

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

*Рассмотрены современные образцы автономных необитаемых подводных аппаратов и оценены возможности и перспективы использования их для решения промысловых и народнохозяйственных задач.*

**Ключевые слова:** *необитаемые подводные аппараты, изучение Мирового океана.*

**S.A. Bakharev, V.V. Karasev, A.V. Karasev**

## THE USE OF AUTONOMOUS UNMANNED UNDERWATER VEHICLES IN THE PROCESS OF STUDYING THE WORLD OCEAN

*The article considers the modern samples of Autonomous unmanned underwater vehicles and assessed opportunities and prospects of using them for the decision of fishing and other tasks.*

**Key words:** *unmanned undersea vehicles, study of the oceans.*

Наша цивилизация в начале третьего тысячелетия столкнулась с множеством глобальных проблем, в числе которых ограниченность сырьевых ресурсов суши выдвигается на одно из первых мест.

В этих условиях взоры дальновидных политиков и ученых устремлены к Мировому океану, в недрах которого скрыт огромный минерально-сырьевой потенциал. Узнать, постичь и освоить богатства Мирового океана, – другой альтернативы выживания быстро растущему человечеству в обозримом будущем нет. И это должно произойти уже в середине XXI столетия. Большое количество проблем и сложностей в изучении Мирового океана и его богатств уже не может остановить современного человека на пути их освоения.

Кроме того, принадлежность дна океана так же, как и суши Земли, становится новой геополитической проблемой России. Нет сомнения в том, что она станет актуальной в ближайшее десятилетие и может быть успешно решена только при наличии передовых экологических технологий и техники погружения, в том числе на предельные глубины океана.

Безусловно, «вход в океан» представляется делом трудоемким и технически сложным. Ведь сам по себе этот шаг есть вхождение человека в новую среду обитания, в чем-то подобную, по сложности, освоению космического пространства.

В этой связи особую актуальность приобретает развитие работ в области специального судостроения, включая обитаемые подводные аппараты (ОПА) и необитаемые подводные аппараты (НПА), последние, в свою очередь, подразделяются на автономные (АНПА) и телеуправляемые (ТНПА).

К видам технических и исследовательских работ, осуществляемых подводными аппаратами различного назначения, можно отнести [1–3, 10–12, 16–19]:

*I. Общие виды работ:*

- отработка методов подводного судовождения;
- установка и обслуживание донных навигационных систем;
- отработка схем взаимодействия со средствами надводного обеспечения;
- проверка точности карт;
- доставка и подъем материалов;
- выбор места установки подводных лабораторий;
- испытания аппаратуры различного назначения;
- замена деталей подводного оборудования;
- обслуживание подводных полигонов и заповедников;
- обследование трубопроводов и кабелей;
- осмотр опор эстакад и платформ;
- перезарядка подводных источников энергии;
- фото- и видеосъемка, в том числе маршрутная;
- обеспечение аварийных, спасательных и подъемных работ;
- обеспечение водолазных работ;
- наблюдение подо льдом;
- подготовка и проведение подрывных работ и др.

*II. Поиск и разведка промысловых объектов:*

- запись и анализ звуков, издаваемых промысловыми морскими биологическими объектами (МБО);
- разведка и определение численности глубоководных промысловых МБО: беспозвоночных (крабов, креветки и др.) и рыб;
- отработка методов подводного поиска МБО по звукам, издаваемым ими в процессе жизнедеятельности (питании, передвижении и т.д.);
- наблюдение за донной флорой и фауной, а также качественным составом планктона;
- изучение влияния донного рельефа на уловистость орудий лова;
- исследование эффективности совместной работы устройств искусственной концентрации промысловых объектов и орудий лова;
- изучение действия светового, звукового, электрического и других полей на процессы концентрации промысловых МБО и др.

*III. Геологические и геофизические исследования:*

- взятие проб осадочных пород поршневыми и гравиметрическими трубками;
- общие исследования участков дна;
- обследование глубоководных трасс и обнажений коренных пород;
- выявление и исследование структурных форм дна, благоприятных для скопления углеводородов с составлением карт нефтегазоносности;
- оценка возможности использования рудных полезных ископаемых, в том числе конкреций;
- наблюдение за режимом и развитием подводной окраины материка (континентального шельфа);
- непосредственный отбор образцов и маршрутная съемка;
- сейсмопрофилирование и др.

*IV. Биологические исследования:*

- непосредственное изучение донных биоценозов;
- районирование подводных участков по донной фауне;

- наблюдение за структурой и миграцией биологических звукорассеивающих слоев (ЗРС);
- идентификация и изучение миграций морских организмов;
- изучение распределения популяций МБО;
- взятие проб;
- поимка живых особей и др.

*V. Гидрофизические исследования:*

- измерение скорости и направления придонных течений;
- геотермические измерения;
- измерение уровня радиоактивности в толще и у дна;
- измерение уровня растворенного кислорода;
- измерение поглощения, отражения и преломления звука у грунта;
- измерение распространения акустических волн в грунте;
- изучение полей температуры, солености, плотности, гидрооптических и звуковых полей в придонных слоях;
- точное измерение магнитного поля Земли, в том числе его быстрых вариаций;
- измерение характеристик воды с одновременным визуальным наблюдением на любых горизонтах;
- изучение мутьевых потоков;
- дрейф в водной массе, с целью изучения ее динамических параметров;
- изучение проникновения космических частиц;
- электромагнитные измерения для оценки глубины проникновения радиоволн;
- разведка на дне источников пресных и геотермальных вод;
- исследование химической структуры придонных вод, зоны «вода-осадки» и осадочного материала;
- исследование условий образования рудных концентраций отдельных элементов и др.

Проанализируем состояние развития АНПО.

Известно [10–12], что эффективность проведения работ с помощью буксируемых средств или привязных аппаратов резко уменьшается с увеличением глубины. Автономный необитаемый подводный аппарат, обладая значительно большей маневренностью, чем ТНПА, высокой степенью стабилизации параметров движения (в том числе в условиях сложного рельефа дна), а также простотой эксплуатации, имеет производительность, не зависящую от глубины.

За последние два десятилетия в различных странах, занимающих ведущее положение в области подводной робототехники, было создано большое число АНПА, или АUV (Autonomous Underwater Vehicles) – по международной классификации, использующихся для решения широкого круга научных и прикладных задач по исследованию и освоению океана. За относительно короткий период времени АНПА продемонстрировали свою эффективность при выполнении глубоководных обзорно-поисковых и обследовательских работ и открыли ряд новых важных применений для морской геологоразведки, освещения подводной обстановки, мониторинга подводных технических сооружений (трубопроводов, кабельных трасс и др.) и водной среды в целом [16, 17].

Современные АНПА представляют собой особый класс подводных робототехнических средств (ПРТС) с присущими им задачами и практическим применением, особенностями технологии, составом систем и функциональными свойствами.

Проблемы, связанные с развитием АНПА, многоплановы и во многих случаях не имеют пока законченных решений. Системы, входящие в состав АНПА и судового оборудования, отличаются большим разнообразием по назначению и физическим принципам работы, что порождает достаточно жесткие и противоречивые требования к технологии и системной организации.

В свою очередь расширение функциональных возможностей АНПА связано с решением ряда новых теоретических и технологических проблем. В первую очередь это задачи управления и навигации, ориентирования на местности, сбора и накопления разнообразной целевой информации о среде и, наконец, обеспечения безопасности аппарата в штатных режимах и в особых ситуациях. Совершенно очевидно, что их решение напрямую связано с эффективным использованием на АНПА методов и средств гидроакустики [2, 4, 5, 8, 9, 13–15].

Еще в 1977 г. в журнале «Sea Technology» была опубликована работа [19], Джона Р. Крайдера, в которой автор сформулировал три основных требования, которым должна удовлетворять технология AUV:

- направлена на то, чтобы «делать работу»;
- должна обеспечить «минимальный потребительский риск»;
- должна обеспечить «экономический эффект».

Вопрос, который был сформулирован в этой работе, на самом деле возник значительно раньше, когда перед специалистами впервые встала проблема, как преодолеть «барьер» глубины при неперемных условиях – аппарат должен быть относительно небольшим, надежным и достаточно универсальным, т.е. должен допускать возможность функциональной перестройки. Противоречивость указанных выше требований достаточно очевидна, как очевидно и то, что эти требования могут быть отнесены не только к АНПА, но и к целому ряду других ПРТС.

Например, стремление уменьшить массу и размеры приводит к росту индивидуальности разработок. Связано это с тем, что серийная аппаратура зачастую не может быть применена в качестве комплектующих элементов из-за неприемлемых масс и габаритов. Кроме того, типовой является ситуация, когда необходимая серийная продукция отсутствует, а комплектующие изделия доступны только в виде недостаточно совершенных и дорогостоящих экспериментальных образцов.

Другая особенность связана с необходимостью выбора компромиссных решений между универсальностью и специализацией. Причем во многих случаях грань, их разделяющая, достаточно размыта. Универсальность АНПА может быть реализована различными подходами в зависимости от целей, которые при этом преследуются.

Например, при создании АНПА, который должен служить рабочим инструментом для выполнения конкретных работ в океане, все его функции должны быть достаточно отработаны для каждой конкретной конфигурации систем. Какой-либо резерв здесь, по крайней мере, нежелателен, либо вообще недопустим, поскольку приводит к ухудшению тактико-технических характеристик аппарата. Переналадка рабочего аппарата на заданную функцию должна производиться простыми и надежными способами путем подключения, замены или удаления унифицированных программно-аппаратных модулей.

Например, стремление увеличить дальность действия гидроакустических средств (ГАС) связано с необходимостью использования более низкочастотных сигналов, что автоматически приводит к ухудшению точности пеленгования и разрешающей способности по направлению при тех же волновых размерах антенных устройств и др.

Известно, что одной из наиболее важных задач является построение комплексной навигационной системы на основе совместной обработки информации от бортовой автономной системы и ГАС различного назначения [8, 9, 13–16]. При этом наиболее точными являются длиннотазовые гидроакустические системы, содержащие донные приемопередатчики, однако их развертывание, особенно в условиях глубокого моря, сопряжено с определенными трудностями [13]. Системы с ультракороткой базой не требуют установки приемопередатчиков, поэтому их использование оказывается более выгодным при оперативных работах [15].

Кроме гидроакустических систем, входящих в состав навигационного комплекса, большое значение имеют средства гидроакустической связи и «технического зрения». К последним относятся обзорные и дальномерные гидролокаторы, а также донные акустические профилографы.

При создании и эксплуатации глубоководных АНПА обычно применяют гидроакустические навигационные системы с длинной базой (ГАНС-ДБ) и донными приемниками-ответчиками, работающими в диапазоне частот 12...14 кГц (для АНПА ИПМТ ДВО РАЕН). При благоприятных гидролого-акустических условиях на дальностях действия 12...15 км точность определения локальных координат составляла 0,1 % от дальности [13]. Повышение дальности ГАНС-ДБ связано с переходом на более низкие частоты при одновременном решении проблемы придонной рефракции, а повышение точности – с использованием более корректной модели звукового канала и повышением направленности приемных антенных устройств и др.

Для гидроакустических навигационных систем с ультракороткой базой (ГАНС-УКБ) производства таких известных фирм, как Edo-Western, Trackpoint, Edo-corporation и др., достижимая дальность действия составляет семь-восемь величин глубины моря. Однако угловая погрешность при фазовом методе пеленгования относительно велика, что приводит к увеличению (на порядок и более) общей навигационной погрешности. Решение данной проблемы специалистам видится в использовании приемных антенных систем с круговой базой, а также более совершенных алгоритмов обработки гидроакустических сигналов.

В бортовых навигационных комплексах в качестве штатного измерителя скорости движения АНПА относительно дна обычно используется гидроакустический лаг. Технические характеристики современных разработок достаточно высоки, что позволяет использовать получаемую с их помощью информацию в системах коррекции бортовых инерциальных систем.

Гидролокаторы бокового (КБО) и секторного (кругового) обзора относятся к числу систем, традиционно используемых во всех типах подводных аппаратов. В ИПМТ ДВО РАН был разработан автономный вариант ГБО, который вошел в состав штатных систем АНПА. Основной его характеристикой является двухсторонняя полоса обзора  $2 \times 375$  м при разрешении 0,04...0,05 м, что соответствует характеристикам известных зарубежных аналогов.

К системам зондирования морского дна относится акустический профилограф, с помощью которого определяется глубинная структура донного рельефа. Известные аналоги, работающие со специализированных буксируемых аппаратов и тем более с судов, по своим масштабам и габаритам совершенно непригодны для их установки на борту АНПА. Поэтому для каждого типа АНПА разрабатываются свои акустические профилографы.

Прогресс в области использования гидроакустических систем телеизмерения и телеуправления связан главным образом с компьютеризацией систем, а также использованием методов кодирования и адаптивной обработки сигналов. Однако имеющиеся существенные ограничения по быстродействию и пропускной способности канала связи затрудняют разработку дальнедействующих и высокоскоростных систем.

Некоторые перспективы специалисты связывают с разделением каналов телеуправления и телеметрии по их рабочим частотам и диапазонам. Однако такое разделение функций приводит фактически к построению двух совершенно разных систем, оптимизируемых по различным критериям. Например, дальность действия системы телеуправления должна соответствовать протяженности ближней зоны акустической освещенности (7...8 величин глубины моря) при рабочих частотах 5...6 кГц. Система же телеметрии должна быть широкополосной и сравнительно высокочастотной (25...35 кГц), что в совокупности позволит реализовать скорость передачи информации 30...40 кбит/с.

Следует заметить, что специфика перечисленных выше систем во многом определяется свойствами гидроакустического канала и требованиями прежде всего весогабаритного характера, предъявляемыми для их установки на борту АНПА.

Известно, что одним из основных элементов гидроакустической системы любого назначения являются акустические антенны, входящие в их состав. Традиционные антенны одновременно совмещают в себе две функции: преобразование энергии (электрической в акустическую – при излучении сигналов, и наоборот, акустическую в электрическую – при приеме сигналов) и формирование направленности. Совмещение этих функций является причиной значительных весогабаритных характеристик антенных устройств, особенно на низких частотах. В работах [4–6] эту проблему предлагается решить за счет использования в составе гидроакустических средств различного назначения адаптивных параметрических излучающих и приемных антенн. В таких антеннах функцию устройства, формирующего направленность, выполняют не только волновые размеры антенного устройства, но и участок водной среды (десятки метров), непосредственно прилегающий к антенному устройству.

В настоящее время развитие AUV за рубежом осуществляется при посредстве коммерческих структур, научных организаций, военных ведомств и др., т.е. относится к числу наиболее приоритетных направлений в океанотехнике [13, 14].

Из зарубежных разработок AUV последних лет к наиболее известным относятся разработки таких компаний, как канадская ISE, американская NOSC, французская IFREMER, а также проекты Европейского консорциума и ряда организаций в Англии, Австралии, Японии, Норвегии и в других странах [13, 14].

Анализ АНПА, представленных на мировом рынке, показал, что в последнее время все большее развитие получают проекты коммерческих аппаратов классов «микро» и «мини» массой до 100 кг. Диапазон дальности плавания АНПА категории «мини» весьма широк и находится в пределах до 4000 морских миль. Наиболее известными представителями этого класса являются американские аппараты следующих проектов: «Sea Glider», «Slocum Glider I/II» и «Spray Glider» (АНПА – планеры с системой движения на основе изменения собственной плавучести).

Типичными представителями ПНПА малого класса, следующими за миниатюрными аппаратами, являются проекты: «AQUA EXPLORER-2» (Япония), «Odyssey III» (США), «Ocean Explorer» (США), «BRAUV» (США) и «SAUUV II» (США).

Новое поколение АНПА «GAVIA», созданных исландской фирмой Hafmynd Ltd., построено по модульному принципу с целью решения более широкого круга задач. При этом разработано 2 базовых типа аппарата: прибрежный – для глубин до 200 м и аппарат открытого моря – для глубин до 2000 м. Конструкция аппарата исключает использование каких-либо динамических уплотнений, а крутящий момент к движителю и рулевым приводам передают магнитные муфты. Приоритетом при проектировании аппарата стала минимизация потребляемой мощности для обеспечения максимальной автономности, потребляемая мощность (для скорости хода 1,5 м/с) составила менее 60 Вт.

Данный аппарат обладает следующими особенностями:

- модульность конструкции;
- возможность работы на различных глубинах (200, 500, 1000 и 2000 м);
- наличие большого набора датчиков;
- инерциальная акустическая навигационные системы;
- масштабируемость программного обеспечения;
- гребной винт и управляющие рули имеют направляющие насадки;
- загоризонтное выполнение операций;

- графическое планирование операций;
- простота в эксплуатации;
- низкие эксплуатационные расходы и др.

При этом модульность конструкции обеспечивает следующие преимущества:

- портативность;
- возможность изменения конфигурации;
- быстрая замена батарей;
- возможность установки дополнительных батарей;
- доступность внедрения новых технологий;
- составление конфигурации согласно требованиям заказчика;
- снижение стоимости технического обслуживания и др.

В нашей стране работы по созданию АНПА были начаты в конце 1972 г. в стенах Института автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра АН СССР силами небольшой лаборатории, которая постепенно переросла в отдел, а затем – в 1988 г. – в Институт проблем морских технологий ДВО РАН [1, 2].

Макет первого АНПА типа «ПА-04-300» был испытан в зал. Петра Великого в сентябре 1973 г. с борта рыболовного сейнера «Валдай» водоизмещением 300 т, переоборудованного в обеспечивающее судно. Натурные эксперименты позволили определить направления его конструктивного усовершенствования, получить практические данные для выбора гидродинамических характеристик, состава навигационного обеспечения, повышения надежности работы бортовых систем и т.д.

В августе 1974 г. на базе АНПА «ПА-04-300» был создан АНПА «Скат», способный осуществлять пространственные траектории движения зависать на заданной глубине, а также состоялась первая экспедиция, в задачу которой входила отработка методики гидрохимических измерений вблизи целлюлозно-бумажного комбината, расположенного на берегу оз. Байкал. В процессе этих работ накопился экспериментальный материал, позволивший осуществить конструктивную доработку аппарата и определить направления дальнейших исследований.

Результаты этой работы были реализованы при создании АНПА «Скат-ГЕО», разработка которого была начата в конце 1974 г. по договору с Центральным научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК). Первая практическая работа, которую выполнил данный аппарат, заключалась в идентификации подводных объектов, обнаруживаемых буксируемым гидролокатором бокового обзора (ГБО) в Белом море в 1978 г. Оба эти аппарата были способны работать под водой на глубине до 300 м.

Практический опыт, полученный при разработке и испытаниях первых образцов АНПА, оказался весьма полезным для понимания общей концепции данного типа подводных аппаратов и перехода к технологии, позволившей осуществить «скачок в глубину» [2].

Первые модульные глубоководные АНПА «Л-1» (рабочая глубина до 2000 м) и «Л-2» (рабочая глубина до 6000 м), разработка которых началась в 1976 г. по договору с Главным управлением навигации и океанографии (ГУНиО), были изготовлены в 1980 г. При этом следует особо отметить важную роль ГУНиО в деле развития подводной робототехники, которая не ограничилась только финансовой поддержкой, но также придала работам государственную важность и практическую направленность.

Модульная архитектура, реализованная в конструкции АНПА «Л-2», открыла широкие возможности для функциональной унификации бортовых систем. Разработанная оригинальная технология компоновки, сборки и монтажа бортовой аппаратуры являлась существенным достижением в области подводной робототехники и обеспечивала надежное функцио-

нирование аппарата при выполнении ряда практических работ. В частности, АНПА «Л-2» успешно использовался в интересах ВМФ, в том числе для обследования подводных лодок «К-8» (1982–1983 гг.) и «К-219» (1989 г.), затонувших, соответственно, в Атлантическом океане в 1971 г. и в Саргассовом море в 1986 г.

В 1986 г. в ИМПТ ДВО РАН был создан АНПА «Тифлонус» (рабочая глубина до 2000 м), предназначенный для выполнения океанографических работ, в том числе в подледных условиях. Аппарат имел удобообтекаемую форму корпуса с малым гидродинамическим сопротивлением.

Затем в 1988 г. были последовательно созданы АНПА «МТ-88» и «МТ-ГЕО» практически на той же базе, что и АНПА «Л-2», но с более совершенным электронным оборудованием. При этом АНПА «МТ-88» относился к числу первых аппаратов, в которых конструктивно-функциональная модульная технология была реализована в полной мере.

В 1991 г. ИМПТ ДВО РАН был подписан контракт с Шеньянским институтом автоматической академии наук Китая на совместную разработку АНПА «CR-01» (рабочая глубина до 6000 м), положившую начало перехода на международную элементную базу. В конце лета 1995 г. российско-китайский аппарат, предназначенный для океанографических и обследования запасов глубоководных полезных ископаемых, а также для изучения биологии моря, успешно прошел сдаточные испытания в Тихом океане.

А годом ранее, в 1994 г., по контракту с частной американской фирмой Hibbard Marine был создан автономно-привязной аппарат «TSL» (рабочая глубина до 300 м), представляющий собой самоходный объект с управлением по оптоволоконному кабелю и предназначенный для выполнения работ на шельфе и обследования протяженных водонаполненных тоннелей. При этом был предусмотрен и автономный вариант использования данного аппарата.

К числу международных проектов относится также создание в 1997 г., по заказу корейской корпорации DAEWOO, АНПА «OKRO-6000» – близкого аналога АНПА «CR-01», предназначенного для океанологических исследований и поиска затонувших предметов. Конструктивные отличия заключались в отсутствии носовых движителей.

Как известно, особенностью любого АНПА, которую относят к недостаткам данного класса техники, является ограниченный запас энергии на его борту. Для решения данной проблемы был направлен совместный, с Институтом автоматизации подводных систем (Ли, Нью-Хемпшир, США) проект АНПА «САНПА». В 1998–1999 гг. в зал. Петра Великого успешно прошел испытания первый экспериментальный образец малогабаритного «солнечного» АНПА, предназначенного для экологических исследований на трансокеанских трассах.

В 2002 г. был построен «CR-02», отличающийся от своего предшественника, дополнительной возможностью передачи информации на спутник при периодическом всплытии АНПА на поверхность моря.

Одним из наиболее ярких достижений коллектива ДВО РАН последних лет стала успешная работа АНПА «Клавесин-1Р» в арктической экспедиции российских ученых. Данный аппарат наделен искусственным интеллектом, имеет аппаратуру, обеспечивающую постоянно действующий гидроакустический канал связи с оператором на судне, что дает возможность надежно контролировать его работу под водой. Находясь в автономном режиме плавания, АНПА способен выполнять целый ряд задач, в числе которых передача на поверхность изображения морского дна с высокой разрешающей способностью.

Сегодня коллектив ИМПТ ДВО РАН также работает над разработкой АНПА лёгкого класса, который должен весить около 200 кг.



Одновременно с этим институтом недавно был приобретен ТНПА типа «Апачи» (электрическая мощность 15 л.с.), что говорит о расширении интересов института в сторону другого класса подводных роботов.

Однако надо признать, что в целом отечественные разработки носят опытный характер и в абсолютном большинстве случаев единичны по исполнению, а бортовая электронная элементная база, как правило, иностранного производства.

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать вывод о том, что в настоящее время отечественные автономные необитаемые подводные аппараты существенно уступают зарубежным аналогам, среди которых наиболее предпочтительным является АНПА серии «GAVIA».

По нашим оценкам, уже в самое ближайшее время разработка и исследование эффективных технических средств и технологий разведки полезных ископаемых: железомарганцевые конкреции, глубоководные полиметаллические сульфиды, кобальтоносные железомарганцевые корки и др. международного района морского дна, залегающих на глубинах 1–6 км, – приобретет особую актуальность.

Нет сомнения в том, что данная задача может быть успешно решена только при наличии передовых экологических технологий и техники погружения, в том числе на предельные глубины океана.

В связи с этим разработка двухзвенного поискового комплекса на базе глубоководного АНПА и малогабаритного телеуправляемого необитаемого подводного аппарата инспекционно-рабочего класса представляет, по нашему мнению, большой практический интерес.

В таблице представлены некоторые отечественные глубоководные АНПА, созданные в ИПМТ ДВО РАН [2], на базе которых могут быть созданы двухзвенные поисковые комплексы для решения сформулированной выше задачи.

**Некоторые отечественные глубоководные автономные  
необитаемые подводные аппараты**  
**Some domestic deepwater autonomous uninhabited underwater vehicles**

Наименование	Размеры, м	Масса, кг	Рабочая глубина, м	Скорость хода, м/с	Автономность, ч
Л-2	4,30×1,2×1,2	1180	6000	1,0	6,0
МТ-88, МТ-ГЕО	3,81×1,12×1,19	1150	6000	1,0	6,0
СР-01	4,38×0,8×0,93	1300	6000	1,5	10,0
ОКРО-6000	3,94×0,7×0,88	975	6000	1,5	8,0

При этом хотелось бы также отметить, что часть относительно простых операций: подъем ранее установленного оборудования и др., выполняемых подводными аппаратами, – могут с успехом заменить разработанные с нашим участием подводные модули [7].

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать вывод о том, дальнейшее развитие АНПА видится нам в модульности построения, уменьшения весогабаритных характеристик, повышении скорости хода и автономности, а также в создании двухзвенных систем и более широком применении достижений конверсионной акустики и нелинейной гидроакустики в частности.

В заключение хотелось бы пожелать руководителям нашего государства уделить более пристальное внимание вопросу развития отечественной робототехники, предназначенной не

только для изучения и освоения богатств Мирового океана – предмета данного обсуждения, но и для решения целого спектра специальных и народнохозяйственных задач, в том числе в социальной области и здравоохранении.

### Список литературы

1. Агеев, М.Д. Автоматические подводные аппараты / М.Д. Агеев, Б.А. Касаткин, Н.И. Рылов и др. – Л.: Судостроение, 1981. – 223 с.
2. Автономные обитаемые подводные аппараты / под общ. ред. акад. М.Д. Агеева. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 272 с.
3. Баженов, Ю.А. Самоходные обитаемые подводные аппараты / Ю.А. Баженов, В.М. Гаврилов, Ю.И. Жуков и др. – Л.: Судостроение, 1986. – 277 с.
4. Бахарев, С.А. Анализ физических принципов функционирования параметрических антенн / С.А. Бахарев, В.В. Кравченко, Г.И. Лямин // Приборы для исследования и освоения океана, включая подводные аппараты: материалы V Дальневост. науч.-техн. конф. – Владивосток, 1989. – С. 78–81.
5. Бахарев, С.А. Способ дистанционного измерения подводных объектов / С.А. Бахарев, М.В. Мироненко, В.В. Пономарев // Конверсионные технологии в гидроакустике: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 1996. – С. 18–20.
6. Бахарев, С.А. Обеспечение экологической безопасности деятельности человека на морском шельфе / С.А. Бахарев // Вестн. РАЕН. – 2003. – Т. 3, № 3. – С. 18–23.
7. Бахарев, С.А. Использование дистанционных размыкателей для обслуживания морских платформ / С.А. Бахарев, Е.В. Завалко, А.В. Рогожников // Морская радиоэлектроника. – 2009. – № 3–4 (29–30). – С. 56–58.
8. Богородский, А.В. Гидроакустическая техника исследования и освоения океана / А.В. Богородский, Г.В. Яковлев, Е.А. Корепин, А.К. Должиков. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.
9. Бородин, В.И. Гидроакустические навигационные средства / В.И. Бородин, Г.Е. Смирнов, Н.А. Толстякова и др. – Л.: Судостроение, 1983. – 262 с.
10. Войтов, Д.В. Подводные обитаемые аппараты / Д.В. Войтов. – М.: Изд-во «Астрель», 2002. – 303 с.
11. Дмитриев, А.Н. Проектирование подводных аппаратов / А.Н. Дмитриев. – Л.: Судостроение, 1978. – 236 с.
12. Илларионов, Г.Ю. Исследовательское проектирование обитаемых подводных аппаратов / Г.Ю. Илларионов, А.А. Карпачев. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 270 с.
13. Комляков, В.А. Гидроакустические системы с маяками-ответчиками для слежения за буксируемыми подводными комплексами / В.А. Комляков // Судостроение. – 1997. – № 6. – С. 39–45.
14. Касаткин, Б.А. Особенности гидроакустической навигации в шельфовой зоне. Подводные аппараты с программным управлением и их системы / Б.А. Касаткин, В.В. Кобаидзе. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ, 1977. – С. 84–88.
15. Матвиенко, Ю.А. Статистическая обработка информации гидроакустической навигационной системой с ультракороткой базой / Ю.А. Матвиенко // Морские технологии. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – Вып. 2. – С. 70–80.
16. Обзор дистанционно-управляемых подводных систем и аппаратов военного назначения // Журн. Underwater, август, 2006.
17. Обзор дистанционно-управляемых подводных систем и аппаратов многоцелевого назначения // Журн. Underwater, май-июнь, 2006.

18. Подводные роботы / под общ. ред. В.С. Ястребова. – Л.: Судостроение, 1977. – 363 с.
19. Kraider D.R. UUVs for underwater Worn-Innovation or Higt tech Toy? // Sea Technology. – 1977. – Vol. 38, № 2. – P. 51.
20. Алифанов, Р.Н. Интеллектуальная система гидроакустических буев для поиска беспозвоночных / Р.Н. Алифанов, Е.В. Осипов, В.В. Карасев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2003. – Вып.15, ч. 1.
21. Бахарев, С.А. К вопросу влияния акустических полей на эффективность промысла морских биологических объектов / С.А. Бахарев, А.В. Карасев, И.Н. Сургаев // Проблемы и методы разработки и эксплуатации вооружения и военной техники ВМФ: сб. ст. – Владивосток: ТОВМИ, 2002. – Вып. 30.

**Сведения об авторах:** Бахарев Сергей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: taf@list.ru;  
Карасев Владимир Владимирович, кандидат технических наук, профессор, e-mail: karasevvv@list.ru;  
Карасев Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: kav6713@mail.ru.

УДК 681.883

**П.А. Стародубцев<sup>1</sup>, А.П. Шевченко<sup>1</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Тихоокеанское высшее военно-морское училище им. С.О. Макарова,  
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ВЕЙВЛЕТЫ И НЕКОТОРЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАССУЖДЕНИЯ  
ОБ ИХ ТЕОРЕТИЧЕСКОМ СОДЕРЖАНИИ**

*Рассмотрены история и современная практика применения вейвлет-преобразования для исследования сигналов с учетом особенностей применения его как функции и как алгоритма.*

**Ключевые слова:** вейвлет, базисная функция, импульсная функция, преобразование Фурье, функции Дирака.

**P.A. Starodubtcev, A.P. Shevchenko, E.N. Baklanov  
WAVELETS AND SOME ANALYTICAL CONSIDERATIONS  
ABOUT THEIR THEORETICAL CONTENT**

*The history and current practice of applying the wavelet transform to study signals, allowing for the use of it as a function and as an algorithm.*

**Key words:** wavelet, basis function, impulse function, Fourier transform, Dirac function.

**Введение**

Рассматривая функцию как математическое понятие, отражающее связь между элементами «множеств», а преобразование – как «множество в себе», рассмотрим корреляционную связь между ними в рамках термина «вейвлет» (англ. *wavelet* – *всплеск*).

Самое первое упоминание о «вейвлетах» как базисных функциях или подобных функциях было сделано в 1909 г. в диссертационной работе *Альберта Хаара* – венгерского математика. Работа была проведена под руководством *Давида Гильберта* и связана с поиском базиса в пространстве непрерывных функций [1].

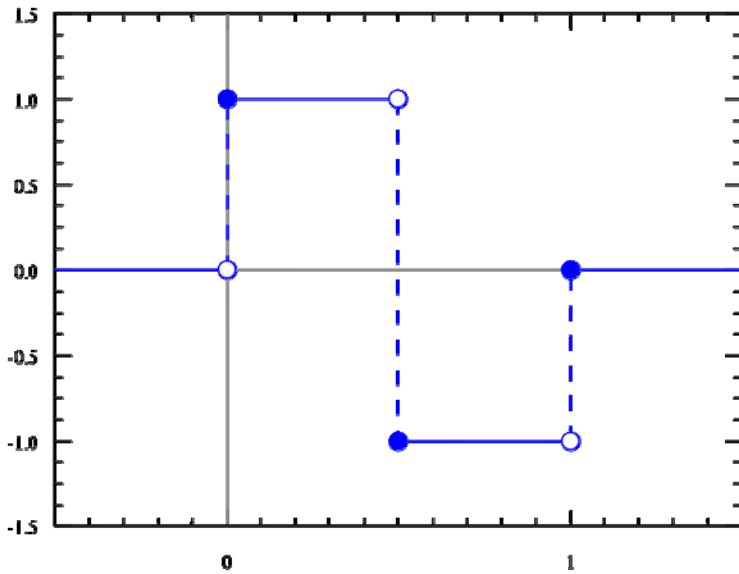
В дальнейшем эта базисная функция при проведении научных исследований была названа «вейвлетом» *Альберта Хаара* (рисунок) [1].

Как видно из рисунка, «вейвлет», или базисная функция *Альберта Хаара*, представляет собой короткое прямоугольное колебание на интервале  $\pm 1,0$ . Он *ортogonalен*, обладает компактным носителем, хорошо локализован в пространстве, но не является гладким.

В процессе применения данной базисной функции для исследования сигналов и физических явлений было отмечено много противоположных мнений, как положительных, так и отрицательных.

Физик *Paul Levy*, исследуя броуновское движение, обнаружил, что базис *Альберта Хаара* лучше, чем преобразование Фурье для изучения данного движения. Но другими исследователями было замечено, что данная базисная функция интересна только теоретически, не является дифференцируемой функцией и имеет длинные «хвосты» в частотной области как функция, представляющая собой обычный прямоугольный импульс [2].

Упоминание о «вейвлетах» как термине или как преобразовании было обнаружено в научных трудах *J.Morlet* и *A. Grossman*. Они изучали сейсмические сигналы с помощью разработанной ими же базисной функции, которую впоследствии они же и назвали «вейвлетом» [1, 2].



Вейвлет Альберта Хаара  
Wavelet of Albert Haar

Основы широко используемого в современной практике экспериментальных исследований сигналов и физических явлений непрерывного вейвлет-преобразования (англ. *continuous wavelet transform, CWT*) разработали *Гунпилауд, Гроссман и Морле* [1, 2].

*Ингрид Добеши* (фр. *Ingrid Daubechies*, математик из США) обосновала ортогональные вейвлеты. *Натали Делпрат* создала в 1991 г. временно-частотную интерпретацию «CWT». Математическая формализация в работах *Mallat* и *Meyer* привела к созданию теоретических основ вейвлет-анализа, названного мультиразрешающим (кратномасштабным) анализом, или математическим микроскопом [1, 2].

### Основная часть

По мнению авторов, достаточно интересным может быть объяснение частотно-временного положения вейвлета среди огромного количества базисных функций. В связи с чем для вейвлета как функции, или как преобразования, требуется отдельное пояснение его связи с понятием «гармоническая базисная функция» и «импульсная базисная функция». И этот факт нельзя обойти вниманием, потому что это связано с преобразованиями Жан Батиста Жозефа Фурье и импульсными базисными функциями типа импульсов Леопольда Кронекера.

Гармонические базисные функции преобразования Фурье синусоидального и косинусоидального представления предельно локализованы в частотной области, вплоть до импульсных функций Поля Адриена Мориса Дирака – английского физика-теоретика (при  $T \rightarrow \infty$ ), и не локализованы во временной области [3], т.е. определены во всем временном интервале от  $-\infty$  до  $+\infty$ .

Противоположностью данным «гармоническим базисным функциям» являются «импульсные базисные функции» типа импульсов Кронекера, которые локализованы во временной области и размыты по всему частотному диапазону. Между ними существует теоретическое пространство с частотно-временной локализацией, которую, по мнению авторов, и занимают современные «вейвлеты» (таблица).

В основу вейвлетного базиса положено пространство  $L^2(R)$ ,  $R(-\infty, +\infty)$ , где применяются стремящиеся к нулю финитные функции из одного состояния.

В основе вейвлета лежит анализирующая функция  $\Psi(t)$ , равная нулю за пределами конечного интервала и имеющая нулевое среднее значение по интервалу определения. Последнее необходимо для задания локализации спектра вейвлета в частотной области.

**Базисные функции**  
**Basic functions**

№ п/п	Вид базисной функции	Локализована функция	Не локализована (размыта) функция	Примечание
1	2	3	4	5
1	Гармоническая функция преобразования Фурье до импульсных функций Дирака (начало ряда базисных функций)	В частотной области (до импульсных функций Дирака $T \rightarrow \infty$ )	Во временной области, т.е. определены во всем временном интервале от $-\infty$ до $+\infty$	-
2	Вейвлеты (середина ряда базисных функций)	В частотной и временной областях	-	Локализация ограничена функцией неопределенности. Для учета особенностей локализации можно использовать семейства функций
3	Импульсные базисные функции типа импульсов Кронекера (конец ряда базисных функций)	Предельно локализованы во временной области	Не локализованы (размыты) по всему частотному диапазону	-

*ПР – Фурье – Функции – Дирака  $\Leftrightarrow$  Вейвлеты  $\Leftrightarrow$  Импульсы – Кронекера \**

\* Частотно-временная взаимосвязь базисных функций и пространственное положение вейвлетов.

Конструируемый базис в пространстве  $L^2(R)$  с помощью масштабных преобразований формируется путем учета [4]:

- частотной независимой переменной в спектральном представлении во временной области –  $\Psi(t) \Rightarrow \Psi(a^m t)$ , где  $a = const$ ,  $m = 0, 1, \dots, M$ , чем обеспечивается самоподобие анализирующей функции  $\Psi(t)$ ;
- дополнительной независимой переменной последовательных сдвигов функции  $\Psi(t)$  вдоль оси, типа  $\Psi(t) = \Psi(t + k)$  для перекрытия всей оси пространства  $R(-\infty, +\infty)$ .

Исходя из этого, вид базисной функции имеет следующий вид:  $\Psi(t) \Rightarrow \Psi(a^m t + k)$ , где  $m, k$  – целочисленные значения.

**Заключение**

Таким образом, «вейвлет» нужно рассматривать в двух аспектах: как функцию и как преобразование (или алгоритм). Оба эти аспекта имеют свои особенности и взаимно зависят друг от друга. Функция ведет себя как исходный статус и полностью определяет правильность или неправильность всех последующих решений. Поэтому вейвлет и занимает положение между Фурье-функциями Дирака и импульсами Кронекера.

Вейвлет как преобразование (или алгоритм) определяет всю дальнейшую алгоритмизацию вычислительного процесса и правильность выбранного статуса самой функции как базисной, и он дает [5]:

- частотную характеристику или *распределение энергии сигнала по частотным составляющим* (данное состояние можно классифицировать как энергетический спектр сигнала);
- сведения о локальных координатах, где проявляются группы частотных составляющих или на которых происходят быстрые изменения частотных составляющих сигналов;
- значения сигналов на различных уровнях декомпозиции (разложения) функции на аппроксимирующую (грубую) с достаточно медленной временной динамикой изменений и на

детализирующую с локальной и быстрой динамикой изменения, с последующим их дроблением и детализацией на других уровнях декомпозиции сигналов. Последнее возможно как во временной, так и в частотной областях представления сигналов вейвлетами.

Из такого краткого анализа, представленного выше, необходимо отметить, что теория вейвлетов не является фундаментальной физической теорией, но она дает удобный и эффективный инструментарий для решения многих практических задач (в данном случае линейных задач или экстремальных задач на множествах  $n$ -мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств).

Семейства вейвлетов во временной и частотной областях используются для представления сигналов и функций в виде суперпозиций вейвлетов на разных масштабных уровнях декомпозиции (разложения) сигналов.

Нельзя вейвлет-методы рассматривать как новую универсальную технологию. Их развитие не приведет к полной замене традиционных средств обработки и анализа информации. Вейвлеты позволяют только расширить инструментальную базу информационных технологий обработки данных.

Но надо всегда помнить:

- вейвлет-преобразование есть преобразование, похожее на преобразование Фурье (или гораздо больше на оконное преобразование Фурье) с совершенно иной оценочной функцией. Основное различие лежит в следующем: преобразование Фурье раскладывает сигнал на составляющие в виде синусов и косинусов, т.е. функций, локализованных в Фурье-пространстве; напротив, вейвлет-преобразование использует функции, локализованные как в реальном, так и в Фурье-пространстве;
- вейвлет-преобразование на самом деле является бесконечным множеством различных преобразований в зависимости от оценочной функции, использованной для его расчёта. Это является основной причиной, почему термин «вейвлет-преобразование» используется в весьма различных ситуациях и применениях.

### Список литературы

1. Новиков, Л.В. Основы вейвлет-анализа сигналов / Л.В. Новиков. – СПб.: ИАНП РАН, 1999. – 152 с.
2. Яковлев, А.Н. Введение в вейвлет-преобразования / А.Н. Яковлев. – Новосибирск: Новосиб. гос. техн. ун-т, 2003. – 104 с.
3. Хамухин, А.А. Математическая модель ячейки однородной структуры для вычисления непрерывного вейвлет-преобразования / А.А. Хамухин // Проблемы информатики. – 2011. – № 5. – С. 87–93.
4. Переберин, А.В. О систематизации вейвлет-преобразований / А.В. Переберин // Вычислительные методы и программирование. – 2002. – Т. 2. – С. 15–40.
5. Сонечкин, Д.М. Оценка тренда глобального потепления с помощью вейвлетного анализа / Д.М. Сонечкин, Н.М. Даденко, Н.Н. Иващенко // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 1997. – Т. 33, № 2. – С. 184–194.

**Сведения об авторах:** Стародубцев Павел Анатольевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: spa1958@mail.ru;

Шевченко Александр Петрович, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru;

Бакланов Евгений Николаевич, доцент, e-mail: baklanoven@mail.ru.

УДК 681.883

**А.П. Шевченко<sup>1</sup>, П.А. Стародубцев<sup>1</sup>, Е.П. Стародубцев<sup>1</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Тихоокеанское высшее военно-морское училище им. С.О. Макарова,  
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**АКУСТИЧЕСКАЯ ТОМОГРАФИЯ ОКЕАНА И УПРОЩЕННЫЙ  
ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ В МУЛЬТИСТАТИЧЕСКОЙ СХЕМЕ  
С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ**

*Предложен инструментарий реализации акустической томографии океана, основанный на расчете разности фаз спектральных компонент просветного сигнала с элементами квазидифракционной томографии. Рассмотрено решение задачи с помощью мультистатической схемы, сформированной на базе одного излучателя и двух горизонтально-разнесенных пассивных приемников, а также операционно-вычислительного центра. На базе натурных измерений, выполненных в акватории Охотского моря и Курильской гряды, сделаны выводы о возможности применения описанного инструментария для эффективного прогнозирования сейсмоопасных явлений в морской среде.*

**Ключевые слова:** акустическая томография, просветный сигнал, мультистатическая схема, сейсмоопасные явления, фазовая синхронизация, возмущения морской среды.

**A.P. Shevchenko, P.A. Starodubtcev, E.P. Starodubtcev, E.N. Baklanov  
ACOUSTIC TOMOGRAPHY OF OCEAN AND SIMPLIFIED INSTRUMENT  
FOR ITS IMPLEMENTATION IN MULTISTATIC SCHEME FOR SAFETY  
OF NAVIGATION**

*Proposed the instrument for implementing the ocean acoustic tomography, based on the calculation of the phase difference of the spectral components of the clearance signal with elements of quasidiffractive tomography. Reviewed the solution of the problem with the multistatic scheme formed on the basis of one transmitter and two horizontally spaced passive receivers as well as operational data center. Briefly shown the operation of synchronization of the spectral components of phase spectrums of optimized signals between two horizontally spaced receiving elements, connected with chaotic oscillators and calculation of the phase difference between them. On the basis of field measurements made in the Sea of Okhotsk and the Kuril chain conclusions drawn about the possibility of using the described technique to effectively predict seismic hazards in marine environment.*

**Key words:** acoustic tomography, translucent signal, multistatic scheme, seismic hazard, phase synchronization, disturbance of the marine environment.

Анализ навигационных аварий с российскими судами за последние несколько десятков лет в Охотском и Беринговом морях показал, что в вопросах безопасности мореплавания особую роль играет своевременное предупреждение судовладельцев и населения об изменениях в навигационной и сейсмологической обстановке, возникающих в результате извержения вулканов и появления гигантских внутренних волн – цунами, а также детального их изучения при прибрежном плавании и стоянке в портах. Отсутствие такой информации, как показывает статистика, приводит к 70 % аварий с тяжелыми последствиями. Наиболее показательным является цунами в Северо-Курильске в 1952 г., повлекшее разрушение нескольких населённых пунктов Сахалинской и Камчатской областей.

На рубеже 80–90 гг. прошлого столетия для изучения структуры Мирового океана и решения данной задачи ведущими странами мира – США, Францией, Германией, Англией –



были проведены масштабные исследования состояния водной среды в Средиземном море и Атлантическом океане по результатам воздействия на нее мощных возмущений в рамках акустической томографии океана (АТО). Такие же исследования Мирового океана велись и научно-исследовательскими институтами РАН РФ: Институтом прикладной физики, Акустическим институтом имени академика Н.Н. Андреева, Институтом общей физики имени А.М. Прохорова.

Пик данных научных исследований для РФ приходится на начало XXI в., где большой вклад был внесен и дальневосточными учеными. Исследования в рамках концепции АТО ими велись в основном на акватории Охотского моря, частично – Берингова и Японского морей, а также в северо-западной части Тихого океана.

На практике концепция АТО реализовывалась в виде широкого спектра томографических подходов, различающихся по организации натуральных измерений. Наиболее используемой в практике проводимых исследований являлась идея «лучевой АТО», суть которой заключается в том, чтобы, расположив в пределах исследуемой акватории требуемое количество источников и приемников звука (рис. 1), восстановить пространственно-временную структуру неоднородностей морской среды по измеряемым вариациям времен распространения прошедших через среду звуковых сигналов [1].

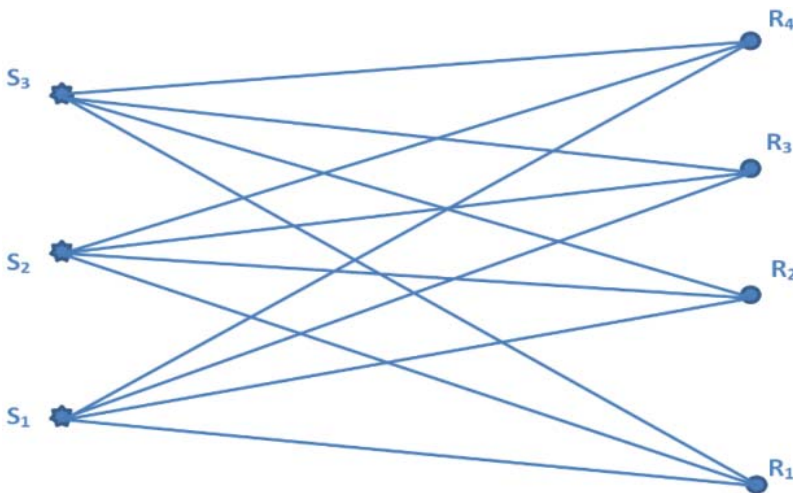


Рис. 1. Традиционная схема акустической томографии океана:

$S_1, S_2, S_3$  – источники;  
 $R_1, R_2, R_3, R_4$  – приёмники [1]

Fig. 1. Traditional scheme of ocean acoustic tomography:

$S_1, S_2, S_3$  – transmitters;  
 $R_1, R_2, R_3, R_4$  – receivers [1]

Ядром преобразований такой системы являются нелинейные уравнения, связывающие эти времена и поле скорости звука [1]:

$$t_i = \int_{z_i} \frac{ds}{c(x_i(s))}, \quad (1)$$

где  $t_i$  – время распространения;  $z_i$  и  $x_i$  – траектория  $i$ -го луча;  $c = c_0 + \delta c$  – поле скорости звука,  $c_0$  – априорно известное распределение скорости звука,  $\delta c$  – возмущение, вызванное:

- а) естественными изменениями водной среды  $\delta c_0$ ;
- б) цунами  $\delta c_1$ .

Реконструированным параметром является  $\delta c_1$ , а изучаемой морской неоднородностью – всевозможные возмущения морской среды [1]. Выбор в качестве носителя информации о среде «времени распространения просветных сигналов (ПС)» [2] оправдан тем, что для «времени» существует точное аналитическое выражение, даже в случае трехмерно-неоднородной среды. Другие характеристики ПС (интенсивность, модовый состав, угловой спектр) труд-

ноизмеримы или описываются приближенными выражениями, использование которых на больших дистанциях проблематично. Вычислительная часть задачи весьма трудоемка и связана с трёхмерностью ее общей постановки [2].

В целом, АТО подходит для длительных наблюдений сезонной и межгодовой временной изменчивости океанографических характеристик, в то время как другие (модовая, интерференционная, дифракционная, а также теоретически обоснованная авторами статьи «квазидифракционная», как бы дифракционная) томографии обладают преимуществами при зондировании мезомасштабных неоднородностей. Взаимодополняющие свойства всех томографий предполагают, что они могут эффективно комбинироваться в рамках единой системы наблюдений за подводной обстановкой, выполнять задачи обнаружения опасных природных явлений (внутренних волн-цунами) [2].

Но ввиду сложности технической реализации таких томографических схем эти направления не получили необходимого развития. И только в настоящее время, в связи с повышенной периодичностью проявления опасных природных явлений в дальневосточных морях, ученые (в том числе и авторы статьи) снова обратились к АТО (ее модификациям) и предложили упрощенный инструментарий их реализации в мультистатической схеме (МС) для обнаружения внутренних волн (цунами) и мезомасштабных неоднородностей [3].

Предложенный авторами статьи инструментарий реализации АТО основан в отличие от всех существующих подходов на расчете разности фаз спектральных компонент низкочастотных ПС мультистатической схемы, содержит все элементы «квазидифракционной» томографии, достаточно прост и имеет следующую последовательность математических операций и расчетов [4]:

- операция «деконволюции» принятых ПС;
- расчет общего энергетического спектра принятого ПС и его деление по пространственно-частотным диапазонам, характерным для различных возмущений морской среды, включая и цунами;
- расчет спектральной плотности ПС, перевод его в состояние оптимизированного;
- определение фазы всех спектральных компонент и общего фазового спектра оптимизированного сигнала;
- синхронизация спектральных компонент фазовых спектров оптимизированных сигналов между двумя горизонтально-разнесенными приемными элементами, связанными хаотическими осцилляторами, и расчет разности фаз между ними;
- построение трехмерных фигур разности фаз спектральных компонент фазовых спектров оптимизированных сигналов между двумя горизонтально-разнесенными приемными элементами;
- определение пространственного положения возмущения водной среды и эволюции его развития во времени и направлении движения.

Эксперименты, проведенные авторами статьи, показали, что такие исследования технологически и технически можно реализовать с помощью МС, сформированной на базе одного излучателя и двух горизонтально-разнесенных пассивных приемников, а также операционно-вычислительного центра, находящегося в месте установки пассивных приемников.

Несмотря на простоту предложенного томографического решения, все элементы инструментария рассмотреть одновременно будет достаточно сложно, и в данной научной статье будет кратко показана только операция синхронизации спектральных компонент фазовых спектров оптимизированных сигналов между двумя горизонтально-разнесенными приемными элементами, связанными хаотическими осцилляторами, и расчет разности фаз между ними. Все остальные математические операции и расчеты предложенного инструментария АТО будут рассматриваться в других научных статьях.

Процесс фазовой синхронизации является одной из важнейших проблем современной теории нелинейных колебаний. В основу фазовой синхронизации МС, находящейся в режиме динамического хаоса, был взят подход, предложенный в [5]. Для описания и анализа фазовой синхронизации была введена, как и в [5], фаза  $\varphi(t)$  хаотического сигнала. При этом под фазовой синхронизацией понимается только процесс захвата фаз спектральных компонент фазовых спектров оптимизированных сигналов, в то время как амплитуды спектральных компонент этих сигналов на первом этапе анализа остаются несвязанными друг с другом и выглядят хаотическими. Захват фаз «влечет» за собой поиск «совпадения» спектральных компонент сигналов. Частота хаотического сигнала определяется как средняя скорость изменения средней фазы:

$$\Omega = \langle \dot{\varphi}(t) \rangle. \quad (2)$$

В то же самое время для ряда систем (прежде всего, так называемых систем с плохо определенной фазой [4, 5]) описание явления фазовой синхронизации хаотических осцилляторов с помощью фазы  $\varphi(t)$  может приводить к некорректным результатам [4, 5].

В том случае, когда в спектре хаотического сигнала имеется одна ярко выраженная частота (частота сдвинутого ПС), фаза  $\varphi(t)$  хаотического сигнала фактически является фазой, ассоциированной с основной частотой ПС, при этом основная частота сдвинутого ПС и частота хаотического сигнала, как показала практика натуральных исследований, могут совпадать [4, 5].

В случае когда в спектре нет доминирующей частотной компоненты, фаза хаотического сигнала  $\varphi(t)$  не может адекватно описывать динамику системы. Для подобных ситуаций в [4, 5] предложено было использовать семейство фаз  $\varphi_s(t)$ , вводимое с помощью непрерывного вейвлетного преобразования [4–6], при этом каждая из фаз  $\varphi_s(t)$  ассоциирована со своим временным масштабом  $s$ .

Это связано с тем, что для таких систем хаотическая временная реализация характеризуется Фурье-спектром, в котором отсутствует ярко выраженная основная спектральная дискрета (или таких спектральных дискрет несколько). Такой случай множества дискрет в спектре, несущих информацию о возмущениях морской среды, характерен для низкочастотных ПС, реализующих квазидифракционную томографию.

В этом случае явление фазовой синхронизации может проявляться (и это тоже было проверено на гидроакустической барьерной линии о. Итуруп – о. Сахалин) как синхронное поведение фаз связанных хаотических осцилляторов на определенных временных масштабах  $s$ , которые являются синхронизованными [4, 5]:

$$|\varphi_{s_1}(t) - \varphi_{s_2}(t)| < const. \quad (3)$$

В [4, 5] было показано, что по мере увеличения параметра связи между системами увеличивается диапазон синхронизованных масштабов до тех пор, пока все временные масштабы не будут синхронизованы, что соответствует установлению режима лаг-синхронизации [4, 5], когда состояния взаимодействующих осцилляторов оказываются сдвинутыми во времени друг относительно друга:  $\chi_1(t - \tau) \approx \chi_2(t)$ . Дальнейшее увеличение параметра связи ведет к уменьшению временного запаздывания  $\tau$ . Осцилляторы стремятся к режиму полной синхронизации  $\chi_1(t) \approx \chi_2(t)$ , вследствие чего разность фаз  $|\varphi_{s_1}(t) - \varphi_{s_2}(t)|$  стремится к нулю для всех временных масштабов.

Таким образом, введенное с помощью вейвлетного преобразования семейство фаз хаотического сигнала позволяет эффективно выявлять режим фазовой синхронизации связанных осцилляторов. В то же самое время непрерывное вейвлетное преобразование обладает более слабым разрешением в частотном диапазоне, нежели преобразование Фурье [4, 5]. Вейвлетное преобразование как бы «сглаживает» Фурье-спектр [4–6], при этом динамику временного масштаба  $s$  определяет не только спектральная составляющая Фурье-спектра  $f = 1/S$ , но и соседние частотные компоненты, при этом степень их влияния определяется как расположением этих компонент в Фурье-спектре, так и их интенсивностью.

Поэтому в том случае, когда два связанных хаотических осциллятора находятся в режиме лаг-синхронизации, их мгновенные фазы, соответствующие спектральной компоненте  $f$  Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$ , будут связаны между собой как  $\varphi_2(t) \approx \varphi_1(t) + 2\pi f t$ , а следовательно, разность фаз  $|\varphi_{s1}(t) - \varphi_{s2}(t)|$  должна подчиняться соотношению

$$\Delta\varphi_f = |\varphi_1(t) - \varphi_2(t)| = 2\pi f t. \tag{4}$$

Таким образом, на горизонтальной плоскости сечения возмущенной области от опасных природных явлений ( $\Delta\varphi_f, f$ ) точки, отвечающие за разности фаз спектральных компонент хаотических осцилляторов, находящихся в режиме лаг-синхронизации, должны располагаться вдоль прямой, имеющей угловой коэффициент  $k=2\pi\tau$  [4, 5].

Как было показано в [4, 5], при разрушении режима лаг-синхронизации (например, с уменьшением параметра связи между осцилляторами) и переходе систем в режим фазовой синхронизации часть временных масштабов  $s$  вейвлетных спектров выходит из синхронизма. Соответственно можно ожидать, что и часть спектральных компонент Фурье-спектров в режиме фазовой синхронизации также будет рассинхронизована, что будет проявляться в отклонении точек на плоскости ( $\Delta\varphi_f, f$ ) от прямой линии. При этом разумно полагать, что в первую очередь будут выходить из синхронизма те спектральные компоненты, на долю которых приходится малая доля энергии, тогда как спектральные компоненты в Фурье-спектрах, характеризующиеся большей долей энергии, будут оставаться синхронизированными и соответствующие им точки на плоскости ( $\Delta\varphi_f, f$ ) [4, 5] будут по-прежнему располагаться вдоль прямой линии. По мере дальнейшего уменьшения параметра связи все большая часть спектральных компонент будет выходить из состояния синхронизма, но до тех пор, пока наиболее «энергетические» компоненты будут синхронизированы, связанные системы будут демонстрировать режим фазовой синхронизации [4, 5].

В [4, 5] была использована количественная величина, характеризующая число спектральных компонент Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$ , находящихся в режиме синхронизма:

$$\sigma_L = \frac{\int_0^\infty H(S_1(f) - L)H(S_2(f) - L)(\Delta\varphi_{f_i} - 2\pi f t)^2 df}{\int_0^\infty H(S_1(f) - L)H(S_2(f) - L)df}, \tag{5}$$

где  $H(\xi)$  – (Функция Хевисайда);  $L$  – пороговый уровень мощности (измеряемый в децибелах), начиная с которого учитываются спектральные компоненты, а величина  $\tau$  определяется временным сдвигом частотной компоненты  $f_m$  спектров  $S_{1,2}(f)$ , характеризующейся наибольшим значением энергии:  $\tau = (\varphi_{f_m2} - \varphi_{f_m1}) / (2\pi f_m)$ . Величина  $\sigma_L$  [4, 5] является мерой степени фазовой синхронизации, она стремится к нулю в режимах полной и лаг-синхронизации. В режиме

фазовой синхронизации величина  $\sigma_L$  увеличивается по мере того, как выходят из синхронизма спектральные компоненты Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$  взаимодействующих осцилляторов.

При обработке реальных данных с гидроакустической барьерной линии о. Сахалин – о. Итуруп (используя методику [4, 5]) приходится иметь дело с дискретными временными рядами конечной длины, поэтому вместо непрерывного Фурье-преобразования необходимо использовать его дискретный аналог, а вместо интеграла использовать сумму [4, 5]:

$$\sigma_L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta\varphi_{f_i} - 2\pi f_i)^2, \quad (6)$$

где суммирование ведется по всем спектральным компонентам Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$ , уровень мощности которых превышает  $L$ .

Кроме того, при определении  $\sigma_L$  целесообразно проводить усреднение по набору временных реализаций [4, 5]. Вычисления над дискретно измеренными оптимизированными совокупностями ПС, принятых на горизонтально разнесенные приемники МС, позволили получить объемные фигуры реконструированных возмущений морской среды по результатам воздействия на нее опасных природных явлений.

При проведении численного моделирования синхронизации спектральных компонент фазового спектра были взяты реальные данные с дискретными временными рядами конечной длины (из эксперимента на гидроакустической барьерной линии о. Сахалин – о. Итуруп 2005 г.), поэтому вместо непрерывного Фурье-преобразования, как и в [4, 5], использовался его дискретный аналог. На рис. 2 показана зависимость величины коэффициента синхронизации  $\sigma_L$  от значения параметра связи  $\varepsilon$  между хаотическими осцилляторами (в случае МС – это пассивные приемники). Видно, что с увеличением  $\varepsilon$  величина  $\sigma_L$  стремится к нулю. Это свидетельствует о том, что в рассматриваемой МС наступил режим лаг-синхронизации. На рис. 3 иллюстрируется возрастание числа синхронизованных спектральных компонент Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$  по мере увеличения параметра связи: рис. 3, а соответствует случаю слабой фазовой синхронизации, когда этот режим только возник ( $\varepsilon = 0.08$ ); рис. 3, б, в, г соответствуют сильной кратковременной фазовой синхронизации ( $\varepsilon = 0.12$ ,  $\varepsilon = 0.22$ ,  $\varepsilon = 0.24$ ).

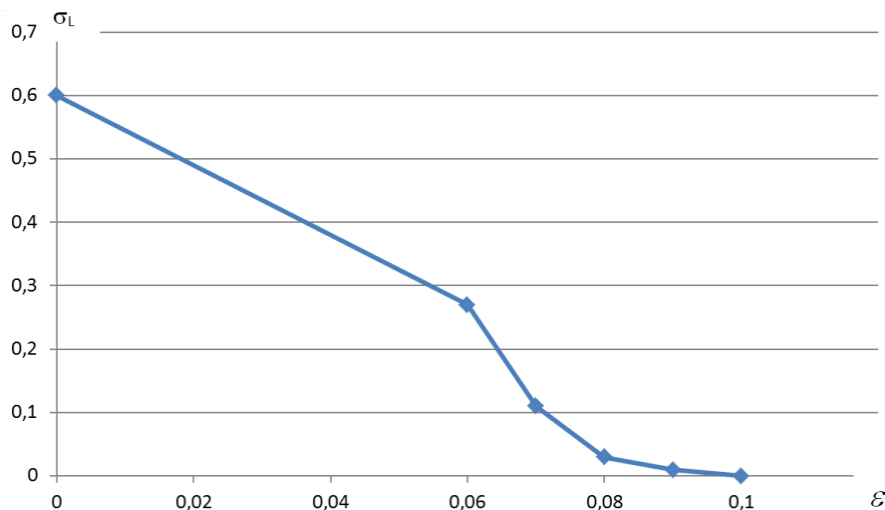


Рис. 2. Зависимость величины  $\sigma_L$  от значения параметра связи  $\varepsilon$   
Fig. 2. The dependence of  $\sigma_L$  of the value of link parameter  $\varepsilon$

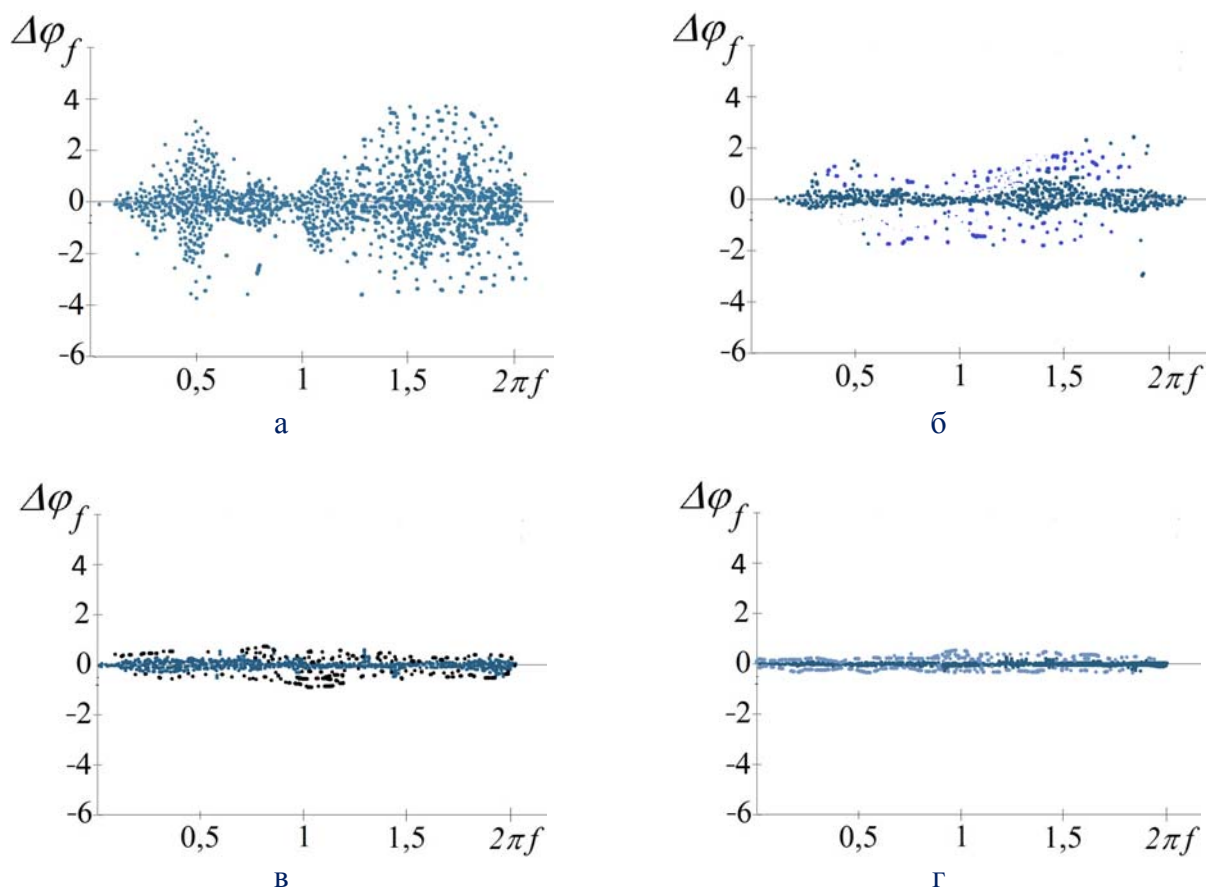


Рис. 3. Разность фаз  $\Delta\varphi_i$  для различных частотных компонент  $f$  Фурье-спектров  $S_{1,2}(f)$  связанных систем Ресслера (длина временной реализации  $\chi(t)$  – 170 единиц безразмерного времени, шаг дискретизации  $h = 0,13$ , усреднение проводилось по 40 отдельным временным реализациям, взятым за 1,5 ms на оба пассивных приёмника МС) [3–5]

Fig. 3. Difference in phase  $\Delta\varphi_i$  for different frequency components  $f$  of Fourier spectrums  $S_{1,2}(f)$  of related Rossler systems (length of the time series  $\chi(t)$  – 170 units of the dimensionless time, sampling step  $h = 0,13$ , averaging carried out on 40 separate implementation time taken for 1,5 ms both passive receivers) [3 – 5]

По результатам обработки данных, представленных на рис. 3, а, б, в, г были сделаны следующие выводы. С учетом условий распространения низкочастотного ПС и наличия (или отсутствия) мезомасштабных неоднородностей в морской среде, первым анализируется и уточняется энергетический спектр совокупности сигнала, принятого на ближний по расстоянию от излучателя приемник. Затем в ближайшем к излучателю приемнике определяется фазовый спектр. На основании этого спектра вырабатываются показатели для каждой спектральной компоненты по пределам изменения мгновенной фазы и частотного интервала, в котором она может находиться.

В случае (см. рис. 3, б) когда в энергетическом спектре сигнала отсутствуют спектральные компоненты ПС, над ним проводится операция компрессии через аддитивный компенсатор помех. Данная операция позволяет путем набора оптимальных весовых окон выявлять и усиливать спектральные компоненты, отсутствующие в первичном Фурье-спектре, и уменьшать влияние наиболее интенсивных спектральных компонент. Наиболее устойчивой синхронизацией и минимальным масштаб изменения фазы обладают наиболее интенсивные спектральные компоненты пространственного спектра мезомасштабной неоднородности.

Они быстрее всего входят в режим лаг-синхронизации и выходят из него. Эти же спектральные компоненты дают наименьшую разность фаз (набег фаз). Это объясняется тем, что они являются производной от воздействия на водную среду (например, цунами), более мощные относительно исходных спектральных компонент ПС и менее подвержены затуханию из-за низкочастотности.

Наименее устойчивыми к синхронизации являются наименее интенсивные спектральные компоненты, которые имеют наибольший фазовый масштаб.

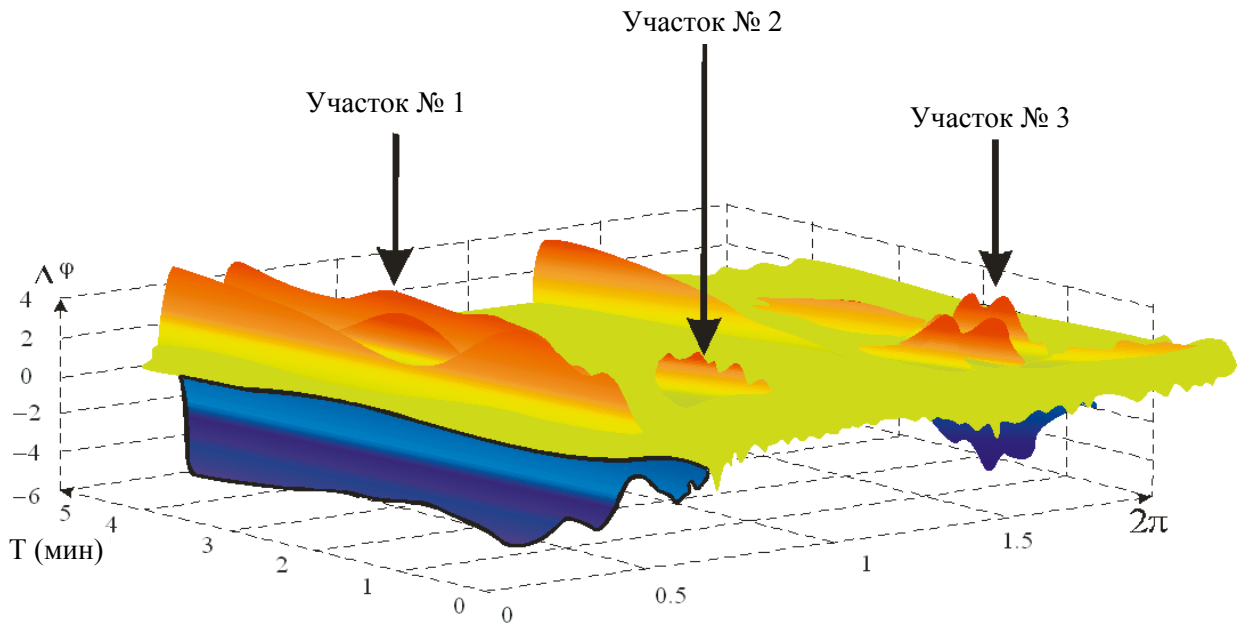


Рис. 4. Динамика изменения амплитуды спектральных характеристик тональных сигналов для первого и второго этапов эксперимента при различных типах гидрологии за период нахождения Т-волны в зоне гидроакустической барьерной линии [7]: участок № 1 – спектры первичного взаимодействия ПС с внутренней волной от цунами; участок № 2 – спектры излученного ПС; участок № 3 – спектры совместного распространения ПС и неоднородности морской среды

Fig. 4. Dynamics of changes in the amplitude of the spectral characteristics of tones for the first and second phases of the experiment with different types of hydrology during the period when the T wave in the area of sonar barrier line [7]: area № 1 – spectra of translucent signal primary interaction with the internal wave from the tsunami; area № 2 – spectrum of the emitted translucent signal; area № 3 – spectrum sharing signal propagation and heterogeneity of the marine environment

Они быстрее всего выходят из режима лаг-синхронизации и имеют максимальную разность фаз. Как показала практика натуральных исследований, в основном это спектральные компоненты исходного Фурье-спектра низкочастотного ПС.

В качестве экспериментальных исследований для проверки предложенного инструментария, но через относительную интенсивность принятого сигнала ( $I$ , дБ), были взяты натурные данные из отчета «Контроль акваторий Охотоморского региона с использованием гидроакустических измерительных систем, поиск предвестников землетрясений», выполненного в рамках гранта РФФИ СКБ САМИ (г. Южно-Сахалинск) в 2004 г. (рис. 5, 6) [8].

В этих измерениях наиболее существенным является измерение сейсмогидроакустическими станциями СКБ САМИ в южной части Охотского моря акустической компоненты землетрясения (Т-волны). Она генерируется островами Курильской гряды при ударном воздействии на них сейсмических волн от землетрясения. Скорость распространения Т-волн усту-

падет скоростям сейсмических компонент и примерно равна 1,5 км/с, но она слабо затухает и распространяется на очень большие расстояния. Вследствие уникальности географического взаиморасположения островов Курильской гряды и приемных баз СКБ САМИ существует возможность определять местонахождение эпицентра землетрясения по задержкам времен прихода (разности фаз спектральных компонент) Т-волн, генерируемых этими областями. Т-волна не всегда зарождается непосредственно на морском дне в зоне действия очага землетрясения, но в ее записи всегда содержится неискаженная информация из района воздействия землетрясения на морское дно, которая может быть использована при анализе сейсмограмм Р- и S-волн по гидроакустическим всплескам, по крайней мере, в качестве дополнительной [9].

Рис. 5. Запись акустических колебаний – предвестников землетрясений (A –  $f = 10\text{--}30$  Гц; B –  $f = 3\text{--}10$  Гц; C –  $f = 0,8\text{--}1,8$  Гц) [8]  
 Fig. 5. Recording acoustic oscillations of earthquake precursors (A –  $f = 10\text{--}30$  Hz; B –  $f = 3\text{--}10$  Hz; C –  $f = 0,8\text{--}1,8$  Hz) [8]

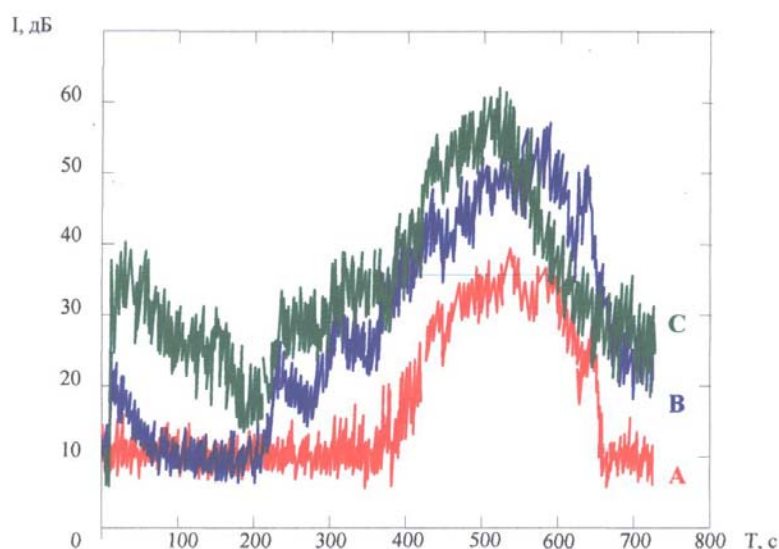
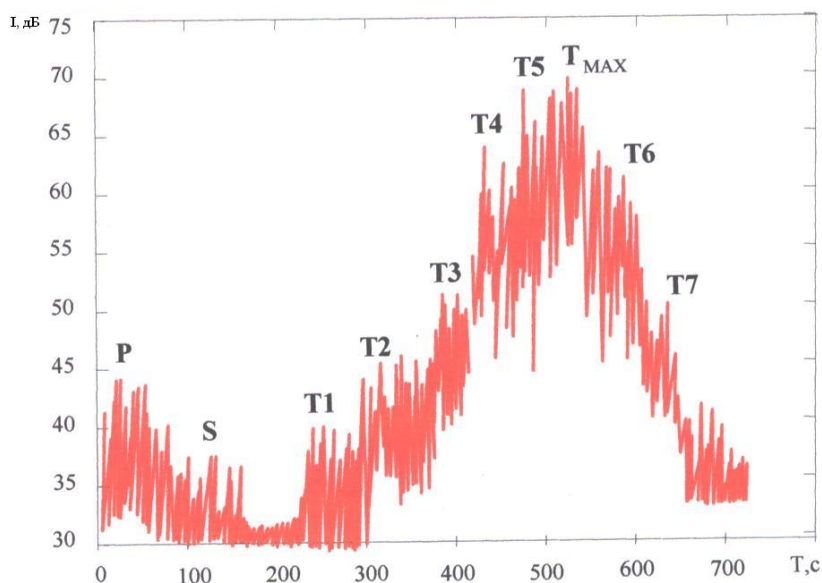


Рис. 6. Запись акустических колебаний – предвестников землетрясений в случае многолучевого распространения (P, S, T) волн [8]  
 Fig. 6. Recording acoustic vibrations of earthquake precursors in the event of multipath wave [8]



Использование мультистатической схемы и рекурсивного прогнозирования позволяют выделять Т-волну из общего сигнала, формировать ситуационные модели перед сейсмо- и цунами-опасностью. Как показали расчеты, общий запас времени для принятия решения и



предупреждения соответствующих инстанций о приближении этих природных явлений составляет от десяти часов до суток, что значительно больше, чем при существующих системах прогнозирования и предупреждения.

### Список литературы

1. Гончаров, В.В. Акустическая томография океана / В.В. Гончаров, В.Ю.Зайцев, В.М. Куртепов, А.Г. Нечаев, А.И. Хилько. – Н. Новгород: ИПФ РАН, 1997. – С. 255.
2. Стародубцев, П.А. Обоснование практических путей построения низкочастотных томографических систем контроля гидрофизических полей морских акваторий / П.А. Стародубцев, М.В. Мироненко, Л.Э. Карачун // Сейсмоакустика переходных зон: материалы докл. 4-го Всерос. симп. 5-9 сентября 2005 г., РАН, Дальневост. отделение, ТОИ им. В.И. Ильичева. – Владивосток, 2005. – С. 202–206.
3. Стародубцев, П.А. Мультистатистическая схема дальнего обнаружения опасных природных явлений в целях обеспечения безопасного мореплавания / П.А. Стародубцев, Е.П. Стародубцев, В.В. Карасев // Исследования Мирового океана: сб. докл. Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения И.В. Кизеветтера. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – С. 294–299.
4. Стародубцев, П.А. Синхронизация спектральных компонент оптимизированной совокупности сигналов, связанных хаотическими осцилляторами / П.А. Стародубцев, Е.П. Стародубцев, С.В. Гутарова // Пробл. и метод. разраб. и эксплуат. вооружен. и воен. техн. ВМФ: сб. ст. – Владивосток: МО РФ, ТОВМИ, 2008. – Вып.67. – С. 234–239.
5. Стародубцев, П.А. Метод расчёта семейства функций Бесселя с помощью БПФ при реализации теоретических основ активно-пассивной низкочастотной томографии / П.А. Стародубцев, А.Н. Иванов, А.А. Жевагин // Изв. высш. учеб. заведений. Северо-Кавказский регион. Сер. Техн. науки. – Новочеркасск, 2006. – № 3. – С. 22–26.
6. Методические разработки прогноза сильных землетрясений гидроакустическими методами / У Тон Иль, А.А. Таболяков, В.Н. Храмушин; под ред. В.Н. Храмушина // Морские исследования и технологии изучения природы Мирового океана: сб. ст. – Владивосток: ДВО РАН, 2005. – Вып. 1. – 192 с.

**Сведения об авторах:** Шевченко Александр Петрович, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru;  
Стародубцев Павел Анатольевич, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: spa1958@mail.ru;  
Стародубцев Евгений Павлович, e-mail: spa1958@mail.ru;  
Бакланов Евгений Николаевич, доцент, e-mail: baklanoven@mail.ru.

---

---

# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

---

---

УДК 629.12.053-83(07)

**Е.Г. Булах**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*В настоящее время для обеспечения безопасности мореплавания используются электронные картографические системы различных производителей. Проведен обзор современных систем: NavCom, Transas, dKart Navigator. Обозначены основные достоинства. Проанализированы достоинства и недостатки электронных навигационных карт. Указаны международные требования.*

**Ключевые слова:** электронные навигационные карты, электронные картографические навигационные информационные системы.

**E.G. Bulakh**

## CURRENT STATE OF DOMESTIC ELECTRONIC CARTOGRAPHICAL SYSTEMS

*Now for safety of navigation electronic cartographical systems of various producers are used. The review of modern systems is carried out: NavCom, Transas, dKart Navigator. The main advantages are designated. Merits and demerits of electronic navigation charts are analysed. The international requirements are specified.*

**Key words:** electronic navigation charts, electronic cartographical navigation information systems.

В соответствии с требованиями раздела А-II/1 Кодекса ПДМНВ 78 с поправками к подготовке судоводителей по использованию электронных картографических навигационных информационных систем, Резолюций ИМО А.817(19) и MSC.232(82), примерной учебной программы по курсу «Использование электронных картографических навигационных информационных систем (ЭКНИС)», ТЭТ к ЭКНИС и ТЭТ к навигационным тренажерным центрам освоение методики и отработки практических навыков работы с электронными картографическими навигационными информационными системами входит в первостепенную задачу подготовки судоводителей [4].

С самого начала использования GPS и GLONASS в 1980-х гг. стало очевидно, что только электронные карты могут предоставить максимально точные и надежные данные о расположении судна. Это и было доказано в течение первого десятилетия XXI в., когда большинство судов добровольно установило еще неутвержденные электронно-картографические системы (ЭКС) в качестве «навигационного помощника», несмотря на необходимость параллельно продолжать использовать бумажные карты, чтобы выполнять требования СОЛАС.

В 2009 г., когда были решены основные вопросы, касающиеся, например, разработки технических стандартов и условных обозначений для электронных карт, было принято решение об обязательной установке ЭКНИС на суда к 2018 г.

Трудность, с которой сейчас сталкивается отрасль, – различия в обозначениях, используемых в картах ENC и обычных бумажных картах.

ЭКНИС выполняет сложные задачи, но модели от разных производителей имеют различные элементы управления и меню. Это усложняет работу с ними, даже несмотря на то, что картографические изображения и базовые возможности очень схожи на разных моделях ЭКНИС. Стоит отметить, что сейчас все ведущие производители ЭКНИС, – такие, как Furuno, JRC, Transas и NavCom – выпускают простые в управлении ЭКНИС с интуитивно понятным интерфейсом, благодаря чему процесс знакомства с возможностями устройства не затягивается надолго.

NavCom Voyager (рис. 1) – мощный навигационный инструмент, позволяющий существенно повысить уровень безопасности судоходства и провозной способности судов. Впервые в мире реализована задача автоматизированной проработки перехода – на автоматическое создание кратчайшего маршрута между заданными портами система потратит несколько секунд. Дальнейшая оптимизация маршрута выполняется судоводителем в интерактивном режиме с загрузкой и анализом прогноза погоды, обновляемой базы течений, автоматической проверкой пересечения маршрута с картированными опасностями и районами с особыми условиями плавания. Модуль анализа прогноза погоды позволяет заблаговременно уклониться от надвигающегося шторма, а если встреча с ним неизбежна – выбрать оптимальную комбинацию скорости и курса для штормования.

NavCom Voyager удовлетворяет всем требованиям Резолюции IMO MSC 232(82) и спроектирована с учетом современных отечественных и международных исследований в области обеспечения безопасности судоходства, в том числе влияния человеческого фактора. В отличие от большинства других моделей в стандартную комплектацию NavCom Voyager MB входит модуль сопряжения с радиолокатором и функция наложения на карту радиолокационного изображения, рекомендованная циркуляром IMO SN255, модуль отображения информации AIS и ARPA, эхолота, судовой метеостанции, прогноза погоды в любом районе мира.

NavCom Voyager работает как с официальными электронными картами, производимыми гидрографическими службами, так и с крупнейшей в мире базой электронных карт S-MAP Professional +. С 2009 г. компания Jeppesen Marine анонсировала новый картографический сервис – комбинированная мировая база данных всех официальных карт Европейского картографического центра Primar и карт из коллекции Jeppesen Marine.

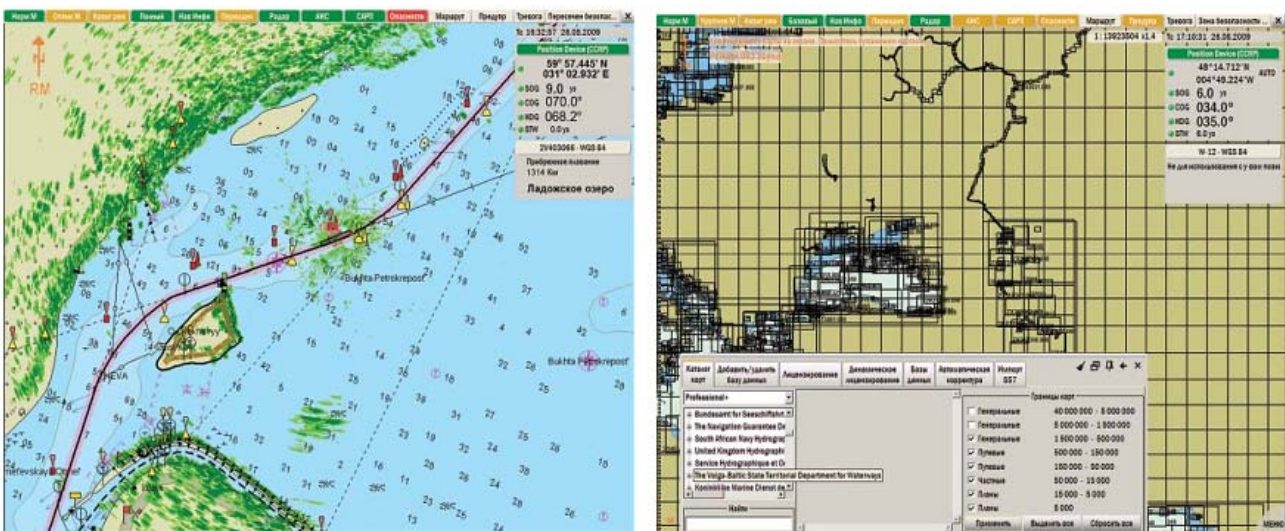


Рис. 1. Экранный интерфейс ЭКНИС NavCom Voyager  
Fig. 1. Screen interface ECDIS NavCom Voyager

NavCom Voyager – одна из первых в мире ЭКНИС/СОЭНКИ, поддерживающих динамическое лицензирование электронных карт – пользователь платит только за те карты, которые были фактически использованы при планировании рейса и в процессе плавания, при этом исключается традиционная задача подбора карт – виртуально капитану доступна вся мировая база электронных карт. Весь процесс учета «использованных карт» автоматизирован и находится под контролем судовой компании.

NavCom Voyager разработана специально для судов с российскими или смешанными экипажами. Система поддерживает меню и все сообщения на русском и английском языках, вся документация также двуязычная. При отображении электронных карт внутренних водных путей и морских акваторий в пределах территориального моря России все названия географических объектов и текстовая навигационная информация выводятся на русском или английском языках по выбору судоводителя. В то же время при заходе, например, в порты Китая для удобства лоцмана можно установить отображение текстовой информации карты на китайском языке [1].

Неизменное стремление к инновациям, выверенная стратегия и ее последовательная реализация позволили Транзасу стать сегодня одной из ведущих российских ИТ-компаний, успешно создающих и продвигающих высокотехнологичные продукты мирового уровня. Компания была создана в 1990 г. для производства высокотехнологичных продуктов и решений для морской отрасли.

Компания «Транзас» получила сертификат одобрения типа на ЭКНИС Navi-Sailor 3000 от норвежской сертификационной службы DNV (Det Norske Veritas), подтверждающий полное соответствие системы существующим международным стандартам и нормативным актам. Таким образом, Транзас сертифицировал уже второе поколение ЭКНИС (осенью 1999 г. Транзас стал первой в мире компанией, получившей сертификат одобрения типа на ЭКНИС собственного производства – Navi-Sailor 2400).

По сравнению с предыдущей версией, система Navi-Sailor 3000 усовершенствована за счет введения новых функций. В частности, это первая в мире система, в которой реализована возможность отображения различного рода информации: картографической, погодной, приливо-отливной, данных от УАИС и радара – на одном экране. Существует возможность подключения 16 различных датчиков информации: GPS, САП, АИС, гирокомпаса, лага, эхолота, датчика ветра, датчика температуры воды, авторулевого и др. Совмещение всей информации на одном дисплее позволяет оценить обстановку и принять решение в кратчайшее время.

Система Navi-Sailor 4000 ECDIS MFD (рис. 2) предназначена для оказания судоводителю помощи в планировании маршрута и контроле его прохождения.

Таблицы «Из точки А в точку В через точку С» [AtoBviaC distance tables] – это уникальный и мощный инструмент выполнения базовой предварительной прокладки (создания маршрутов). Рассчитанные маршруты основаны на таблицах морских дистанций [BP Distance Table] и могут применяться для быстрого расчета расстояний, при выборе карт, электронных карт формата (S)ENC для их последующего приобретения, а так же, как основа детального выполнения предварительной прокладки и последующего создания плана на рейс при помощи Navi-Planner.

Таблицы «Из точки А в точку В через точку С» содержат тысячи альтернативных маршрутов и набор правил построения маршрута, которые может использовать штурман при задании условий расчета маршрута.

Погодная функциональность программного обеспечения Navi-Planner является средством обеспечения судоводителя инструментом по принятию оптимального решения по планированию маршрута с учетом погодных условий.

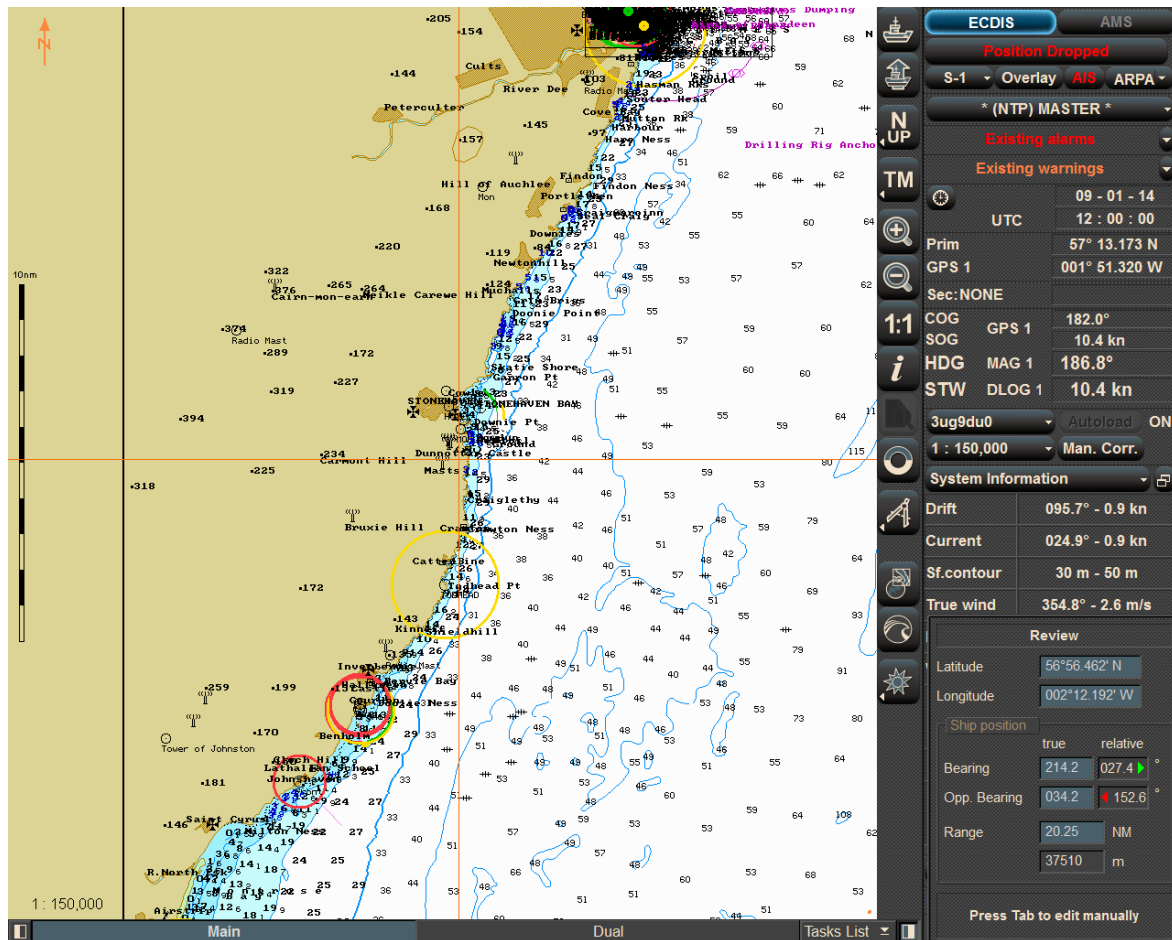


Рис. 2. Экранный интерфейс Navi-Sailor 4000  
Fig. 2. Screen interface Navi-Sailor 4000

Преимущества планирования маршрута с учетом погоды очевидны:

- оптимизация скорости и расхода топлива;
- обеспечение безопасности мореплавания, экипажа судна и перевозимого груза;
- информированность о погодных условиях в ближайшие дни;
- снижение затрат на получение метеорологических данных перед выходом в море;
- снижение объема административной работы на борту и в офисе.

Данные о погоде приходят из Meteo Consult, метеорологической службы, которая подготавливает набор точной информации о погоде в океанических регионах и прибрежных водах.

Данные включают давление воздуха, прогнозы ветра и волн, а также прогнозы тропических циклонов, температур, атмосферных осадков, границ льда и др.

Группа «Транзас» предлагает уникальный способ заказа и обработки карт посредством программы Navi-Planner (рис. 3). Существует возможность либо предварительно заказать нужные карты, либо воспользоваться системой Pay as you sail (PAYS). Если предварительно заказывать карты, то набор карт для заказа можно легко загрузить исходя из запланированного маршрута или же при помощи функции автоматической предварительной прокладки «Из точки А в точку В через точку С». Оператор программы Navi-Planner может выбрать, хочет ли он получить только лицензии на использование карт или же сами карты с сервера. При подготовке заказа можно выбрать срок лицензии, и система покажет примерную стоимость заказа.

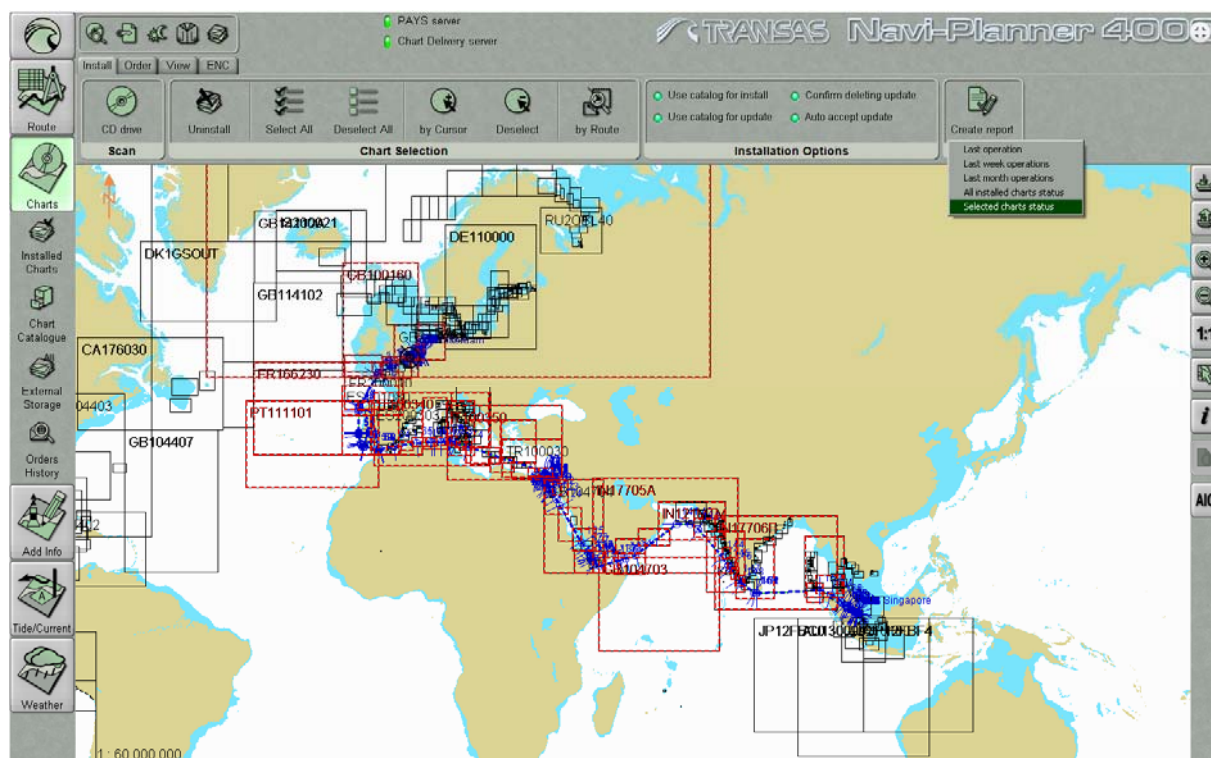


Рис. 3. Система Navi-Planner 4000  
Fig. 3. System Navi-Planner 4000

В рамках функциональности управления картами системы Navi-Planner можно заказать, установить и произвести коррекцию как электронных, так и бумажных навигационных карт.

Так как Navi-Planner обращается к серверу карт Транзас напрямую или по электронной почте, система предоставляет наиболее простой способ доступа к обновлениям и картам, используемым на борту.

Программа Navi-Planner производства группы «Транзас» предоставляет штурману самый мощный инструмент выполнения предварительной прокладки на рынке. Ей доступны любые функции, от простейшего создания маршрута до «Контроля уровня С», а также проверки созданной прокладки на навигационные опасности и вычисления глубины под килем, производимого на основе набора заданных параметров судна и безопасности.

Основными параметрами при предварительной прокладке являются геометрия, расписание, дополнительная информация, получаемая по ходу маршрута в опорных точках, а также метеорологические и гидрологические данные. Плечи маршрута, промежуточные точки маршрута, расстояния бокового отклонения от курса и опорные точки можно создавать и редактировать как в графической, так и табличной формах. Плечи маршрута можно выбирать по отдельности в качестве локсодромии большого круга на основе системы координат WGS-84. Расписания можно рассчитывать, учитывая или не учитывая ограничения скорости для каждого плеча маршрута, а также учитывая поверхностные и приливные течения.

Система Navi-Planner 4000 устанавливает новый стандарт безопасной и эффективной предварительной прокладки и выполнения плана на маршрут. Это инновационное решение от компании «Транзас» предоставляет единую точку доступа ко всей необходимой информации на любом этапе процесса судовождения. Система Navi-Planner 4000 отвечает требованиям резолюций ИМО 1.916(22) – Руководство по регистрации событий, связанных с навигацией, и ИМО А.893(21) – Руководство по планированию рейса.

Электронные навигационные карты (ЭНК) представляют собой официальные данные карт, скомпилированные под использование в системах ЭКНИС в соответствии с требованиями международной конвенции СОЛАС. До того, как ЭНК будут загружены в ЭКНИС, их необходимо конвертировать в особый внутренний формат системы, SENC.

Компания «Транзас» выполняет конвертацию карт в формат SENC перед отправкой данных на судно. Это позволяет проверить и подтвердить данные, а также избавить персонал судна от длительного процесса конвертации карт в формат SENC.

Электронные карты формата SENC производства группы «Транзас» создаются на основе данных службы векторных карт Британского адмиралтейства. Процесс создания карт формата SENC полностью испытан и одобрен Норвежским сертификационным обществом (DNV) [4].

На некоторые электронные навигационные карты наносятся объекты, отображение которых зависит от текущей даты. Некоторые объекты, например, такие, как схемы распределения движения судов, могут иметь дату вступления в силу или дату прекращения. Подобные объекты обычно не отображаются вне конкретных временных рамок.

Сервис TADS обеспечивает полную совместимость с санкционированной безбумажной навигацией ЭКНИС.

Вы сможете пользоваться всеми привилегиями самого полного на сегодняшний день набора официальных электронных навигационных карт с возможностью пересылки на ЭКНИС «Транзас».

Использование продуктов Navi-Planner и Transas Chart Server невероятно упрощает обработку карт.

Карты формата SENC устанавливаются намного быстрее карт формата ENC.

Сервис «Pay As You Sail».

Круглосуточная техническая поддержка.

Полный набор цифровых решений и инструментов.

Группа «Транзас» производит дополнительные проверки качества всех данных карт формата ENC, включая проверку преобразования в формат SENC.

Процесс оцифровки полностью соответствует международным стандартам качества ISO-2000:9001. База данных карт «Транзас TX-97» обеспечивает полное покрытие Мирового океана и обновляется в соответствии с «Извещениями мореплавателям», выпускаемыми гидрографическими службами разных стран.

Коллекция карт Мирового океана «Транзас TX-97» на данный момент состоит из более чем 17 000 векторных электронных карт.

Электронные векторные карты TX-97 производства группы «Транзас» создаются на основе бумажных карт, выпускаемых национальными гидрографическими службами, и созданы по лицензии Государственного геодезического надзора России с согласия ГУНиО МО РФ и гидрографических служб (ГС) других государств. База данных (БД) электронных карт Транзас обеспечивает полное покрытие Мирового океана и постоянно поддерживается на уровне современности по «Извещениям мореплавателям», выпускаемым ГС различных государств.

С 2004 г. компания является официальным и эксклюзивным дистрибьютором ГУНиО МО РФ по распространению карт стандарта S-57. В 2004 г. Транзас стал официальным дистрибьютором карт формата SENC (System Electronic Navigational Charts) ведущих европейских центров электронных карт – IC-ENC и PRIMAR Stavanger. С 2006 г. Транзас является официальным дистрибьютором карт NOAA.

В соответствии с требованиями Международной морской организации совокупность БД Транзас и сертифицированных ЭКС не является эквивалентом бумажной морской навигаци-





- исполнительная прокладка;
- функции контроля безопасности маршрутов;
- специальные функции.

Система dKart Navigator предназначена для решения следующих задач судовождения:

- отображение на карте данных о собственной позиции, курсе и скорости судна на основе информации навигационных устройств;
- прокладка маршрутов и контроль их прохождения;
- отображение на карте целей САРП (ARPA) и АИС (Transponder);
- предупреждение судоводителя о приближении к опасностям и районам с особыми условиями плавания;
- автоматизация навигационных расчетов;
- автоматическая и ручная корректура карт и другие функции [3].

Таким образом, судоводители обязаны иметь минимальные стандарты компетентности по использованию электронно-картографических информационных систем. ЭКНИС стала действительно инновационным решением в навигации и теперь находится в числе основных судовых навигационных устройств, давая понимание того, в каком направлении дальше должно развиваться оборудование этого типа.

### Список литературы

1. Официальный сайт компании Navcom [Электронный ресурс] // URL: <http://www.navcom.ru> (Дата обращения 12 мая 2015 г.).
2. Официальный сайт компании Transas [Электронный ресурс] // URL: <http://www.transas.ru> (Дата обращения 15 мая 2015 г.).
3. Официальный сайт компании dKart [Электронный ресурс] // URL: <http://www.dkart.ru> (Дата обращения 10 мая 2015 г.)/
4. Буллах, Е.Г. История и перспективы развития электронной картографии / Е.Г. Буллах, В.В. Карасев, С.А. Верещагин // Актуальные проблемы развития судоходства в Азиатско-Тихоокеанском регионе: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток, Дальрыбвтуз, 2013. – С.13–22.

**Сведения об авторе:** Буллах Елена Георгиевна, доцент, e-mail: [attempt2004@mail.ru](mailto:attempt2004@mail.ru).

УДК 629.12.053.11 (075.8)

**Н.В. Вовченко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **РОЛЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РАЗВИТИИ СРЕДСТВ НАВИГАЦИИ**

*Электронно-картографическая навигационно-информационная система (ЭКНИС) – электронная навигационная система на основе информации, которая соответствует требованиям Международной морской организации, обеспечивает безопасность судоходства и становится альтернативой традиционным бумажным картам. Компьютерная система отображает информацию из электронных навигационных карт, интегрирует её с данными системы глобального позиционирования GPS, данными радаров, систем автоматической идентификации судов (АИС).*

**Ключевые слова:** безопасность, информация, картографическая система, корректура, навигация, технологии.

**N.V. Vovchenko**

## **ELECTRONIC INFORMATION SYSTEMS AND THE SAFETY OF NAVIGATION**

*Electronic chart display and information system (ECDIS) – electronic navigation system on the basis of information that complies with the requirements of the International Maritime organization, ensures the safety of navigation and is becoming an alternative to traditional paper cards. The computer system displays information from electronic navigational charts, integrates it with data from the global positioning system GPS, data, radar, automatic identification systems of ships (AIS).*

**Key words:** security, information, mapping system, proof-reading, navigation, technology.

Современное судоходство обладает высоким уровнем автоматизации процесса управления судном. Стимулом для создания новых технологий в навигации стало быстрое развитие электроники, вычислительной техники и связи, с одной стороны, и настоятельная необходимость в повышении уровня безопасности судоходства, защиты жизни людей, дорогостоящих грузов, охраны окружающей среды – с другой. Бумажная морская навигационная карта, штурманский циркуль, транспортёр, параллельная линейка переходят из разряда основных во второстепенные, запасные.

Главным достижением современных навигационных и компьютерных технологий стало создание электронного справочника современного судна – электронной картографической навигационной информационной системы ЭКНИС (ECDIS – Electronic Chart Display and Information System). ЭКНИС осуществляет отображение карт и места судна, позволяет вести прокладку трассы движения и осуществлять контроль отклонений от заданного маршрута, осуществляет вычисление безопасных курсов, предупреждение судоводителя об опасности, ведение судового журнала, управление авторулевым и т.п.

Началом процесса автоматизации в судоходстве явилось создание аналоговых автоматизированных систем, громоздкость которых усложняла их эксплуатацию, следовательно, снижала эффективность работы судоводителя. В результате научно-технической революции произошли огромные изменения в подходе к созданию систем автоматизации, были разработаны принципиально новые по технологии электронные информационные системы, которые позволяют резко снизить трудоемкость изготовления оборудования, значительно снизить его стоимость, потребляемую энергию и габариты. Кроме того, существенно упрощается эксплуатация систем и повышается их надежность.

Примером такой электронной информационной системы служат ECDIS – электронные картографические навигационные информационные системы.

ЭКНИС являются исключительно эффективным средством информации в навигации, существенно сокращающим нагрузку на вахтенного помощника и позволяющим уделять максимум времени наблюдению за окружающей обстановкой и выработке обоснованных решений по управлению судном.

Все многообразие существующих электронных картографических систем принято делить на три группы:

ECDIS – электронные картографические навигационные информационные системы;

ECS – электронные картографические системы;

RCDS – растровые картографические дисплейные системы.

Международной морской организацией официально признаются только ECDIS.

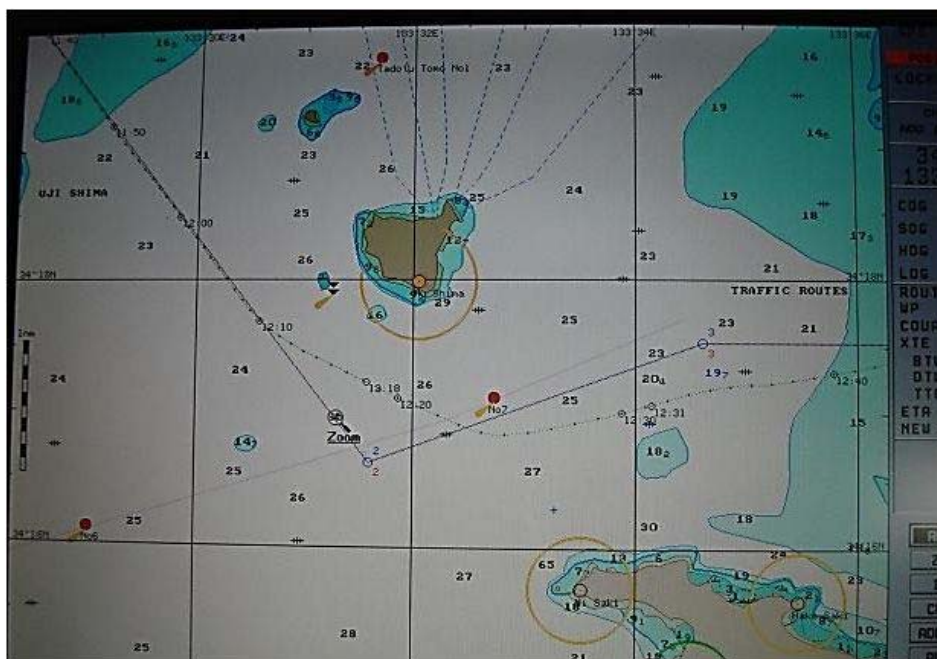


Рис. 1. Электронная картографическая навигационная информационная система (ECDIS)

Fig. 1. Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)

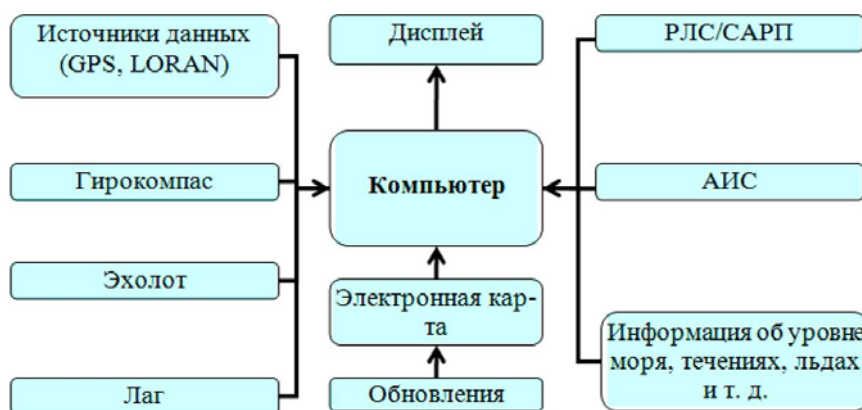
Имеется в виду, что с юридической точки зрения ECDIS является эквивалентом современных бумажных навигационных карт в рамках требований Правила V/20 Конвенции SOLAS.

Информационный характер ECDIS означает её способность предоставлять судоводителю по его запросу характеристики и параметры картографических объектов, таких, как ориентиры, опасности, опасные изобаты, запретные и ограниченные для плавания районы, а также данные об условиях плавания по всему маршруту следования судна и т.п.

Навигационный характер определяется как традиционными задачами ECDIS (предварительная и исполнительная прокладка, коррекция текущего места), так и новыми задачами по оценке навигационной безопасности плавания, корректуре электронных карт, организации подачи заблаговременной сигнализации и т.п.

ECDIS отображает на экране дисплея точные картографические данные морской карты в реальном времени, т.е. в сочетании с текущим местом судна, полученным от DGPS, GPS. Система обрабатывает и представляет информацию и от других навигационных датчиков, например, гирокомпаса, лага, эхолота, РЛС, САП. На рис. 2 показаны основные элементы ECDIS.

Рис. 2. Элементы ECDIS  
Fig. 2. Components of an ECDIS



Электронные картографические навигационные информационные системы предназначены для решения следующих навигационных задач:

- вывод данных от приемоиндикаторов местоположения судна, а также лага и гироком-паса на электронную карту и непрерывное ведение исполнительной прокладки;
- запись траектории пройденного пути;
- ведение электронного судового журнала и вывод его данных на печать;
- восстановление отображения траектории пути судна и записей судового журнала любого рейса;
- составление предварительной электронной прокладки предстоящего рейса с проведе-нием расчетов скорости, расстояний, времени плавания;
- избирательное управление составом отображаемой картографической информации;
- слежение за исполнительной электронной прокладкой и параметрами движения судна по маршруту;
- измерение географических координат, дистанций и пеленгов любых объектов карты;
- сигнализация о приближении к путевой поворотной точке, отклонениях от установлен-ных параметров движения судна и неисправностях самой системы;
- отображение карты в удобном масштабе (масштабирование) и врезка электронной карты;
- отображение электронной карты в режимах ориентации «Север вверх» и «Курс вверх»;
- получение дополнительной справочной информации о картографических объектах, средствах навигационного оборудования, а также гидрографических и других сведений из базы данных электронной карты;
- возможность слежения за изменением местоположения захваченных неподвижных объектов относительно движения собственного судна;
- вывод на экран изображения карт в различных форматах, в том числе стандарте ECDIS, утвержденном Международной морской организацией IMO (International Maritime Organization);
- автоматическая, полуавтоматическая и ручная корректура электронных карт;
- подбор цвета экрана в зависимости от освещенности помещения рубки;
- мгновенная запись местоположения судна (человек за бортом);
- отображение на электронной карте целей, захваченных на САРП/РЛС;
- запись (архивация) траекторий целей на диск и возможность их отображения вместе с соответствующей траекторией собственного судна и записями судового журнала.

Уникальная функция ECDIS, которой не обладают ни бумажные карты, ни какое-либо другое техническое средство навигации, заключается в автоматическом предупреждении су-доводителя об опасном курсе и вычислении безопасных курсовых секторов на основе постоян-ной обработки базы данных векторных электронных карт.

После создания и сохранения на диске отредактированного маршрута желательна его проверка на возможность допущения ошибок средствами картографической системы.

Подобная процедура допустима только для векторных карт, представляющих электронную базу данных, которую может идентифицировать встроенный редактор проверки.

Основная проверка осуществляется на предмет поиска опасностей в заранее зафиксированном безопасном коридоре, поэтому определение ширины этого коридора на всех «плечах» маршрута является важной процедурой.

При проверке маршрута судоводитель должен убедиться, что зафиксированные картографическим редактором возможные ошибки в действительности не представляют опасности.

Редактор может предупреждать о всех возможных опасностях, включая пересечение зон якорных стоянок, линий пересечения границ порта и т.д., которые могут восприниматься в качестве представляющих угрозу для плавания, а, соответственно, только анализироваться и приниматься к сведению.

Основное внимание при этом должно уделяться возможному пропуску опасных глубин, отдельно лежащих опасностей и опасных изобат, значения которых выставляются заранее.

Некоторые картографические системы позволяют проверять маршрут на безопасность в процессе его прокладки.

Для повышения уровня безопасности мореплавания, эффективности судовождения в навигационный комплекс современного судна включена Автоматическая идентификационная система (АИС), служащая для идентификации судов, их габаритов, курса и других данных с помощью радиоволн диапазона УКВ.

В последнее время появилась тенденция трактовать АИС как Автоматическую информационную систему, что связано с расширением функциональности системы по сравнению с ординарной задачей идентификации судов.

В соответствии с Конвенцией SOLAS 74/88 АИС является обязательным для судов водоизмещением свыше 300 регистровых тонн, совершающих международные рейсы, судов водоизмещением более 500 регистровых тонн, не совершающих международные рейсы, и всех пассажирских судов. Суда и яхты с меньшим водоизмещением могут быть оборудованы прибором класса Б.

Назначение:

- как средство предупреждения столкновений в режиме судно-судно;
- как средство получения компетентными береговыми службами информации о судне и грузе;
- как инструмент центра управления движением судов (ЦУДС) в режиме судно-берег для управления движением судов;
- как средство мониторинга и слежения за судами, а также в операциях по поиску и спасанию (SAR).

АИС включает в себя следующие компоненты:

- УКВ-передатчик;
- один-два УКВ-приёмника;
- приёмник глобальной спутниковой навигации (например, GPS, ГЛОНАСС), для России модуль ГЛОНАСС в приборе АИС является строго обязательным, основным источником координат. GPS – вспомогательным и может браться от приёмника GPS по протоколу NMEA;
- модулятор/демодулятор (преобразователь аналоговых данных в цифровые и наоборот);
- контроллер на основе микропроцессора;
- оборудование ввода-вывода информации на элементы управления.

Действие АИС основано на приёме и передаче сообщений по УКВ-волнам. Передатчик АИС работает на более длинных волнах, чем радары, что позволяет производить обмен информацией не только на прямых расстояниях, но и местности, имеющей препятствия в виде не очень больших объектов, а также при плохих погодных условиях. Хотя достаточно одного радиоканала, некоторые АИС передают и получают по двум радиоканалам для того, чтобы

избежать проблем интерференции и не нарушать коммуникацию других объектов. Сообщения АИС могут содержать:

- идентификационную информацию об объекте;
- информацию о состоянии объекта, получаемую автоматически с элементов управления объектом (в том числе с некоторых электрорадионавигационных приборов);
- информацию о географических и временной координатах, которые АИС получает от глобальной навигационной спутниковой системы;
- информацию, вводимую вручную обслуживающим персоналом объекта (связанную с безопасностью).

Предусмотрена передача дополнительной текстовой информации между терминалами АИС (пейджинг). Передача такой информации возможна как в адрес всех терминалов в радиусе действия, так и одному определённому терминалу.

В целях обеспечения унификации и стандартизации АИС в Международном Регламенте радиосвязи закреплено для использования в целях АИС два канала: AIS-1 (87В – 161,975 МГц) и AIS-2 (88В – 162,025 МГц), которые должны использоваться повсеместно, за исключением регионов с особым частотным регулированием.

Скорость передачи цифровой информации в канале АИС выбрана 9600 бит/с.

Работа каждой станции АИС (мобильной или базовой) жёстко синхронизирована по времени UTC с погрешностью не более 10 мкс от встроенного приёмника ГНСС (в РФ по сигналам комбинированного приёмника ГНСС ГЛОНАСС/GPS). Для передачи информации используются непрерывно повторяющиеся кадры длительностью 1 мин, которые разбиваются на 2250 слотов (временных интервалов) длительностью по 26,67 мс.

Для текста используется 6-битовые коды ASCII.

Отображение информации об окружающей обстановке у современных АИС возможно в 2 режимах: как текстовом в виде таблицы с перечнем расположенных рядом судов и их данных, так и в виде упрощённой схематической карты, с изображением взаимного расположения судов и расстояний до них (рассчитывается автоматически по переданным ими географическим координатам.) АИС входит в перечень оборудования, обеспечиваемого бесперебойным питанием от аккумуляторов в обязательном порядке.

*Статическая информация:*

- номер MMSI;
- номер Международной морской организации (ИМО);
- радиопозывной и название плавучего средства;
- габариты;
- тип плавучего средства;
- данные о месте антенны (от ГНСС ГЛОНАСС или GPS);
- данные передаются каждые 6 мин.

*Динамическая информация:*

- местоположение (широта и долгота);
- время (UTC);
- возраст информации (как давно обновлялась);
- курс истинный (относительно грунта), курсовой угол;
- скорость истинная;
- угол крена, дифферента;
- угол килевой качки;
- угловая скорость поворота;
- навигационный статус (например: «Лишен возможности управляться» или «Ограничен в возможности маневрировать»)

и прочая информация от репитеров и датчиков электрорадионавигационных приборов и систем.

*Рейсовая информация:*

- пункт назначения;
- время прибытия (ETA);
- осадка судна;
- информация о грузе (класс/категория груза);
- количество людей на борту;
- сообщения для предупреждения и обеспечения безопасности грузоперевозки.

Пропускная способность каждого канала — до 2000 сообщений в минуту.

Навигация судов как важнейший элемент судовождения регулируется документами, выпускаемыми Международной морской организацией ИМО и национальными правилами, издаваемыми Морской администрацией флота. Основные технические средства навигации, выпускаемые промышленностью, должны быть сертифицированы на соответствие эксплуатационным стандартам, одобренным ИМО, и техническим стандартам, разрабатываемым Международной электротехнической комиссией (ИЕС). Контроль за соблюдением международных и национальных правил, включая комплектацию судна, осуществляется морскими администрациями портов. Международная организационная и законодательная поддержка является исключительно важным элементом современной технологии мореплавания, цель которой предельно четко отражена в названии ее основополагающего документа – Конвенции SOLAS (Safety Of Life At Sea).

Таким образом, электронные информационные системы полностью соответствуют современным требованиям безопасности мореплавания и являются исключительно эффективным средством информации в навигации, существенно сокращающим нагрузку на вахтенного помощника и позволяющим уделять максимум времени наблюдению за окружающей обстановкой и выработке обоснованных решений по управлению судном.

### Список литературы

1. Вагущенко, Л.Л. Судовые навигационно-информационные системы / Л.Л. Вагущенко. – Одесса: Феникс, 2004. – 302 с.
2. Вагущенко, Л.П., Электронные системы отображения навигационных карт / Л.П. Вагущенко, В.А. Данцевич, А.А. Кошевой. – Одесса: ОГМА, 1997. – 49 с.
3. Гагарский, Д.А. Электронная картография: Краткий курс лекций / Д.А. Гагарский. – СПб.: ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 48 с.
4. Каретников, В.В. Автоматизация судовождения / В.В. Каретников, В.Д. Ракитин, А.А. Сикарев – СПб.: СПГУВК, 2007. – 265 с.
5. Коростелев, И.Ф. Электронная картографическая навигационная система: учеб. пособие / И.Ф. Коростелев. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2000. – 122 с.
6. Лобастов, В.М. Использование электронных картографических систем в судовождении: учеб. пособие / В.М. Лобастов. – Владивосток: ДВГМА, 1999. – 78 с.
7. Родионов, А.И. Автоматизация судовождения / А.И. Родионов, А.Е. Сазонов. – М.: Транспорт, 1992. – 192 с.
8. Солодянкин, А.Н. dKart Navigator: структура и эксплуатация / А.Н. Солодянкин. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 72 с.
9. dKart Navigator. Руководство пользователя. – СПб.: ООО «Моринтех», 2003. – 227 с.

**Сведения об авторе:** Вовченко Надежда Васильевна, старший преподаватель,  
e-mail: [nwow@mail.ru](mailto:nwow@mail.ru).

УДК 629.12.066-52

**В.В. Кирюха**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ТОНКИХ НЕМАГНИТНЫХ ПЛЕНОК**

*Рассматриваются вопросы контроля толщины тонких пленок (полиэтилен, фторопласт) в процессе их производства.*

**Ключевые слова:** пленка, толщина, измерительный преобразователь, емкостный датчик, индуктивный датчик.

**V.V. Kiryuha**

## **METHODS AND CONTROL THE THICKNESS OF THIN ENVELOPS NONMAGNETIC**

*The article deals with the control of the thickness of thin envelopes (polyethylene, Teflon) in the process of production.*

**Key words:** envelope, thickness, transducer, a capacitive sensor, inductive sensor.

Тонкие немагнитные пленки (полиэтиленовые, фторопластовые и т.д.) находят широкое применение в различных отраслях промышленного производства и потребления. К примеру, в технике – это изолирующие и герметизирующие прокладки, полуфабрикат для производства специальных покрытий; в области потребления – материалы для фасовки и укупорки продуктов и товаров.

Пленки выпускаются с различными параметрами, толщина пленок в основном лежит в пределах  $(5-150) \cdot 10^{-6}$  м (от 5 до 150 микрон). Допустимые по толщине отклонения составляют от 1 до 10 %. Поэтому для контроля толщины пленок в процессе их производства необходимы устройства, позволяющие осуществлять замеры с точностью до нескольких микрон и не оказывающие деформирующего воздействия на саму пленку. Сложность выполнения этого условия усугубляется тем, что в процессе производства пленки нагреваются (до температуры 40–70 °С) и легко деформируются, что исключает применение любых датчиков, оказывающих механическое воздействие.

Для измерения толщины тонких пленок можно применять электростатические (емкостные) преобразователи.

Измерение толщины пленки на основе применения принципа измерения емкости конденсатора в зависимости от толщины пленки можно осуществить двумя принципиально различными методами. Первый метод заключается в создании устройства, которое в зависимости от толщины пленки при помощи механического воздействия изменяет расстояние между двумя металлическими поверхностями, образующими обкладки плоскопараллельного конденсатора, тем самым изменяя его емкость. Второй метод основан на измерении изменения емкости конденсатора, вызванном изменением диэлектрической проницаемости его диэлектрика. Пластины такого конденсатора жестко фиксированы, а диэлектриком является газовая среда постоянного состава (воздух) и измеряемая пленка. Так как диэлектрические проницаемости газовой среды и измеряемой пленки различные, то при изменении толщины пленки общая диэлектрическая проницаемость среды диэлектрика конденсатора изменяется и это изменение приводит к изменению емкости конденсатора. Конструкция датчика показана на рис. 1.



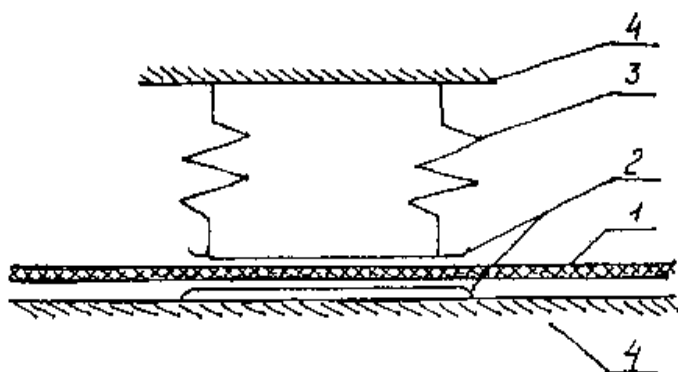


Рис. 1. Конструкция датчика толщины с электростатическим преобразователем  
Fig. 1. The design of the thickness sensor electrostatic transducer

Одна пластина конденсатора 2 неподвижна и жестко фиксирована к основанию 4, а вторая – подвижна и с помощью пружин 3 прижимается к измеряемой пленке 1. В таком конденсаторе толщина пленки будет определять величину зазора между обкладками конденсатора. Емкость такого конденсатора можно рассчитать по формуле

$$C = \xi \cdot \xi_0 \cdot \frac{S}{d},$$

где  $C$  – емкость конденсатора;  $\xi$  – диэлектрическая проницаемость вакуума ( $8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м),  $\xi_0$  – относительная диэлектрическая проницаемость материала измеряемой пленки;  $S$  – площадь пластин конденсатора, м;  $d$  – зазор между пластинами конденсатора, м.

Если принять размер пластин конденсатора  $10 \text{ см} \times 10 \text{ см}$ , а зазор между пластинами (толщина пленки) –  $100 \text{ мкм}$  ( $10^{-4}$  м), то емкость такого конденсатора будет составлять около  $1000 \text{ пФ}$ .

Изменение емкости конденсатора в зависимости от изменения толщины пленки можно выразить формулой

$$C_x = C_1 \cdot \frac{1}{X},$$

где  $C_1$  – емкость конденсатора при толщине пленки, принятой за единицу отсчета, в нашем примере  $1000 \text{ пФ}$ ;  $C_x$  – емкость конденсатора при изменении толщины в  $X$  раз.

Изменение толщины пленки на  $1 \text{ мкм}$  ( $10^{-6}$  м) вызывает изменение емкости конденсатора на  $10 \text{ пФ}$ , что может быть зафиксировано измерительной схемой. Применение датчиков, построенных на принципе плоскопараллельного конденсатора с изменяющимся зазором, имеет недостаток в том, что трудно выполнить плоскопараллельный конденсатор таким, чтобы он не оказывал трения на движущуюся ленту. Кроме того, подвижная пластина конденсатора должна реагировать на толщину измеряемой пленки, проходящей под этой пластиной. Поэтому механическая часть конструкции должна быть чувствительной к небольшим перемещениям. Однако столь чувствительная конструкция будет реагировать также на все паразитные воздействия, которые имеются в реальных производственных условиях: тряска, вибрация, колебания температуры и т.д. Поэтому большую возможность представляет конструкция с цилиндрическими обкладками конденсатора (рис. 2). Эта конструкция представляет собой два валика 1 и 2, один из которых находится на неподвижной оси, а второй – на подвижной, прижимаемой пружинами к первому валику. Между валиками протягивается измеряемая пленка 3.

При изменении толщины пленки подвижный валик смещается по отношению к неподвижному. Изменяется зазор между валиками. Валики выполняются из электропроводного материала и являются обкладками конденсатора.

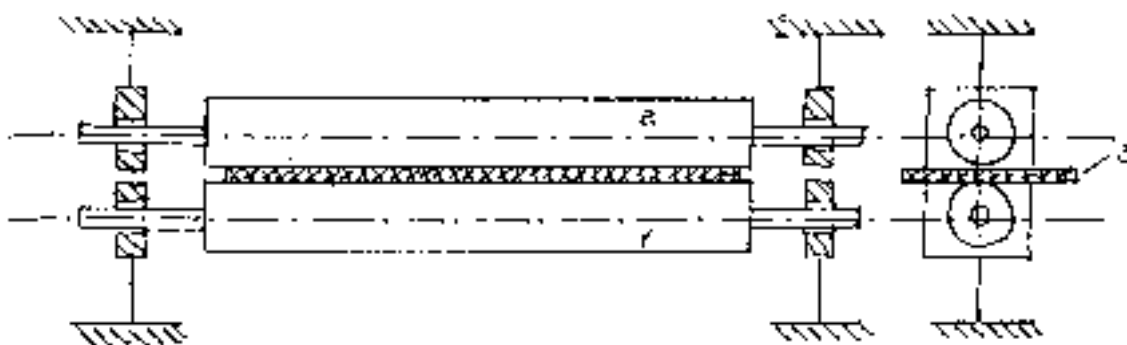


Рис. 2. Конструкция датчика толщины с электростатическим датчиком с цилиндрическими обкладками

Fig. 2. The design of the thickness sensor with electrostatic sensor cylindrical electrodes

С некоторыми допущениями можно рассматривать цилиндрические валики как двухпроводную линию ограниченной длины. Емкость двухпроводной линии можно вычислить по формуле

$$C = \xi \cdot \xi_0 \cdot \frac{\pi}{\ln \frac{\sigma}{d}},$$

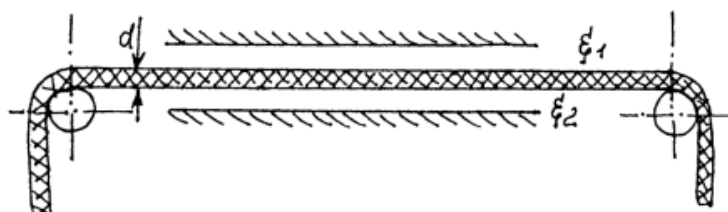
где  $\sigma$  – расстояние между осями валиков;  $d$  – диаметр валиков;  $\xi_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума;  $\xi$  – относительная диэлектрическая проницаемость измеряемого материала;  $C$  – емкость конденсатора.

При длине валиков в 0,1 м и толщине пленки в 100 мкм изменение толщины пленки в 1 мкм будет вызывать изменение емкости в доли пикофарады. Для фиксирования столь малого изменения емкости необходимы высокоточные измерительные цепи с использованием напряжения повышенной частоты.

Достоинством емкостных датчиков, основанных на изменении зазора между обкладками, пропорциональному толщине контролируемого материала, является практически линейная зависимость изменения емкости от изменения толщины в рабочих диапазонах измерения.

Электростатические датчики, реагирующие на изменение суммарной диэлектрической проницаемости вещества в зазоре между пластинами, имеют несколько отличные от описанных технические характеристики (рис. 3).

Рис. 3. Конструкция датчика с неподвижными пластинами электростатического преобразователя  
Fig. 3. The design of the sensor with fixed plates electrostatic transducer



Пластины такого конденсатора жестко фиксированы. В зазоре между пластинами пропускается измеряемая пленка. К примеру, будем производить контроль полиэтиленовой пленки. Относительная диэлектрическая проницаемость полиэтилена составляет (2,62–2,55), относительная диэлектрическая проницаемость воздуха близка к 1,0 и незначительно изменяется от температуры и давления. При измерении толщины пленки в зависимости от соотношения диэлектрических проницаемостей пленки и воздуха между обкладками конденсатора изменяется величина емкости  $C$ . Емкость такого датчика можно выразить формулой

$$C = \xi_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot \frac{\xi_1 \cdot d + \xi_2 (\sigma - d)}{\sigma},$$

где  $\xi_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума;  $\xi_1$  – относительная диэлектрическая проницаемость пленки;  $\xi_2$  – относительная диэлектрическая проницаемость воздуха;  $d$  – толщина контролируемой пленки;  $\sigma$  – зазор между пластинами конденсатора;  $S$  – площадь пластин конденсатора.

Изменение толщины пленки на 1 мкм при начальной толщине в 100 мкм и площади пластин в 10 см<sup>2</sup> вызывает изменение емкости конденсатора в десятые доли пикофарад. Для компенсации внешних воздействий датчики такого типа включаются в мостовую схему измерения. Достоинством таких датчиков является отсутствие движущихся частей, что позволяет создавать высокоточные измерительные системы.

Для измерения толщины покрытий, нанесенных на ферромагнитную основу, могут применяться индуктивные и вихретоковые преобразователи. В роли покрытия может выступать и слой коррозии на ферромагнитной поверхности. Все ферромагнитные материалы в той или иной степени подвержены коррозии. Особенно сильно подвергаются коррозии металлические конструкции, работающие на открытом воздухе или в условиях агрессивной среды (опоры линий электропередач, корпус судна). Коррозивные повреждения могут носить неравномерный характер. Это связано с тем, что на отдельных частях поверхности конструкций может быть нарушен слой защитного покрытия (краски, лака и т.д.), либо отдельные части сильнее подвержены воздействию влаги. Контроль толщины слоя коррозии (суммарного слоя от поверхности до ферромагнитной основы, включающего непосредственно коррозионный слой и слой покрытия), определяется эксплуатационными требованиями к таким сооружениям и лежит в пределах 0,1–1,0 мм.

Для контроля толщины покрытий такого типа может быть использован индуктивный преобразователь. Датчик такого преобразователя показан на рис. 4.

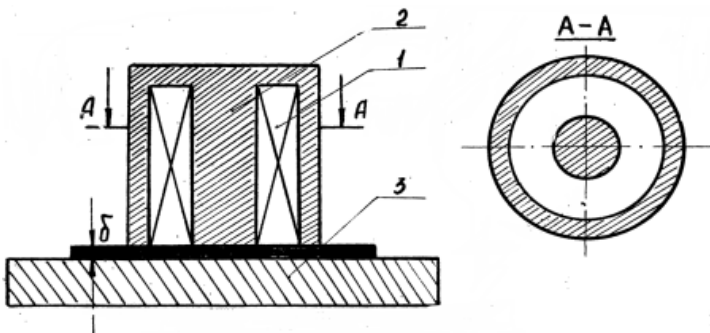


Рис. 4. Индуктивный преобразователь  
Fig. 4. The inductive transducer

Датчик выполнен в виде броневго сердечника 2 с помещенной в него обмоткой 1. Якорем сердечника является ферромагнитный материал, на который нанесено покрытие или специальная ферромагнитная плита 3 при измерении толщины тонких листовых материалов. При изменении толщины материала между сердечником и якорем изменяется зазор  $\sigma$ , что приводит к изменению индуктивного сопротивления датчика.

Полное сопротивление обмотки датчика может быть определено по формуле

$$Z = R_0 + j2\pi f \frac{w_1^2}{Z_m + R_\sigma}, \quad Z_m = R_m + jX_m, \quad R_\sigma = \frac{2\delta}{\mu S},$$

где  $w_1$  – число витков обмотки;  $R_0$  – сопротивление обмотки постоянному току;  $Z_m$  – магнитное сопротивление магнитопровода;  $R_\sigma$  – магнитное сопротивление зазора;  $\delta$  – толщина зазора;

$S$  – площадь зазора;  $\mu$  – магнитная проницаемость вещества в зазоре;  $f$  – частота питающего напряжения.

Для повышения точности измерений датчик включается в мостовую схему измерения (рис. 5). В другое плечо моста включается компенсатор  $L_2$ , который является эквивалентом датчика, но имеет стандартный фиксированный зазор. В одну диагональ моста включается источник питания повышенной частоты, а с другой диагонали снимается сигнал, пропорциональный толщине контролируемого материала.

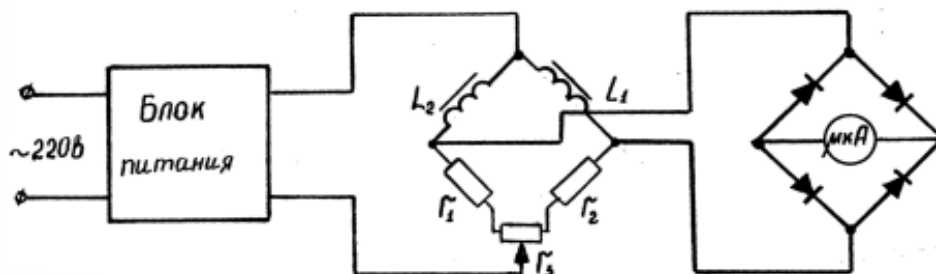


Рис. 5. Схема включения индуктивного преобразователя  
Fig. 5. Driving inductive transducer

При изменении толщины сигнал изменяется и в дальнейшем подается в систему управления в качестве сигнала обратной связи. Управляющая микропроцессорная система регулирует давление воздуха и нагрев материала в экструдере (агрегат для производства полиэтиленовой пленки из гранулированного полиэтилена), что приводит, соответственно, к изменению толщины пленки.

### Список литературы

1. Кирюха, В.В. Применение электростатических преобразователей для контроля толщины полиэтиленовой пленки в процессе ее производства / В.В. Кирюха // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – № 34. – С. 65–68.
2. Кирюха, В.В. Анализ преобразователей неэлектрических величин и рекомендации по их использованию в судовых автоматических системах / В.В. Кирюха, Ю.М. Горбенко, В.С. Яблокова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – № 34. – С. 69–74.
3. Кирюха, В.В. Датчики в системах автоматики / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 150 с.
4. Горбенко, Ю.М. Измерительные преобразователи активного тока / Ю.М. Горбенко, В.В. Кирюха // Актуальные проблемы развития судоходства в Дальневосточном регионе: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2011.
5. Кирюха, В.В. Контроль температурных параметров в неоднородных замкнутых средах / В.В. Кирюха // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – 173 с.
6. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов: учебник / В.Я. Молочков. – М.: Моркнига, 2013. – 398 с.

**Сведения об авторе:** Кирюха Владимир Витальевич, кандидат технических наук (МАНЭБ), доцент.

УДК 662.996

**Ю.А. Корнейчук**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ПРИСТАВКИ К ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПРИБОРАМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ**

*Рассматриваются диагностические приборы, такие как мультиметр, тепловизор, инфракрасный термометр, автомобильный сканер.*

*Для расширения и улучшения характеристик приборов используют разные приставки для согласования сигналов, мобильной связи, повышения точности и надежности.*

*Показано, что использование компьютера в качестве приставки повышает точность измерений. Приведен пример совместного использования инфракрасного термометра и компьютера для измерения температур обшивки корпуса транспортного рефрижератора.*

**Ключевые слова:** инфракрасный термометр, тепловизор, транспортный рефрижератор.

**Y.A. Korneychuk**

## **DIAGNOSTIC DEVICES PREFIXES FOR IMPROVEMENT OF THEIR PROPERTIES**

*The article deals with diagnostic gadgets such as a multimeter, infrared camera, infrared thermometer, autoscanner.*

*Additional devices are used to advance and improve gadget characteristics: concordance of signals, mobile communication, reliability, measurement accuracy.*

*An example of sharing of infra-red thermometer and computer is made for reefer shell temperatures measuring.*

*It is shown that the use of additional computer device decides the problem of measurement accuracy. An example of infra-red thermometer and computer sharing is described for reefer shell temperatures measuring.*

**Key words:** infrared thermometer, infrared camera, reefer.

С широким распространением персональных компьютеров появились новые возможности технического диагностирования судовых технических средств (СТС). Одно из направлений диагностирования СТС представлено в работе [1]. Представляет интерес как опыт применения средств диагностирования применительно к разным объектам СТС, так и различные приставки к диагностическим приборам.

**Датчики.** Работоспособность диагностических приборов во многом зависит от применяемых датчиков. Сменные датчики с разными характеристиками представляют собой приставки диагностических приборов. Например, для виброизмерений может использоваться акселерометр в виде «ручного» щупа или стационарного датчика.

Существуют приставки к диагностическим приборам, расширяющие их функции. Например, коллекторы данных МК 310 (Япония) и Microlog CMVA 6100 (США) могут производить измерение вибрации, температуры, тока, напряжения и выполнять динамическую балансировку тел вращения. Это достигается набором датчиков различного назначения и соответствующего программного обеспечения.

**Защитная приставка.** Для проведения электрических измерений мы часто применяем мультиметр (тестер). При неправильно выбранном режиме измерения или неучтенном заряде конденсатора прибор выходит из строя. Применяя в качестве диагностического прибора компьютер, следует предусмотреть дополнительное устройство защиты. Так, на современных мультиметрах режим измерения подбирается автоматически.

**Компьютерная приставка для повышения точности измерений.** Измерение среднего индикаторного давления в цилиндре малооборотного дизеля производилось механическим устройством при наличии индикаторного привода. Переход к электронным устройствам записи давления в цилиндре позволил обходиться без индикаторного привода, в том числе и на среднеоборотных дизелях. Где механическому устройству необходимо было трижды прочертить индикаторную диаграмму, электронный прибор делает сто измерений. За счет этого растет точность измерений.

**Адаптер.** Приставку можно представить в виде согласующего устройства (адаптера). Например, подключение персонального компьютера к диагностической колодке автомобиля производится с помощью специального адаптера, выполняющего функции преобразования сигналов последовательного порта компьютера с линией диагностики. Адаптер может состоять из примитивного набора деталей, а может быть напичкан сложными микросхемами. Он может быть выполнен в виде отдельной коробочки с разъемами или в виде готового кабеля, где адаптер упрятан внутри разъема. Поэтому иногда говорят просто «кабель», подразумевая кабель с адаптером. Адаптер может поддерживать один или несколько протоколов обмена, быть простым преобразователем сигналов или сделан под конкретное программное обеспечение. Наибольшее распространение получили адаптеры двух видов по виду подключения к компьютеру: для COM-порта и для USB-порта, но встречаются и беспроводные адаптеры с Bluetooth.

**Приставка мобильной связи.** На транспортных и промысловых судах часто возникает ситуация, когда результаты диагностических процедур требуется оперативно передать на судно с берега, и наоборот. Например, анализ проб смазочного масла, выполненный в лаборатории порта, передается на судно электронной почтой. В электронных измерителях среднего индикаторного давления газов в цилиндре ПРЕМЕТ фирмы LEMAG встроены средства мобильной связи.

**В работе поставлена задача** исследовать качества изоляции трюмов и отработать методику использования недорогих широко распространенных инфракрасных термометров.

**Методы исследования.** Экспериментальное исследование температурных полей с использованием эффектов закона больших чисел.

Рассмотрим применение Microlog CMVA 6100 для дистанционного измерения температур инфракрасным измерителем Ranger применительно к оценкам изоляции трюмов приемно-транспортного рефрижератора (ПТР).

Теплоизоляция судовых рефрижераторных трюмов (рис. 1) содержит металлический обрешетчик с T-образными закладными с балками 1 и 2, установленными с зазором относительно одна другой. Зазор между балками заполнен теплоизолирующей пастой 3. В закладных балках 1 и 2 установлены трехслойные панели 4. Между балками 1 и обшивкой 5 корпуса трюма установлен теплоизоляционный мостик 6. Балки 1 и 2 связаны между собой теплоизоляционной втулкой 7 с возможностью их перемещения и обжатия панелей 4.

Теплоизоляция выполнена без соприкосновения металлических частей с обшивкой корпуса. Воздушный промежуток между обшивкой 5 корпуса и панелью 4 устраняет побочное влияние прорезающего изоляцию набора и позволяет получить равномерный тепловой поток. При равномерном тепловом потоке с помощью разрыва теплового мостика конструкция позволяет добиться минимальной толщины воздушной прослойки, обеспечивающей на всей площади равномерный коэффициент теплопередачи. Возможность свободного перемещения панелей позволяет уменьшить трудоемкость сборки, производить демонтаж конструкции без разрушения и многократно использовать унифицированные элементы крепления и индустриальные панели.

Возможность обжатия панелей обеспечивает плотность соединения через герметизирующую пасту и исключает увлажнение изоляции с торца панели [2].

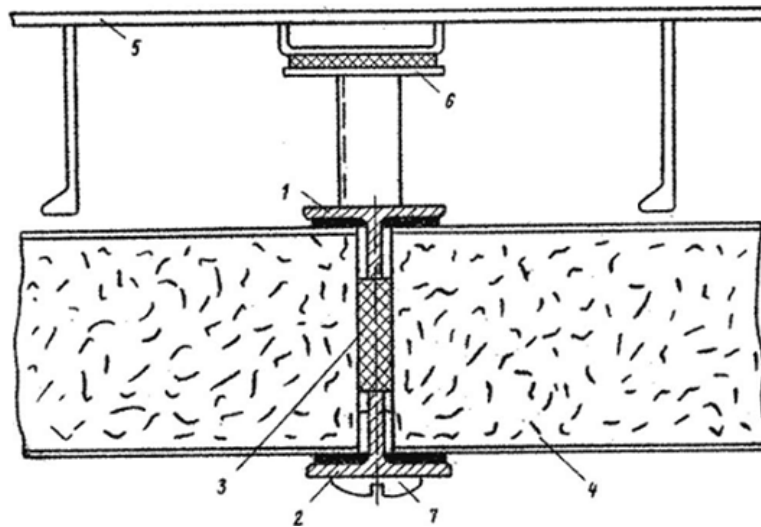


Рис. 1. Улучшенная схема теплоизоляции судовых рефрижераторных трюмов:  
1, 2 – Т-образные закладные балки; 3 – теплоизолирующая паста; 4 – трехслойные панели;  
5 – обшивка корпуса трюма; 6 – теплоизоляционный мостик; 7 – теплоизоляционная втулка  
Fig. 1. Improved chart of reefer hold heat-insulation: 1, 2 – T-shape mortgages by beams;  
3 – heat-insulating paste; 4 – the three-layered panels; 5 – edging of corps of hold;  
6 – heat-insulation bridge; 7 – heat-insulation hob

На рис. 2 показан инфракрасный термометр Ranger. Погрешность измерения прибора в аналоговом режиме  $\pm 1^\circ\text{C}$  и более в связи с необходимостью настройки коэффициента отражения поверхностей разного вида и окраски. Погрешность измерения в цифровом режиме при подключении к Microlog CMVA 6100 снижается до  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

На рис. 3 показана схема ПТР «Берег мечты» и расположение трюмов.

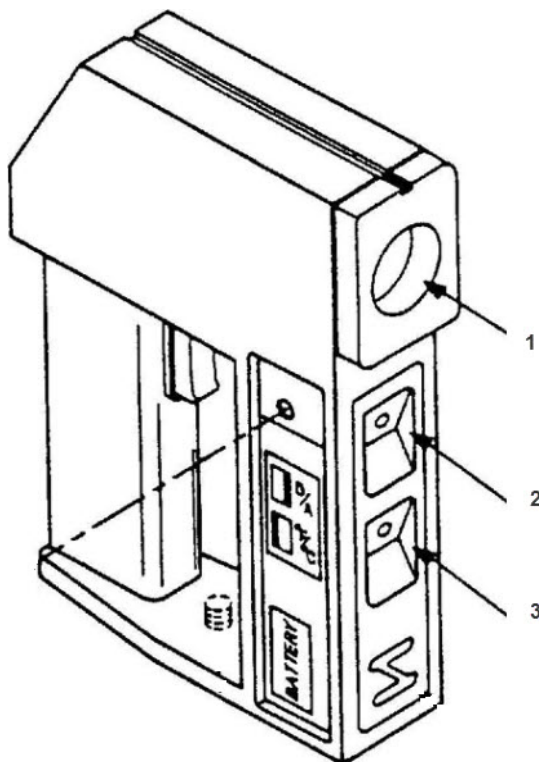


Рис. 2. Инфракрасный термометр  
Ranger из диагностического комплекса  
Microlog CMVA 6100:  
1 – оптические линзы; 2 – информационный  
кабель аналогового или цифрового сигнала;  
3 – питание от адаптера  
Fig. 2. The Ranger Infra-red thermometer  
from a Microlog CMVA 6100 diagnostic complex:  
1 – lens; 2 – analog or digital output;  
3 – AC adapter power input

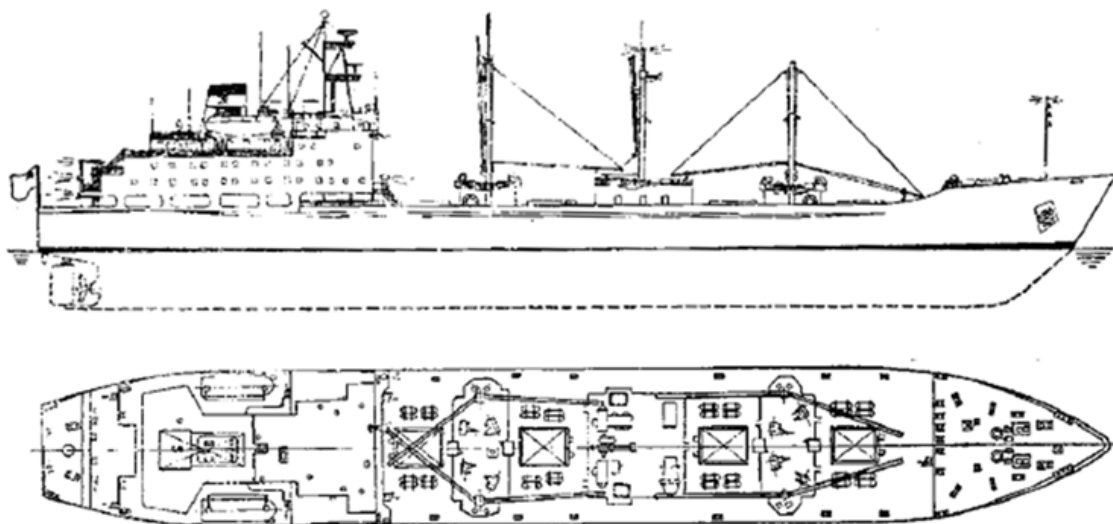


Рис. 3. Схема ПТР «Берег мечты»  
Fig. 3. Reefer «Bereg Mechty» chart

В табл. 1 приведена информация об объемах грузовых помещений ПТР типа «Алмазный берег» и о температурном режиме хранения продукции [3].

**Условия измерений.** Температура окружающей среды 10 °С. Погода солнечная с переменной облачностью. Из первого трюма идет выгрузка мороженой рыбы. Проведены измерения инфракрасным термометром с пирса дистанционно вдоль правого борта судна над ватерлинией (рис. 4). Погрешность измерений не превышала 0,1 °С за счет работы прибора в цифровом режиме с Microlog CMVA 6100. Изменения температуры бортовой обшивки представлены в табл. 2 и показаны на рис. 5.

Затем измерения выполнялись на верхней палубе в районе трюма № 2, который был открыт для разгрузки рыбопродукции (см. рис. 3 и рис. 4).

Таблица 1

**Грузовые помещения, трюмы и твиндеки**

Table 1

**The freight apartments, holds and twin decks**

Назначение	Хранение мороженой и соленой продукции
Температура, °С	-30; -8
Объем, м <sup>3</sup>	
Трюм № 1	677
нижний твиндек	793
верхний твиндек	1052
Трюм № 2	1043
нижний твиндек	1054
верхний твиндек	1151
Трюм № 3	1224
нижний твиндек	1133
верхний твиндек	1248
Трюм № 4	1173
нижний твиндек	1159
верхний твиндек	1293
Общий объем трюмов и твиндеков, м <sup>3</sup>	13000



В табл. 2 приведены результаты измерений температуры обшивки выше ватерлинии согласно схеме, рис. 3.

По результатам измерений температуры обшивки правого борта ПТР «Берег мечты» построен график (рис. 5).

В районе открытого трюма № 3 ПТР «Берег мечты» производилась разгрузка рыбопродукции из твиндека. Вокруг трюма наблюдались колебания температур обшивки палубы в диапазоне 0–5 °С. Вероятно, это связано с состоянием увлажненной изоляции подволока открытого трюма. В районе трюмов № 1, № 2 и № 4 значительных колебаний температуры не отмечено.



Рис. 4. Вид сверху на ПТР «Берег мечты»  
Fig. 4. A kind from above on Reefer «Saved dreams»

Таблица 2

**Температура надводной бортовой обшивки ПТР «Берег мечты»**

Table 2

**Temperature of the reefer “Bereg Mechty” surface side edging**

№ измерения	Отделение	Температура, °С		
		Пояс (район) обшивки		
		верхний	средний	нижний
1	Румпельное	11,2	9,0	7,2
2	Машинное	15,1	16,3	12,9
3	Машинное	21,3	23,2	20,0
4	Трюм № 4	3,1	4,3	4,1
5	Трюм № 4	2,4	5,2	5,3
6	Трюм № 4	3,1	5,0	4,1
7	Трюм № 3	3,4	4,3	6,2
8	Трюм № 3	3,9	4,2	3,1
9	Трюм № 3	7,3	5,0	4,0
10	Трюм № 3	4,2	4,1	4,1
11	Трюм № 2	7,2	9,1 солнце	3,0 тень
12	Трюм № 2	6,3	8,0	3,3 солнце
13	Трюм № 1	6,3	6,9	4,3
14	Трюм № 1	9,3	6,3	3,2

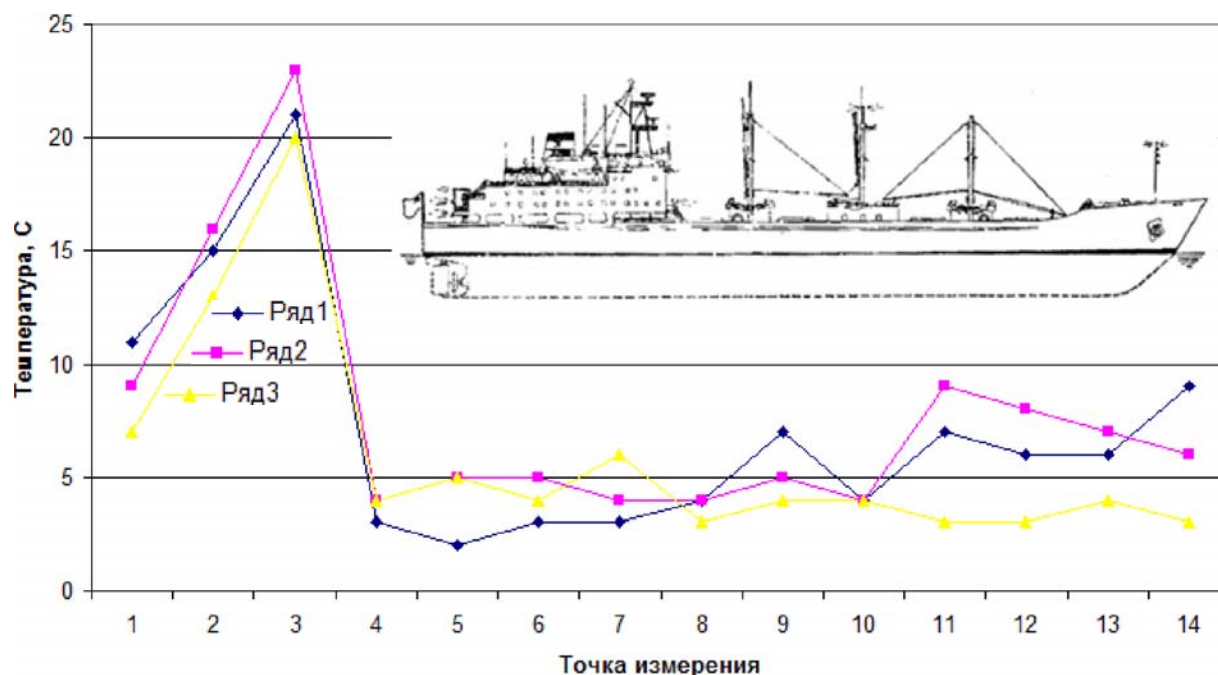


Рис. 5. Изменения температуры обшивки правого борта ПТР «Берег мечты»  
Fig. 5. The reefer «Bereg Mechty» starboard skin temperature deviations

### Выводы

1. Применение компьютерной приставки к прибору Ranger позволило в цифровом режиме повысить точность измерения в 10 раз.
2. При измерении необходимо учитывать солнечную активность.
3. Температура обшивки меняется по длине судна. Этот факт интересен возможностью ряда направлений исследований:
  - изучение влияния температурных полей на прочность конструкции судна;
  - обнаружение надводных и подводных кораблей в инфракрасном диапазоне волн излучения;
  - изучение качества изоляционных конструкций рефрижераторных трюмов;
  - возможности диагностики изоляции и локального ремонта;
  - улучшение схем вентиляции и кондиционирования помещений.
4. Для диагностики изоляции трюмов следует создать эталонную схему тепловых полей с использованием тепловизора. Определив значения максимальных температур в конкретных точках схемы, дальнейший контроль температур в этих точках можно выполнять дискретно инфракрасным термометром.

### Список литературы

1. Корнейчук, Ю.А. Визуализация сигналов физических полей на персональном компьютере / Ю.А. Корнейчук // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2014. – Т. 31. – С. 65–69.
2. Теплоизоляция судовых рефрижераторных трюмов: а. с. 850487 СССР: МКИ<sup>3</sup> В 63 В 3/68. / Ю. К. Федоров, В. П. Дмитрук, А. П. Журавлев, Л. А. Масленников. – 2839513/27-11; заявл. 16.11.79; опубл. 30.07.81, Бюл. № 28. – 2 с.
3. Флот рыбной промышленности: справ. – М.: Транспорт, 1990. – 384 с.

**Сведения об авторе:** Корнейчук Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: korneych@mail.ru.

УДК 537. 86:621.317.445

**В.Я. Молочков**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТИ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ САЙРОЛОВНЫХ СУДОВ**

*Приводятся теоретические и экспериментальные результаты исследования погрешности предлагаемого цифрового измерителя для натурных измерений температуры морской воды без остановки судна при поиске скоплений сайры. Приводится анализ приборной погрешности измерителя и анализ влияний внешних условий на измерительный прибор и измерительные цепи, имеющие размеры до 200 м – изменения температуры, электромагнитных полей электрооборудования судов, изменения напряжения питания. Приводятся результаты выбора схемных решений измерителя на погрешность измерителя.*

**Ключевые слова:** суда, поиск рыбы, измерители, исследование.

**V.Y. Molochkov**

## **THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH OF COMPONENT ERROR DIGITAL TEMPERATURE METER FOR FISHING SHIPS**

*The article presents the results of theoretical and experimental studies of error of the proposed digital meter for field measurements of sea temperatures without stopping the ship in finding clusters of saury. The analysis of instrument error meter and analysis of the impact of external conditions on the measuring device and measuring circuits with up to 200 meters – changes in temperature, electromagnetic fields of electrical ships change the supply voltage. The results of the selection circuitry meter to meter accuracy.*

**Key words:** ships, fish search, measurement, research.

### **1. Назначение измерителя и решаемые им задачи**

При поиске сайровых скоплений информация о температуре морской воды является одним из условий эффективности поиска. Это обусловлено тем, что сайра при температуре морской воды вблизи 11 °С концентрируется в стаю и поднимается к поверхности воды.

Возможность непрерывно, без остановки судна, контролировать температуру воды в процессе поиска сайры существенно повышает эффективность поиска сайры.

Следует отметить, что не существует промышленно выпускаемых образцов такого измерителя, приспособленного для монтажа в корпусе судна, работающего в сложных условиях механических, электрических, температурных и электромагнитных помех, с существенно, до сотен метров, удаленном измерителе от табло индикации температуры. Поэтому при разработке такого измерителя вопрос исследования составляющих погрешности является актуальной теоретической и экспериментальной задачей. Она требует проведения теоретических, лабораторных и натурных исследований составляющих погрешностей измерителя, результат которых и обуславливает выбор всех составляющих измерителя в процессе его разработки [1–3].

### **2. Составляющие приборной погрешности измерителя**

Индивидуальный подход к определению погрешности измерителя обусловлен сложностью условий эксплуатации измерителя в данной конкретной задаче: влияния величины сопротивления жил кабеля и изменение их от изменения температуры на точность измерения, возможность изменения длины кабеля, соединяющего датчик и измерительный блок в боль-

ших пределах (до 200 м) без нарушения градуировки прибора; влияния на показание прибора больших электромагнитных полей от работающего судового силового электрооборудования, характерных для современного судна; необходимость тепловой развязки чувствительного элемента датчика от корпуса датчика и корпуса судна для устранения влияния тепловой инерции корпуса датчика и корпуса судна на быстродействие и показание измерителя; влияния механических нагрузок и вибраций, обусловленных потоком забортной морской воды при движении судна.

Составляющие погрешности измерителя состоят из приборной погрешности, погрешности, обусловленной применяемой схемой измерений и элементной базой, и погрешности от влияния внешних условий на составляющие части измерителя, разнесенные на значительные расстояния – датчик температуры расположен в корпусе судна, а измерительная часть и индикация температуры – на мостике судна.

Основная составляющая приборной погрешности предложенной схемы измерителя определяется применяемым в данном измерителе аналого-цифровым преобразователем (АЦП и выбранная схема входной измерительной цепи с компенсацией изменения сопротивления подводящих от датчика проводов).

Приборная погрешность от АЦП состоит из трех групп. Первая группа определяет статическую точность АЦП, вторая – динамическую, третья – влияние внешних рабочих условий.

Составляющие статической погрешности АЦП состоят из устраняемой и неустраняемой частей погрешности. Рассмотрим их по порядку, при этом примем во внимание только составляющие, вносящие существенный вклад в погрешность для данного типа сигнала и неустраняемые схемотехнически. Отбросим составляющие, учитываемые при разработке АЦП и определяющие, по сути, его паспортные данные.

Погрешность квантования является методической погрешностью, которая вызвана конечным значением шага квантования, обычно равная  $\pm 1/2$  единицы младшего разряда (ЕМР). Это неустраняемая погрешность, определяется разрядностью АЦП. Определяется на стадии разработки измерителя и выбора типа АЦП для применения в измерительной схеме. Для заданной точности измерения температуры, а именно, десятые доли градуса, и диапазона температур до 50 °С требуется как минимум 12-разрядный АЦП, который и применен в измерителе (K572ПВ1).

Погрешность смещения нуля – часть общей погрешности АЦП, характеризующая параллельный сдвиг всей характеристики квантования реального АЦП по отношению к идеальной форме. Она особенно актуальна для медленно изменяющихся сигналов, таких как в данном случае температура. Данная погрешность сведена в разработанном устройстве практически к нулю применением АЦП с двойным интегрированием.

Погрешность коэффициента передачи – величина, характеризующая отклонение крутизны усредненной амплитудной характеристики квантования АЦП от крутизны идеальной прямой. Данная погрешность также определяется типом применяемого АЦП и является неустраняемой, однако ее оценка показывает пренебрежимо малое ее влияние на погрешность измерителя при применении указанного выше АЦП.

Возникновение динамических погрешностей связано с дискретизацией сигналов, изменяющихся во времени. Исследованы следующие параметры АЦП, определяющие его динамическую погрешность.

Влияние частоты дискретизации АЦП на погрешность измерения определяется скоростью изменения измеряемого параметра и для данных измерений является не критичным параметром ввиду весьма малой скорости изменения температуры.

Время преобразования, время выборки (стробирования) также привязаны к скорости изменения измеряемого параметра и также не критичны в данном случае.

Следует отметить, что выбор современной элементной базы позволяет существенно, до пренебрежимо малых значений, снизить чисто приборную погрешность, что нельзя сказать о влиянии внешних условий, здесь в условиях судна нужно предпринять ряд мероприятий.

### 3. Оценка составляющих погрешности от внешних влияний

Внешние условия характеризуют АЦП с точки зрения его способности работать при изменении температуры окружающей среды, влажности, давления, при различных механических воздействиях и т. д.

Эта группа параметров характеризует АЦП как «черный ящик» со стороны входа-выхода, а также по отношению к различным внешним факторам.

К параметрам входных сигналов относятся их абсолютные и относительные значения, полярность, форма, спектры и др., к параметрам источника входных сигналов – выходное сопротивление и его изменения, амплитудная характеристика, ее стабильность и др. Параметры источников опорных и питающих напряжения включают в себя их номиналы, допуски стабильности напряжений, нагрузочные способности источников.

В соответствии с требованиями к точностным параметрам измерителя в качестве АЦП с двойным интегрированием на один цикл преобразования, что снижает до пренебрежимо малых значений ряд описанных выше погрешностей АЦП.

Временная диаграмма работы аналоговой части АЦП показаны на рис. 1.

Здесь АК – периоды автокомпенсации смещения нуля; ИНТ – период интегрирования; РИ – период разряда.

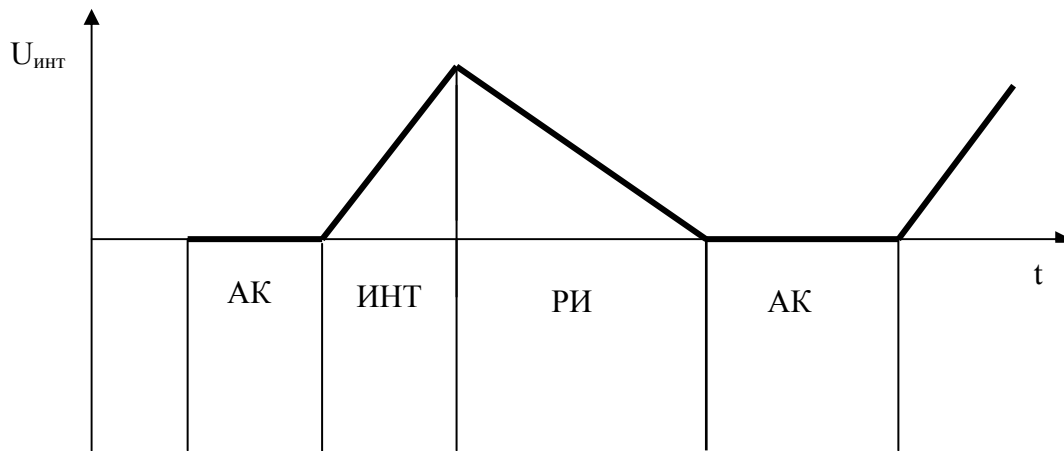


Рис. 1. Временная диаграмма работы аналоговой части АЦП  
Fig. 1. The timing diagram of the analog part of the ADC

Диапазон входного сигнала определяется внешним опорным напряжением из соотношения  $U_{\text{IRN}} = \pm 1,999 U_{\text{REF}}$ . Текущие показания цифрового табло соответствуют  $1000 U_{\text{IRN}}/U_{\text{REF}}$ .

Для входного сигнала и источника опорного напряжения выбрана схема с дифференциальными входами. Это позволяет измерять напряжения, «плавающие» относительно источника питания, и устранять синфазные помехи в цепях входного сигнала и опорного источника. Данное решение также резко снижает требования к стабильности питающего напряжения.

Зависимости погрешности разработанного измерителя от величины опорного и питающих напряжений приведены на рис. 2.

Период циклов преобразования связан с тактовой частотой  $f_{\tau}$  соотношением  $T_c = 16 \cdot 10^3 / f_{\tau}$ . Для достижения максимального подавления сетевой помехи тактовая частота выбрана кратной частоте сети.

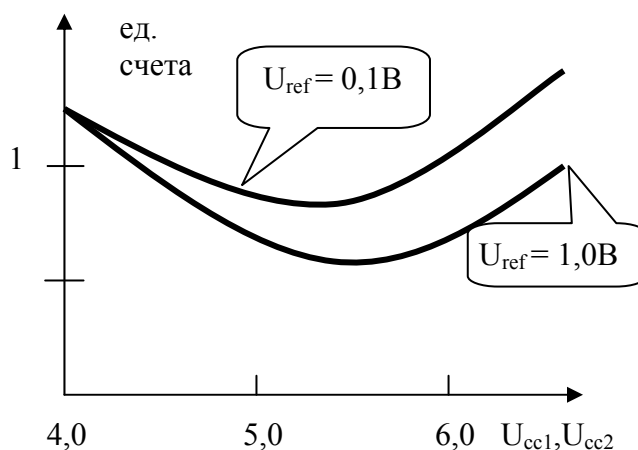


Рис. 2. Составляющая погрешности от опорного и питающих напряжений  
 Fig. 2. Error component of the reference and supply voltages

Приращение напряжения на выходе ОУ за время интегрирования равно

$$\Delta U_{\text{инт}} = U_{\text{IRN}} N_{\text{и}} / R_{\text{инт}} C_{\text{инт}} f_{\text{т}}.$$

Из данных выкладок можно видеть, что амплитуда выходного напряжения буферного усилителя и ОУ интегратора не должна превышать 2В – границы линейного участка выходной характеристики ОУ.

Отсюда вытекает условие, определяющее оптимальное значение элементов интегратора:

$$R_{\text{инт}} C_{\text{инт}} = (2 \dots 3) U_{\text{IRN}} \cdot 10^3 / f_{\text{т}}.$$

При равенстве напряжения на выходе интегратора в конце фазы ИНТ входному напряжению длительность фазы ИНТ равна  $R_{\text{инт}} C_{\text{инт}}$ . Задание длительности фазы ИНТ и подсчет длительности фазы РИ производится цифровым счетчиком, подсчитывающим периоды тактовой частоты с предварительным делением ее на 4. Соответственно длительность фазы ИНТ составляет  $10^3$  тактов счета, т.е.  $N_{\text{и}} = 1000$ , а длительность фазы РИ может изменяться от 0 до 1999 тактов счета.

В рассматриваемой схеме благодаря ООС в течение фазы автокомпенсации происходит заряд конденсатора интегратора  $C_{\text{инт}}$  до напряжения, равного  $U_{\text{см.к}}$ . Этот компенсирующий заряд сохраняется неизменным в течение фаз ИНТ и РИ. В результате погрешность за счет  $U_{\text{см.к}}$  полностью устраняется [4, 5].

Аналогично устраняется влияние напряжения смещения нуля усилителей. В этом случае компенсирующий заряд накапливается на конденсаторах  $C_{\text{а.к}}$ ,  $C_{\text{инт}}$ . Погрешность за счет напряжения смещения нуля и его температурного дрейфа, приведенная ко входу, не превышает 10 мкВ.

Общая экспериментальная температурная составляющая погрешности в единицах 12-разрядного измерительного преобразователя приведена на рис. 3. Она соответствует погрешности не более 0,2 %, что равно для данного измерителя 0,05 °С.

Предположим, что имеет место некоторое напряжение смещения нуля  $U_{\text{см.к}}$ . В результате фаза РИ прервется не в момент времени, когда выходное напряжение интегратора  $U_{\text{вых.и}} = 0$ , а когда  $U_{\text{вых.и}} = U_{\text{см.к}}$ . При отсутствии схемы АК это привело бы к ошибке в определении входного напряжения на  $U_{\text{см.к}}$  или на  $2000 U_{\text{см.к}} / U_{\text{инт}}$  единиц счета.

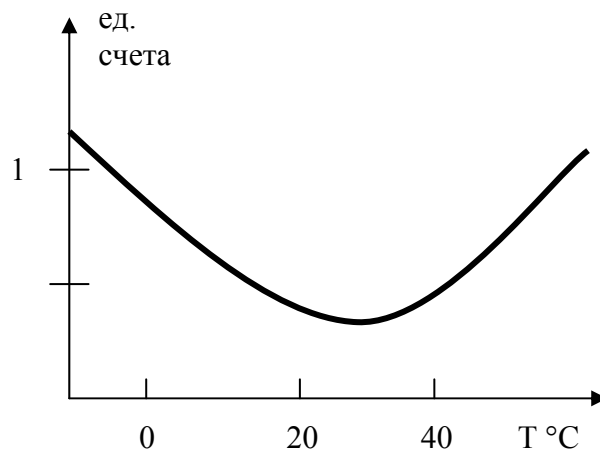


Рис. 3. Температурная составляющая погрешности  
Fig. 3. The temperature component of error

Более сложно происходит автокомпенсация заряда на конденсаторе  $C_{\text{инт}}$ , если к моменту начала фазы АК на нем имеется неустановившийся заряд. Нескомпенсированное напряжение на  $C_{\text{инт}}$  не превышает, как правило, одной единицы счета.

Остаточное напряжение в случае перегрузки преобразователя по входу определится из соотношения

$$U_{\text{ост}} = 0,63 U_{\text{нк}} / (1 + C_{\text{а.к}} / C_{\text{инт}})^2.$$

Для уменьшения погрешности, вызываемой нескомпенсированным напряжением, желательно выбирать  $C_{\text{а.к}} > C_{\text{инт}}$ . В частности, при  $C_{\text{а.к}} / C_{\text{инт}} = 2$  остаток напряжения будет менее  $0,1 U_{\text{нк}}$ .

Данные схемотехнические решения, наличие дифференциального входа и высокая степень ослабления синфазных сигналов позволяют осуществлять измерения на значительном удалении от преобразователя в условиях действия электромагнитных помех, а также при работе преобразователя от нестабилизированных источников питания.

Применение трехпроводной схемы подключения удаленного датчика – термометра сопротивления позволяет исключить влияние изменения сопротивления соединительной цепи (до 200 м) при изменении окружающей температуры на показания измерителя.

#### 4. Результаты работы

Анализ и экспериментальные исследования позволили создать для работы на судне измеритель, имеющий следующие характеристики:

- диапазон измеряемой температуры от  $-4\text{ °С}$  до  $+50\text{ °С}$ ;
- дискретность измерения температуры  $0,1\text{ °С}$ ;
- основная погрешность измерения  $0,1\text{ °С}$ ;
- наибольшая длина соединительного кабеля от датчика до измерительного прибора до 200 м, при сопротивлении жил кабеля не более 5 Ом;
- питание измерителя: 220 В, 50 Гц без специальных требований к стабильности напряжения и частоты.

Учитывая требования Российского Морского Регистра судоходства и особые условия промыслового рейса, при разработке и конструировании датчика и измерительного блока измерителя принимались во внимание следующие требования:

- длительная работа датчика в химически агрессивной среде – морской воде;
- минимальный электрохимический потенциал корпуса датчика по отношению к корпусу судна;
- тепловая развязка чувствительного элемента от основной массы корпуса датчика и корпуса судна для уменьшения тепловой постоянной – уменьшения инерции датчика;
- герметичность как погружной части, выступающей снаружи корпуса судна, так и внутренней, выходящей внутрь судна;
- разборность датчика изнутри корпуса судна без нарушения герметизации корпуса судна;
- хороший контакт чувствительного элемента датчика с морской водой при одновременной достаточной его защите от механических воздействий;
- защита от электромагнитных наводок цепей датчика при значительной удаленности датчика от измерительного блока;
- стандартная градуировка и взаимозаменяемость датчиков (гр.23).

В Дальрыбвтузе в разное время изготовлены две партии приборов – 46 и 18 шт. для сайроловных судов АО ХК «ДМП». Испытания в промысловых рейсах показали их работоспособность, эффективность и правильность выбранных решений.

### Список литературы

1. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов / В.Я. Молочков. – М.: Моркнига, 2013. – 362 с.
2. Кирюха, В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 218 с.
3. Кирюха, В.В. Индуктивные датчики и их применение для решения задач оперативного контроля толщины слоя коррозии / В.В. Кирюха // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 31. – 133 с.
4. Молочков, В.Я. Структурные модели динамических процессов в исследовании технических средств судов / В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 32. – 128 с.
5. Громов, В.С. Полупроводниковые интегральные датчики температуры. ГРНТИ:43 / В.С. Громов и др. – М., 2010. – 14 с.

**Сведения об авторе:** Молочков Валентин Яковлевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: val\_mol@mail.ru.



УДК 629.124.72

**А.Н. Соболенко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЙ РАМОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ПРИ ВИБРАЦИИ И ДЕФОРМАЦИИ УПРУГИХ СИСТЕМ ФУНДАМЕНТНЫХ РАМ ВДГ**

*В эксплуатации ВДГ 6NVD48A2 имели место трещины фундаментной рамы и повреждения рамовых подшипников с весьма серьезными последствиями.*

*Для оценки жёсткости конструкции и возможности повреждений от резонансных колебаний проводились измерения вибрации вспомогательного дизель-генератора и фундаментной рамы.*

*Вибрация измерялась в трёх взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к диаметральной плоскости судна: вертикальном, горизонтальном траверзном и горизонтальном продольном.*

*На основании записи виброграмм был сформирован массив ординат вибрационного процесса. Далее расчёт производился с помощью программы гармонического анализа. Получен амплитудно-частотный спектр колебаний фундаментной рамы.*

*Сравнение частот собственных колебаний конструкций, на которых установлены ВДГ с частотами колебаний, возбуждаемых работой дизель-генераторов, показывает, что они лежат вне резонансных зон.*

*Характер повреждений, выполненные расчёты и измерения вибрации позволяют предположить, что повреждение ВДГ объясняется неправильным выбором материала для заливки рабочей поверхности подшипников скольжения.*

**Ключевые слова:** фундаментная рама, рамовый подшипник, повреждения, вибрация.

**A.N. Sobolenko**

## **THE INVESTIGATION OF REASONS OF BEDPLATE BEARING DAMAGES WHEN VIBRATION AND DEFORMATIONS ARE ACTING ON ELASTIC SYSTEM OF AUXILIARY ENGINE BEDPLATES**

*Cracks of the bedplate and bearing damages with grave consequences took place in operation of 6NVD48A2 auxiliary engine.*

*Measurements of vibration of 6NVD48A2 auxiliary engine and bedplate were made to examine construction rigidity and probability of damages due to resonance vibration.*

*Measurements of vibration were made in three mutually perpendicular directions concerning ship's diametric plain: vertical, horizontal traverse and horizontal fore-and-aft.*

*On the base of vibration records the file of vibration process ordinates was generated. The subsequent calculation was made using harmonic analysis program. The amplitude-time characteristic of bedplate vibration was got.*

*The comparison of frequencies of natural vibrations of constructions on which diesel generator installed with frequencies provoked by diesel generator operation indicates that they are out of resonance ranges.*

*The character of damages, calculations and vibration measurements make allow to assume the damages of diesel generators are result of wrong material for the working surface of journal bearing.*

**Key words:** bedplate, bearing, damages, vibration.

### **Введение**

На приемно-транспортных рефрижераторах типа «Пролив Лаперуза» установлено четыре дизель-генератора 6NVD48-A2 в машинно-котельном отделении, расположенном в кормовой части судна. В эксплуатации было зафиксировано несколько случаев повреждения фундаментных рам ВДГ.

На дизель-генераторе № 2 было проворачивание вкладышей рамового подшипника № 5, что привело к разрушению фундаментной рамы, блока цилиндровой втулки, шатуна цилиндра № 5, повреждению коленчатого вала. Была произведена замена дизель-генератора.

Спустя полтора года на дизель-генераторе № 1 на опоре рамового подшипника № 5 имело место проворачивание вкладышей рамового подшипника с разломом крышки подшипника в направлении оси вала. Был произведен капитальный ремонт с заменой коленчатого вала и вкладышей расовых подшипников.

Спустя четыре года на дизель-генераторе № 1, который с момента постройки отработал 27300 ч, а после капитального ремонта – 5142 ч, при мойке картера для замены масла на поперечной балке картера опоры рамового подшипника № 5 была обнаружена трещина. Трещина расположена от верхней опоры с обеих сторон вниз примерно по окружности концентричной окружной постели (рис. 1).

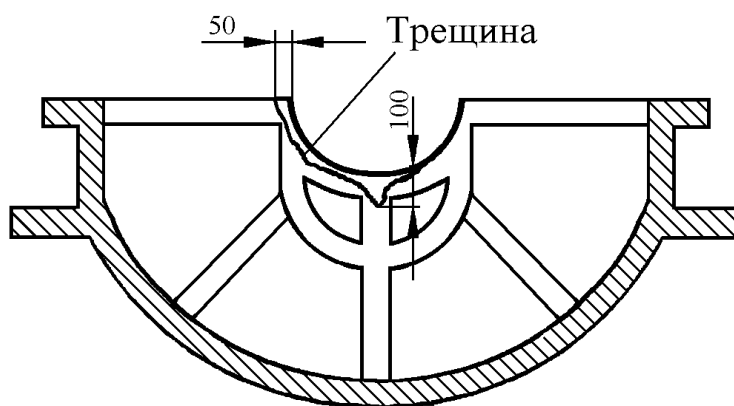


Рис. 1. Трещина опоры рамового подшипника № 5 в фундаментной раме ВДГ № 1 т/х «Пролив Лаперуза»: сверху начало трещины на расстоянии 50 мм от постели рамового подшипника, внизу – на расстоянии 100 мм от постели рамового подшипника

Fig. 1. The crack of the bedplate bearing № 5 support in Auxiliary engine № 1 on m/v «Proliv Laperuza»: the beginning of the crack from the top is 50 mm from the bearing bed, at the bottom – on the distance 100 mm from the bearing bed

После обнаружения трещины было проверено крепление коленчатого вала, обжатие болтов фундаментной рамы и рамового подшипника № 5, натяг вкладышей рамового подшипника № 5. Рамовый подшипник № 5 был демонтирован, осмотрены вкладыши подшипников и рамовая шейка. Дефектов не обнаружено. Для восстановления дизель-генератора № 1 фундаментная рама была заменена.

Все эти повреждения доказывают, что отказы и аварии фундаментных рам, подшипников коленчатых валов, блоков цилиндров являются следствием общих конструктивных недостатков, свойственных рассмотренному дизелю, а также технологических и эксплуатационных факторов [1].

#### Объекты и методы исследований

Дизель 6NVD48A1 (мощность  $N_e = 294$  кВт при частоте вращения  $n = 275$  мин<sup>-1</sup>) был раньше одним из самых надёжных на флоте. Затем этому дизелю конструкторы применили более высокий наддув, увеличили частоту вращения коленвала, получив, таким образом, дизель 6NVD48A2 (мощность  $N_e = 736$  кВт при частоте вращения  $n = 428$  мин<sup>-1</sup>). При этом все основные детали практически остались без конструктивных изменений, т.е. не были

усилены. Естественно, что по многим показателям при этом были превышены допустимые нормы нагрузок.

Фирма SKL фактически признала конструктивные недостатки и выпустила новую модификацию дизеля 6NVD48A-2U. В этой новой модификации дизеля были усилены все основные детали. Диаметр рамовых шеек увеличен с 210 до 215 мм, диаметр шатунных шеек увеличен с 200 до 215 мм; ширина щек увеличена с 380 до 395 мм.

Причин повреждения коленчатых валов может быть несколько: производственные дефекты материала, конструктивные недостатки и эксплуатационные факторы. Одним из отрицательных факторов, влияющих на ресурс подшипников, является деформация корпуса судна, который под влиянием груза, на волнении при подъёме на слип видоизменяется, получая при этом остаточные деформации. Вместе с корпусом деформируется фундамент двигателя и двигатель. Кроме этого, на работающем двигателе, вследствие разности температур остова и судового фундамента, возникает деформация фундаментной рамы дизеля стрелой прогиба вверх. Происходит перераспределение нагрузок на рамовые подшипники, что отрицательно влияет на их работу.

Остаточная деформация корпуса судна и фундаментов под дизель была обнаружена во время разборки дизель-генератора № 1 при его замене на т/х «Пролив Лаперуза». При отдаче анкерных связей блок отходил от фундаментной рамы дизеля, при этом зазор со стороны носа судна составил 0,68 мм, со стороны кормы – 0,45 мм. После отдачи фундаментных болтов фундаментная рама отходила от судового фундамента. При этом зазор между рамой дизеля и судовым фундаментом достигал 0,4 мм со стороны носа и 0,1 мм – со стороны кормы. Как правило, остаточные деформации корпуса судна сопровождаются отказами рамовых подшипников, падением давления масла.

Влияние деформаций, возникающих в корпусе судна, на дизель можно проследить по изменению положения коленчатого вала при различных нагрузках судна.

Было также обнаружено несоответствие между длиной рамовой шейки коленчатого вала двигателя 6NVD48A-2 и рабочей шириной рамового подшипника. Согласно фирменному чертежу коленчатого вала двигателя общая длина рамовой шейки должна составлять  $124 \pm 0,2$  мм. Если вычсть из неё радиусы двух галтелей по 15 мм, то рабочая длина шейки составит 94 мм. Следует учесть, что коленчатый вал имеет допустимый осевой зазор в упорном подшипнике 0,4–0,6 мм. Фактический осевой зазор в эксплуатации составляет от 1 до 2 мм, поэтому рабочая длина рамового подшипника должна быть 93–92 мм.

Согласно фирменному чертежу рамового подшипника дизеля 6NVD48A-2 рабочая длина подшипника составляет 96 мм, а без двух фасок по 0,5 мм – 95 мм. Таким образом, получается, что длина рамовой шейки на 2–3 мм меньше рабочей ширины рамовых подшипников. Это является конструктивным недостатком. Он приводит к тому, что при осевом смещении вала, особенно при износе упорного подшипника, вал постепенно наползает своими галтелями на рамовые подшипники и на какое-то время имеет место перекосяк. В этих условиях масляный клин разрушается, подшипники испытывают на краях повышенное давление вала. Баббитовая заливка быстро осаживается, что способствует образованию первичных трещин по краям рамовых подшипников, их провороту и повреждениям фундаментной рамы и коленчатого вала дизеля.

Фирма SKL обнаружила этот конструктивный дефект и устранила его, увеличив рабочую длину рамовой шейки на 10 мм за счёт выполнения галтелей на щёках коленчатого вала.

Ещё одним отрицательным фактором, влияющим на надёжность работы рамовых подшипников, является вибрация фундаментной рамы [2]. Опыт работы на судне «Пролив Лапе-

руза» свидетельствует о значительной вибрации кормовой оконечности, особенно при следовании судна в балласте.

Для оценки возможной причины повышенной вибрации было проведено расчётно-экспериментальное исследование возможности резонансных колебаний.

Первоначально был выполнен динамический расчёт для определения частот колебаний основного (первого) тона свободных колебаний системы перекрёстных связей фундамента ВДГ. Цель расчёта – убедиться в отсутствии резонанса этого колебания с действующей на перекрытие известной возмущающей силой.

Результаты расчёта показали, что ни одна из частот собственных колебаний не совпадает с частотой вынуждающих колебаний от действия сил ПДМ в ВДГ.

На втором этапе были проведены экспериментальные измерения вибрации ВДГ и его фундаментной рамы.

Вибрация измерялась в трёх взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к диаметральной плоскости судна: вертикальном, горизонтальном траверзном и горизонтальном продольном. Эти измерения проводились прибором ВИП-2 с целью определения направления по максимальной вибрации. Измерения показали, что продольная и траверзная вибрация очень мала, примерно в 10 раз меньше, чем вертикальная вибрация ВДГ. Основное внимание было уделено изучению вертикальной вибрации.

Измерения производились виброизмерительной установкой ИШВ-001 с пьезоэлектрическим датчиком. Производилась запись виброграмм для визуализации. Пример образца виброграмм приведён на рис. 2.

На основании записи виброграмм был сформирован массив ординат вибрационного процесса. Далее расчёт производился с помощью программы гармонического анализа. Получен амплитудно-частотный спектр колебаний фундаментной рамы.

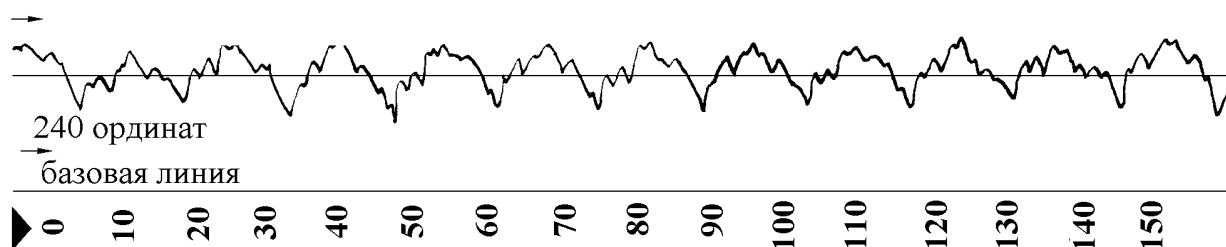


Рис. 2. Образец виброграммы. Вертикальная вибрация фундамента ВДГ т/х «Пролив Лаперуза». Скорость  $N_e = 370$  кВт

Fig. 2. Vibrorecord example. Vertical vibration of the foundation of the m/v «Proliv Laperuza» Auxiliary engine. Speed  $N_e = 370$  kilowatt

### Результаты и их обсуждение

Результаты гармонического анализа измерений вибрации показаны на рис. 3, 4. Связь между порядком выявленных колебаний и их частотами приведена в таблице. Как следует из рис. 3, 4, наибольшие амплитуду и ускорение имеет первый порядок, который соответствует номинальной частоте вращения.

Сравнение частот собственных колебаний конструкций, на которых установлены ВДГ с частотами колебаний [3], возбуждаемых работой дизель-генераторов, показывает, что они лежат вне резонансных зон.

Полученные максимальные амплитуды колебаний не превышают допустимых норм [4, табл. 1.5.3.4].

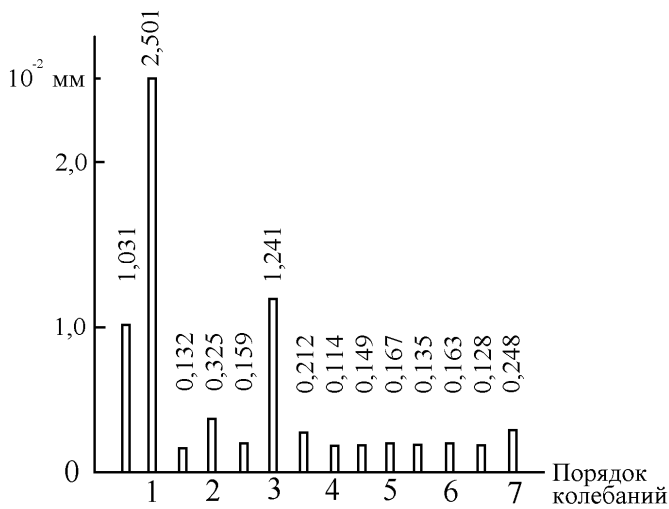


Рис. 3. Амплитуда колебаний  
Fig. 3. Vibration amplitude

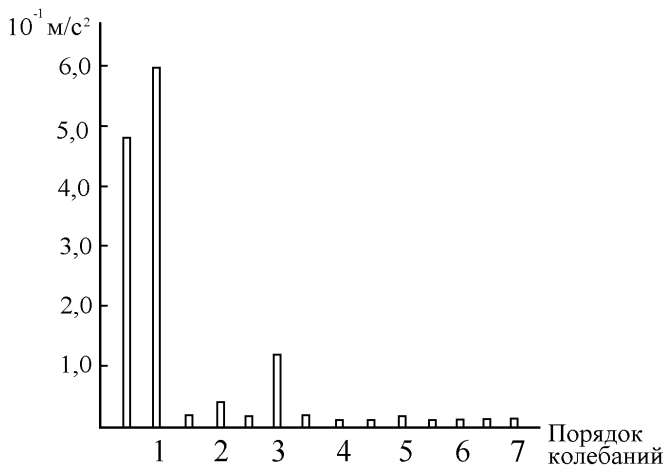


Рис. 4. Ускорение от вибрации  
Fig. 4. Acceleration due to vibration

**Связь между порядком и частотой колебаний**  
**The connection between order of oscillation and vibration frequency**

Порядок колебаний	Частота колебаний, Гц	Порядок колебаний	Частота колебаний, Гц
1	7,143	5	35,71
2	14,29	6	42,86
3	21,43	7	50,0
4	28,57		

**Заклучение**

Характер повреждений, выполненные расчёты и измерения вибрации позволяют предположить, что повреждение ВДГ объясняются неправильным выбором материала для заливки рабочей поверхности подшипников скольжения.

С целью предупреждения повреждений фундаментных рам, подшипников не следует допускать работу дизелей 6NVD48A2 на повышенных нагрузках. Эксплуатационная мощность дизелей не должна превышать 90 % от номинальной мощности. При работе дизеля не допускать падения давления масла в масляной системе после фильтра ниже 0,12–0,15 МПа, так как в противном случае возникает высокая вероятность отказа рамовых подшипников.

Температура смазочного масла до холодильника не должна быть выше 60 °С. После отработки дизелем 500 ч необходимо производить промывку масляных холодильников с целью сохранения их эффективности.

Через каждые 5000 ч наработки проверять крепление к судовому фундаменту и к подмоторной раме, чтобы исключить влияние остаточных деформаций корпуса на положение коленчатого вала.

Вести постоянный контроль за режимом работы рамовых подшипников, либо путём замера раскёпов в статическом положении, либо путём измерения упругих динамических прогибов валов непосредственно на работающем дизеле с помощью специальных электроизмерительных устройств.

### Список литературы

1. Соболенко, А.Н. Теоретические основы безопасной эксплуатации судовых дизелей / А.Н. Соболенко. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 278 с.
2. Ефремов, Л.В. Надёжность и вибрация дизельных установок промысловых судов / Л.В. Ефремов, Э.Р. Черняховский. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 232 с.
3. Соболенко, А.Н. Динамический расчёт фундаментной рамы ВДГ 6NVD48A2 на т/х «Пролив Лаперуза» / А.Н. Соболенко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – Т. 34. – С. 98–105.
4. Правила классификации и постройки морских судов. Т. 1. НД № 2-0201001-072. – СПб.: Российский Морской Регистр судоходства, 2013. – 502 с.

#### **Сведения об авторе:**

Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: sobolenko\_a@mail.ru.

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

---

УДК 669.71

**Р.А. Борщ, О.А. Холоша**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, Луговая, 52б

## **ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Устанавливаемые критерии для оценки промышленных рисков не всегда пригодны в индивидуальном или частном случае. Поэтому пересмотр необходимых критериев и выбор пригодных является важнейшим этапом при создании системы менеджмента риска. Рассмотрены основные критерии согласно ГОСТ Р ИСО 31010. Разработан алгоритм выбора критериев для оценки рисков промышленного предприятия.*

**Ключевые слова:** критерий, промышленный риск, менеджмент риска, производственная система, оценка риска.

**R.A. Borsch, O.A. Kholosha**

## **JUSTIFICATION CRITERIA FOR THE SELECTION OF THE METHOD OF RISK ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*Set criteria for industrial risk assessment is not always appropriate in individual or private event. Therefore, the revision of the criteria and the selection of suitable is an essential step in creating the risk management system. In article the basic criteria according to GOST R ISO 31010. The algorithm selection criteria for risk assessment of industrial enterprise.*

**Key words:** criterion, industrial risk, risk management, risk assessment, production system.

Промышленные предприятия при осуществлении своей производственной деятельности независимо от их типов и размеров сталкиваются с внутренними и внешними факторами и воздействиями, порождающими неопределенность в отношении достижения установленных целей. Такое влияние называют риском, а это означает, что вся производственная деятельность включает в себя риск. Как показывает практика, взаимодействие рисков в сложных производственных системах может оказаться существенным фактором, предопределяющим эффективность производства.

Следствием производственных рисков может являться ухудшение экономического положения предприятия за счет снижения объемов выпускаемой продукции, а также снижение конкурентоспособности предприятия на соответствующем рынке. Таким образом, ни одно промышленное предприятие не застраховано от возникновения и негативного влияния производственных рисков, ухудшающих его экономическую ситуацию.

Инструментом изучения взаимодействия и комплексного влияния рисков на деятельность промышленных предприятий выступает системный анализ. Оценка рисков с использованием различных математических методов позволяет определять степень их негативного воздействия на функционирование субъекта в целом, делать прогнозы развития предприятия. Информация о проявлении и степени воздействия рисков устраняет неопределенность в правильности выбора механизмов управления рисками, в принятии решений, а также учитывается при разработке планов развития предприятия.

Следует отметить, что в настоящее время разработано достаточное количество методов оценки рисков. Они обладают различными уровнями сложности и достоверности. Поэтому на данный момент встает острый вопрос о выборе тех из них, которые удовлетворяли бы всем потребностям организации в зависимости от задачи оценки риска. Сравнить определенный набор методов можно, определив для них ряд критериев, в зависимости от которых и должен применяться тот или иной метод.

*Цель настоящих исследований* состоит в обосновании критериев выбора метода оценки рисков промышленного предприятия для принятия управленческих решений.

Для достижения цели необходимо реализовать следующие *задачи*:

- проанализировать требования ГОСТ Р ИСО 31010 по выбору метода оценки риска;
- разработать алгоритм по выделению критериев для выбора метода оценки риска.

Объектом исследования являются риски промышленного предприятия. Предметом исследования являются методические подходы к выбору критериев для оценки рисков промышленного предприятия.

Рассматривая сущность понятия критерия, прежде всего, необходимо обратиться к его определению. Наиболее ёмкое и лаконичное толкование дано в словаре русского языка С.И. Ожегова: «критерий – мерило оценки, суждения» [1].

Установление критериев дает возможность сравнить применимость того или иного метода оценки риска в различных начальных производственных условиях.

В ГОСТ Р ИСО 31010 дана оценка применимости основных уже апробированных 30 методов [2]. По применимости методы классифицируются как:

- строго применим;
- применим;
- не применим.

К универсальным, т.е. строго применимым по всем этапам процесса менеджмента риска, можно отнести следующие методы: оценка токсикологического риска, структурированный анализ сценариев, анализ видов и последствий отказов, техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности.

Градации «строго применим» и «применим» характерны для методов: исследование опасности и работоспособности, анализ воздействия на бизнес, анализ причин и последствий, анализ влияния человеческого фактора, анализ кривых, индексы риска, матрица последствий и вероятностей, анализ эффективности затрат, мультикритериальный анализ решений.

Остальные методы, представленные в стандарте, имеют одну или несколько характеристик из классифицированной группы «не применим» по отдельным этапам процесса менеджмента риска. Среди представленных методов исключение составляют методы, которые рекомендуется применять только на начальном этапе идентификации риска, а в дальнейшей оценке они не рекомендованы для применения: мозговой штурм, структурированные или частично структурированные интервью, метод Дельфи, контрольные листы, предварительный анализ опасностей. Следует обратить внимание на рекомендации использования только на этапе сравнительной оценки риска моделирование методом Монте-Карло [3].

Методы, используемые при оценке риска, позволяют получить качественную, количественную или смешанную оценку. Детализация оценки зависит от конкретной ситуации, доступности, достоверности и полноты информационных данных, влияющих на принятие решений.

В случае качественной оценки риска используется описательная шкала с градацией уровня риска «высокий», «средний» и «низкий», при этом оценка последствий и вероятности может быть объединена. При смешанной оценке используется числовая шкала (линейная, логарифмическая и др.) определения уровня риска по соответствующей формуле.

Количественная оценка позволяет получать значения уровня риска в определенных единицах, установленных при разработке области применения менеджмента риска. Для количественных методов необходимо обеспечить полноту информации об анализируемой системе,



видах деятельности конкретной организации, что увеличивает трудозатраты на количественный анализ данных.

С развитием теории и практики применения методов оценки риска разрабатываются и применяются новые, совершенствуются уже наработанные методы. В связи с этим необходимо дать характеристику как принятым критериям в нормативной документации, так и новым критериям, вводимым для более глубокого и всестороннего изучения применимости методов оценки рисков.

В качестве основных критериев выбора методов оценки рисков в стандарте ИСО 31010 представлены [2]:

- цели оценки риска: в зависимости от цели целесообразно применять различные методы, основывающиеся на разных подходах как количественных, так и качественных, которые приводят к соответствующим результатам. Как правило, для промышленных предприятий предпочтительнее выбор количественных методов либо смешанных;

- степень ответственности принимаемых решений: в зависимости от степени ответственности при оценке требуется различная детализация и точность выбираемого метода.

При общей оценке риска, когда требуется лишь уточнить значимость риска, значение решений минимально. Для промышленных предприятий неверно принятые решения приводят к перепроизводству, срыву сроков договоров, срыву поставки комплектующих и, как следствие, срыву производства. В этом случае необходимы дополнительные критерии:

- тип оцениваемого риска: от типа зависит применимость и целесообразность различных методов оценки рисков. Например, для промышленного предприятия не характерны и менее значимы типы, присущие финансовым организациям, такие как рыночные риски, кредитные, инвестиционные, и наоборот, характерны технологические, экологические, кадровые риски;

- последствия наступления рискованной ситуации: по данному критерию, если риск предполагается не превышает значений минимально допустимого, то применение более сложных методов нецелесообразно. Для промышленного предприятия характерны материально-физические потери, выраженные в потере оборудования, просрочке сырья, порче продукции;

- уровень доступности информации: количество получаемой информации напрямую влияет на возможность применения метода. При недостатке информации часть методов может быть попросту неприемлема. При правильной организации сбора и обработки информации повышается ее достоверность, полнота;

- изменение или обновление оценки риска: требования по обновлению оценки зависят от стабильности, однородности, вариабельности воздействующих негативных факторов. В значительной мере на оценку влияют временные изменения описанных факторов. Опираясь на поступающую информацию об изменениях, необходимо устанавливать период переоценки рисков. На промышленных предприятиях срок переоценки целесообразно устанавливать ежегодно после обработки годовой отчетности;

- оценка риска обязательных и договорных требований: обязательные требования, устанавливаемые законодательством, нормативной документацией, а также требования, установленные в соглашениях и договорах, налагают ограничения на применимость методов оценки риска. Во всех организациях независимо от формы необходимо проводить анализ возможных рисков при утверждении и подписании документации.

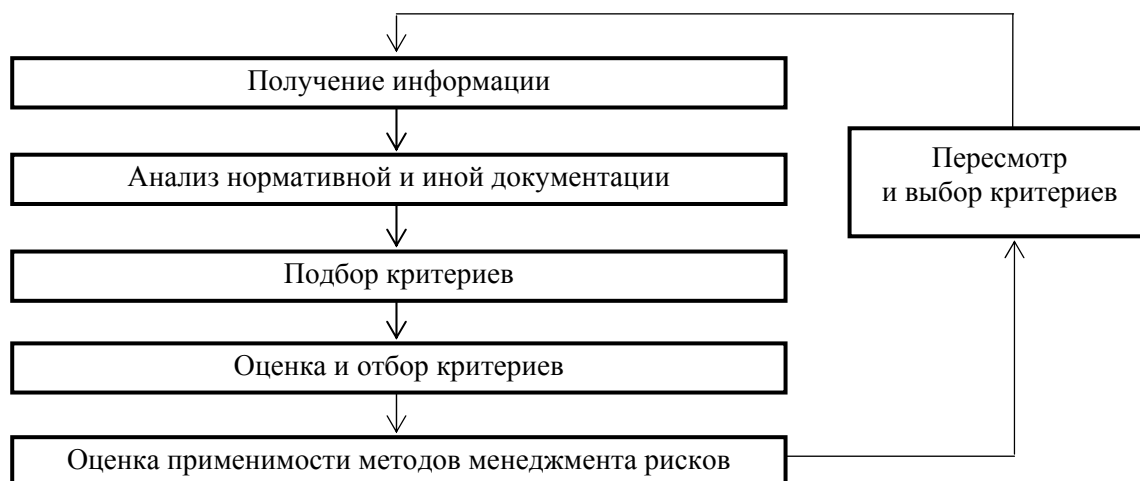
Для более детального выбора метода оценки риска необходимо более углубленное рассмотрение описанных выше критериев, устанавливающих уровни детализации.

Для выявления новых критериев разработан соответствующий алгоритм, представленный на рисунке.

Следуя алгоритму, необходимо провести сбор информации по уже существующим критериям и их применимости. Основные критерии, представленные в нормативной документации, не дают полной картины и не учитывают деталей. На этом этапе можно провести пробную оценку по основным критериям. Проанализировать информацию о применении на дру-

гих аналогичных предприятиях, изучить теорию и практику применения методов в отечественной и зарубежной практике.

Разработка новых критериев должна быть основана на учете тех информационных данных, которые были собраны и проанализированы на первом этапе работы. На данном этапе количество полученных критериев не должно ничем ограничиваться для более детального анализа.



Алгоритм поиска и определения новых критериев для выбора метода оценки риска  
Search algorithm and the definition of new criteria for the choice of a method of risk assessment

Далее необходимо отобрать критерии, имеющие достаточную весомость, провести их оценку и использовать для выбора метода оценки риска. Критерии с наибольшей весомостью позволяют подойти к отбору критериев с точки зрения необходимой статистической и математической обработки.

Полученные критерии позволят более глубоко и детально выбрать метод оценки риска за счет учета всех собранных информационных данных.

При неудовлетворительном анализе методов оценки риска необходимо приступить к пересмотру и выбору новых критериев. Подходы к выбору метода оценки риска в основном зависят от необходимого уровня детализации риска.

В результате проведенных исследований обоснованы основные, представленные в нормативной документации, и новые, наиболее характерные для промышленных предприятий, критерии выбора метода оценки риска, позволяющие принимать управленческие решения на основе определения, анализа и дифференциации методов по степени их пригодности и весомости.

### Список литературы

1. Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: Русский язык, 1985. – 797 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартиформ, 2012. – 74 с.
3. Таргунакова, Е.С. Обоснование выбора методов оценки рисков в производственной сфере / Е.С. Таргунакова, О.А. Холоша // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Ч. II. – С. 168–171.

**Сведения об авторах:** Холоша Ольга Анатольевна, доктор технических наук, доцент, директор Института пищевых производств, e-mail: holoshaoa@mail.ru;  
Борщ Роман, аспирант, e-mail: borshroma@mail.ru.

УДК 664.952

**Л.Б. Гусева, В.Д. Богданов, А.В. Панкина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ФАРШЕВЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ КУЛИНАРНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Исследовано влияние соотношения компонентов эмульсионной системы рыбный фарш : вода : растительное масло на изменение свойств получаемых на их основе термогелей. Положительный характер изменений свойств фарша из красноперки и терпуга имеет место при совместном введении в него воды и растительного масла в процентном соотношении от 30 : 10 до 20 : 20. Рыбные фарши с таким соотношением компонентов после термообработки имеют высокие органолептические свойства и низкие показатели термопотери и степени синерезиса термогеля.*

**Ключевые слова:** *рыбный фарш, соотношение компонентов, эмульсионная система, термогель, органолептические свойства, термопотери, синерезис.*

**L.B. Guseva, V.D. Bogdanov, A.V. Pankina**

## **EXPERIMENTAL BASIS OF THE MINCED EMULSION IN THE MANUFACTURE OF FISH CULINARY PRODUCT**

*The influence of the ratio of the components of the emulsion system minced fish water: vegetable oil to change the properties obtained on the basis of their thermogenic-ley. Polozhitelny character changes in the properties of minced mackerel and rudd has me-hundred co-administering it with water and vegetable oil as a percentage of the relation-NII from 30: 10 to 20: 20. minced fish with the ratio of the components after thermal treatment have high organoleptic properties and low termopotter and degree of syneresis termogelya.*

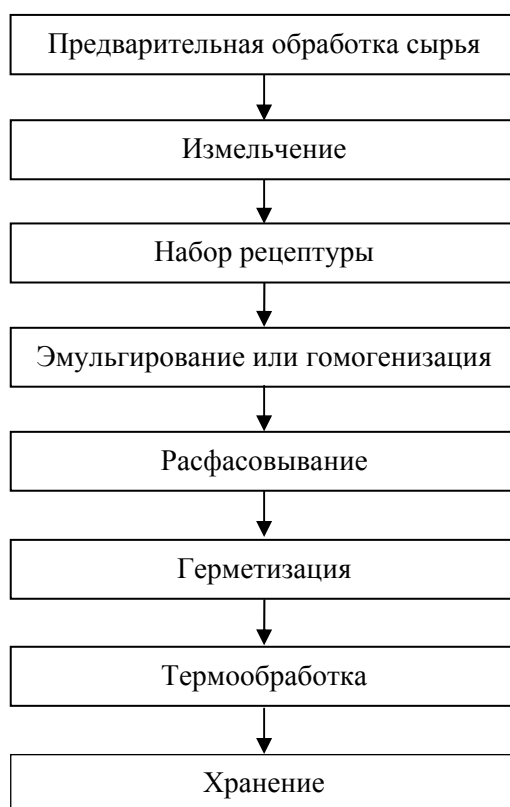
**Key words:** *fish mince, mixing ratio, emulsion system, termogel, organoleptic properties, termopoteri, syneresis.*

При производстве кулинарных изделий из рыбного фарша важным аспектом является формирование органолептических свойств и пищевой ценности готовых продуктов на стадии составления фаршевых смесей. При осуществлении данной операции необходимо учитывать как функционально-технологические свойства самих рыбных фаршей, так и технологические факторы производственных процессов: степень измельчения частиц фарша, соотношение основных компонентов фаршевой смеси, свойства сырых технологических композиций, способ и режим термообработки, свойства термогелей и др.

Из научной и производственной литературы известно, что лучшие и прежде всего структурные характеристики имеют фаршевые кулинарные продукты, приготовление которых предусматривает получение на промежуточной стадии в виде полуфабриката тонко дисперсных систем, относящихся по физическим и реологическим характеристикам к эмульсионным системам [1, 2, 3]. Свойства этих эмульсий, трансформирующиеся впоследствии в качественные показатели готовых кулинарных фаршевых изделий, определяются в большой степени соотношением в них основных компонентов – рыбный фарш : вода : растительное масло.

Целью работы являлось экспериментальное обоснование рационального соотношения рыбный фарш : вода : растительное масло при производстве кулинарных продуктов.

Алгоритм экспериментальных исследований, представляющий собой последовательность технологических операций получения готового кулинарного продукта из измельченной рыбной мышечной ткани, приведен на рисунке.



Алгоритм экспериментальных исследований  
Algorithm of experimental studies

В качестве рыбного сырья использовали мороженые красноперку дальневосточную и терпуг курильский, соответствующих ГОСТ 1168–86. Для получения измельченной мышечной ткани рыбу размораживали, разделявали на обесшкуренное филе и измельчали на мясорубке с диаметром решетки 3 мм.

Сырую технологическую эмульсию получали путем эмульгирования смеси, состоящей из измельченной мышечной ткани рыбы, растительного масла и воды на микроизмельчителе ткани РТ-2 при частоте вращения вала 600 об/мин в течение 3 мин. Полученную тонкодисперсную пастообразную эмульсионную систему расфасовывали в металлические банки № 6, которые герметизировали с помощью закатки. Для контроля температуры в центре банки с фаршем через отверстия в крышке устанавливали термомпары checktemp 1 NI 98509 (погрешность  $\pm 0,3$  °С).

Термообработку рыбного фарша осуществляли путем нагревания банок с фаршевой эмульсией в воде с постоянной температурой 90 °С до достижения в центре банки температуры 70 °С. Для нагревания банок с фаршем использовали баню шестиместную водяную LOIP LB-160 (ТБ-6), предел допускаемой погрешности установления заданной температуры не более  $\pm 2$  °С. Продолжительность нагревания банок с фаршевой эмульсией до температуры 70 °С составляла 35–40 мин. Охлаждение банок осуществлялось в сменяемой водной среде с температурой 12 °С до достижения в центре банки температуры 20 °С.

Органолептическую оценку исследуемых объектов выполняли по ГОСТ 7631-85 и нестандартными органолептическими методами, используя пятибалльные шкалы, разработанные в ходе предварительных экспериментов в соответствии с рекомендациями Т.М. Сафроновой [4].

Степень сжатия (степень синерезиса) сырой технологической эмульсии при термообработке определяли путем измерения высоты дисперсной системы до и после нагрева и рассчитывали по формуле, %

$$СЖ = \frac{(h_0 - h_1) \cdot 100}{h_0},$$

где  $СЖ$  – степень сжатия, %;  $h_0$  – высота системы до термообработки, мм;  $h_1$  – высота системы после термообработки, мм.

Относительное количество выделившегося при термообработке бульона рассчитывали по формуле

$$K_6 = \frac{m}{n} \cdot 100,$$

где  $K_6$  – относительное количество выделившегося бульона, %;  $m$  – количество жидкости после термообработки фарша, г;  $n$  – масса навески фарша, г.

### Результаты исследований

Результаты экспериментальных исследований по влиянию массовой доли воды на органолептические свойства термически обработанных при температуре 70 °С фарша из красноперки и терпуга представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

#### Влияние массовой доли воды на органолептические свойства термически обработанного фарша из красноперки

Table 1

#### Effect of mass fraction of water on the organoleptic properties heat-treated minced rudd

№ образца	Массовая доля воды, %	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей			
		Запах	Вкус	Консистенция	Структура
1	2	3	4	5	6
1	0	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Суховатая (3,8). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3)	Типа брикет, режется сложно. Цельная, из банки выходит свободно, на разрезе плотная, режется на пласти
2	10	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Суховатая (3,7). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3)	Типа брикет, режется в том числе и на тонкие пласти, на разрезе плотная, однородная
3	20	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Суховатая (3,9). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3)	Типа брикет, режется тяжело, также режется на тонкие пласти, в разрезе плотная, однородная

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
4	30	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Сочная (4). При разжевывании выделяется незначительное количество жидкой части, глотается легко (4)	Типа брикет, режется в том числе и на тонкие пласты, цельная, при легком надавливании выделяется незначительное количество бульона, пористая на разрезе
5	40	Свойственный данной рыбе, ослаблен (3)	Свойственный данной рыбе, ослаблен (4)	Очень сочная (5). При разжевывании выделяется незначительное количество жидкой части, глотается легко (4)	Типа брикет, режется в том числе и на тонкие пласты, рыхлая, легко распадается, водянистая цельная

Таблица 2

**Влияние массовой доли воды на органолептические свойства термически обработанного фарша из терпуга**

Table 2

**Effect of mass fraction of water on the organoleptic properties heat-treated minced mackerel**

№ образца	Массовая доля воды, %	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей			
		Запах	Вкус	Консистенция	Структура
1	2	3	4	5	6
1	0	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Суховатая (3,8), нежность едва уловима (2,5). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется, рыхлая, на разрезе крошливая
2	10	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Сочная (4), нежная (4). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется, на разрезе рыхлая, мажется
3	20	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Очень сочная (5), нежная (4). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется, на разрезе рыхлая, мажется
4	30	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4), горечь едва уловима (4)	Очень сочная (5), нежная (4). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), волокнистая (2)	Нецельная, мажется, рыхлая, при физическом воздействии выделяется бульон

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
5	40	Свойственный данной рыбе, слабо выражен (3)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), умеренно горчит (2)	Очень сочная (5), очень нежная (5). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, рыхлая, при физическом воздействии выделяется бульон, мажется

Как следует из данных табл. 1, внесение воды в количестве 30 % и более несколько улучшает консистенцию термогеля краснопёрки: она изменяется от суховатой (контроль) до сочной и очень сочной (образцы 4 и 5), улучшается проглатываемость продукта. Однако структура этих образцов становится пористой, рыхлой, легко распадающейся и водянистой. Таким образом, внесение в фарш из краснопёрки одной только воды в количестве от 10 до 40 % не дает существенного улучшения органолептических свойств получаемых из него термогелей.

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что внесение воды несколько улучшает консистенцию термогеля терпуга, если ее количество составляет 10–20 %. Тогда повышается сочность и нежность продукта, хотя проглатываемость его остается слегка затрудненной, он имеет хорошо выраженный, свойственный терпугу вкус и аромат. Дальнейшее увеличение количества вносимой воды ведет к ухудшению всех органолептических показателей. Обобщая приведенные выше данные, следует отметить, что внесение в фарш из терпуга одной только воды не обеспечивает получение готового продукта с высокими органолептическими свойствами.

Исследовалось влияние массовой доли вносимой воды на изменение коллоидных свойств рыбного фарша, о которых судили по количеству выделившегося бульона и степени сжатия термогеля при термообработке фарша из краснопёрки и терпуга (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние количества вносимой воды на коллоидные свойства  
рыбного фарша после термообработки**

Table 3

**Influence of the amount of water introduced to the colloidal  
properties minced fish after heat treatment**

Количество вносимой воды, %	Количество выделившегося бульона, %	Степень сжатия термогеля, %
0	<u>1,8*</u>	<u>1,1</u>
	2,1	1,7
10	<u>1,8</u>	<u>1,5</u>
	2,2	2,0
20	<u>2,4</u>	<u>2,1</u>
	3,1	2,8
30	<u>2,9</u>	<u>2,4</u>
	4,3	3,5
40	<u>3,6</u>	<u>2,9</u>
	5,5	4,2

\* Числитель – краснопёрка; знаменатель – терпуг.

Данные табл. 3 свидетельствуют, что внесение в фарш из красноперки и терпуга одной только воды ведет к увеличению количества выделившегося при термообработке бульона и степени сжатия (синерезиса) термогеля отрицательно сказывающиеся на его качестве.

Исследовалось влияние на свойства термообработанного рыбного фарша количества вносимого растительного масла. Данные исследования зависимости органолептических свойств термообработанного фарша из красноперки и терпуга от количества масла в составе сырой технологической эмульсии перед термообработкой приведены в табл. 4 и 5. Режим термообработки – прогрев до 70 °С в центре продукта.

Таблица 4

**Влияние массовой доли растительного масла на характеристику органолептических свойств фарша из красноперки**

Table 4

**Effect of mass fraction of vegetable oil on the characteristic organoleptic properties of minced rudd**

Массовая доля масла, %	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей			
	Запах	Вкус	Консистенция	Структура
0	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Суховатая (3). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), крошливая (2)	Типа брикет, режется, не мажется, крошливая
10	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (4)	Суховатая (3). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5), умеренно крошливая (3)	Типа брикет, режется на тонкие пластинки, гомогенная, не мажется, при физическом воздействии крошится
20	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (4)	Свойственный данной рыбе, слабо выраженный (3), маслянистость отчетливо выражена (3)	Суховатая (3). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), умеренно крошливая (3)	Типа брикет, однородная, не мажется, режется на тонкие пластинки, при физическом воздействии крошится
30	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (4)	Свойственный данной рыбе, едва уловим (2), маслянистость ярко выражена (1)	Суховатая (3). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5), умеренно крошливая (3), умеренно вязущая (3)	Типа брикет, не режется на тонкие пластинки (крошится), не мажется
40	Свойственный, данной рыбе слабо выражен (3), маслянистость умеренно выражена (3)	Свойственный данной рыбе, едва уловим (2), маслянистость ярко выражена (1)	Суховатая (3). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), умеренно крошливая (3)	Типа брикет, режется на тонкие пластины, но крошится, не мажется, цельная



Таблица 5

**Влияние массовой доли растительного масла на органолептические свойства фарша из терпуга**

Table 5

**Effect of mass fraction of vegetable oil organoleptic properties minced mackerel**

Массовая доля масла, %	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей			
	Запах	Вкус	Консистенция	Структура
0	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5), горечь слабо выражена (3)	Суховатая (3,5). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется тяжело, на разрезе крошится
10	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), горечь едва уловима (4)	Суховатая (3,8). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, на разрезе рыхлая и крошится, мажется
20	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость выражена умеренно (2)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость выражена умеренно (2)	Сочная (4), нежность едва уловима (2). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, на разрезе рыхлая, мажется
30	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (3)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость слабо выражена (3)	Сочная (4), очень нежная (5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5), слегка волокнистая (5)	Брикет, цельная, режется на тонкие пласты, мажется
40	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость ярко выражена (1)	Свойственный данной рыбе, едва уловим (2), маслянистость ярко выражена (1), горечь ярко выражена (1)	Сочная (4,8), нежная (4,5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется на тонкие пласты, очень хорошо мажется

Как следует из данных табл. 4, внесение в сырую технологическую эмульсию из красноперки растительного масла оказывает положительное действие на органолептические свойства термоделей только при малых его дозировках. Так, при внесении масла в количестве 10 % имеет место улучшение структуры и консистенции продукта. При дальнейшем увеличении доли масла до 40 % показатели структуры и консистенции ухудшаются: при разжевывании термообработанного продукта имеет место разделение на плотную и жидкую части, плотная часть сухая, глотание затруднено.

Масло оказывает влияние на вкус и запах термообработанного фарша. При небольших дозировках они ослабляются, с увеличением в продукте количества масла они приобретают маслянистый оттенок.

Данные, приведенные в табл. 5, показывают, что органолептические свойства термически обработанного фарша из терпуга при внесении растительного масла в количестве 30–40 %

немного улучшаются. Это относится к структуре продукта: она становится цельной, режется на тонкие пласты, консистенция сочная, очень нежная, при разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко проглатывается. Но в отношении вкуса и запаха так же, как с фаршем из красноперки, степень выраженности этих показателей при внесении масла ослабевает, причем особенно заметно при дозировке масла 40 %.

Результаты исследования коллоидных свойств термически обработанного рыбного фарша из красноперки и терпуга в зависимости от количества масла приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Влияние массовой доли масла на количество бульона и степень сжатия  
рыбного фарша после термообработки**

Table 6

**Effect of the mass fraction of oil to the amount of broth and compression minced  
fish after heat treatment**

Количество вносимого масла, %	Количество выделившегося бульона, %	Степень сжатия термогеля, %
0	$\frac{1,8^*}{2,1}$	$\frac{1,1}{1,7}$
10	$\frac{2,0}{2,5}$	$\frac{1,6}{2,3}$
20	$\frac{2,5}{3,3}$	$\frac{2,3}{3,0}$
30	$\frac{3,6}{4,5}$	$\frac{2,8}{3,9}$
40	$\frac{4,5}{5,9}$	$\frac{3,7}{5,1}$

\* Числитель – красноперка; знаменатель – терпуг.

Как следует из данных табл. 6, введение растительного масла в рыбный фарш не устраняет термопотери в виде бульона и сжатие (синерезис) при его термообработке. С ростом содержания масла в фаршевой системе проявление этих нежелательных изменений в ней имеет место в большей степени, причем это характерно как для красноперки, так и для терпуга.

Исследовалось совместное влияние воды и масла на органолептические свойства термически обработанного фарша из красноперки и терпуга (табл. 7 и 8).

Данные табл. 7 показывают, что лучшие органолептические свойства проявляют образцы термически обработанного фарша из красноперки с соотношением вода : масло 30 : 10 и 20 : 20. Они имеют плотную монолитную структуру, сочную консистенцию, при их разжевывании не происходит разделения на плотную и жидкую части, масса легко проглатывается. Остальные опытные образцы уступают им как по показателям структуры и консистенции, так и по вкусу и запаху.

Как следует из данных табл. 8, лучшими образцами термически обработанного фарша из терпуга являются те, в которые добавляли воду и масло в соотношении 30 : 10 и 20 : 20. Изменение данных соотношений ведет к ухудшению структуры, консистенции, вкуса и запаха опытных образцов термогеля. Обращает на себя внимание факт, что результаты исследования органолептических показателей терпуга в зависимости от соотношения воды и масла оказались близки с результатами, полученными для термогеля красноперки.

Результаты исследования изменения коллоидных свойств термически обработанного фарша из красноперки и терпуга с различным содержанием воды и масла представлены в табл. 9.

Таблица 7

**Влияние соотношения воды и масла на характеристику органолептических показателей термически обработанного фарша из красноперки**

Table 7

**Effect of the ratio of water and oil on the organoleptic characteristics indicators of heat-treated minced rudd**

Соотношение вода : масло, % к массе смеси	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей ТПФ			
	Запах	Вкус	Консистенция	Структура
40 : 0	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Сочная (4,5). При разжевывании немного разделяется на плотную и жидкую части; легко глотається (4, 5)	Типа брикет, режется легко, в том числе на тонкие пластины. Цельная, из банки выходит тяжело, плотная, монолитная, ломается
30 : 10	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Сочная (4,7). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотається (5)	Типа брикет, плотная, цельная, легко режется, в том числе и на тонкие пласты
20 : 20	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Свойственный данной рыбе, умеренно выражен (4)	Очень сочная (5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотається (5)	Типа брикет, режется легко, также режется на тонкие пласты. Плотная, цельная, однородная, мелко крупитчатая, не мажется
10 : 30	Свойственный данной рыбе, умеренный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренно выражена маслянистость (4)	Суховатая (3,9). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть суховатая, глотание слегка затруднено (3)	Типа брикет, пористая, режется в том числе и на тонкие пласты, крупно крупитчатая, при физическом воздействии выделяется значительное количество бульона и рассыпается, рыхлая
0 : 40	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистость ярко выражена (1)	Свойственный данной рыбе, едва уловим (2), маслянистость ярко выражена (1)	Суховатая (3,5). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2)	Типа брикет, из банки выходит свободно, режется на пластины с трудом, очень пористая, рыхлая, крошечливая, при физическом воздействии выделяется значительное количество бульона

Таблица 8

**Влияние соотношения вода : масло на органолептические свойства термически обработанного фарша из терпуга**

Table 8

**Effect of water to oil ratio on the organoleptic properties heat-treated minced mackerel**

Соотношение вода : масло, % к массе смеси	Словесная и балльная характеристика органолептических показателей			
	Запах	Вкус	Консистенция	Структура
40 : 0	Свойственный данной рыбе, выражен умеренно (4)	Свойственный данной рыбе, выражен умеренно (4)	Сочная (4), нежная(4). При разжевывании выделяется значительное количество жидкости, плотная часть сухая, глотание существенно затруднено (2), волокнистая (2)	Типа брикет, цельная, режется, мажется, на разрезе рыхлая
30:10	Свойственный данной рыбе, ярко выражен (5)	Свойственный данной рыбе, выражен умеренно (4)	Сочная (4,6), очень нежная (5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части; легко глотается (5)	Типа брикет, цельная, режется, мажется, на разрезе рыхлая
20 : 20	Свойственный данной рыбе, умеренно выраженный (4)	Свойственный данной рыбе, умеренно выраженный (4)	Сочная (4,5), очень нежная (5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5)	Типа брикет, цельная, режется в том числе на тонкие пласты, мажется
10:30	Свойственный данной рыбе, ослабленный (3), маслянистый, умеренно выражен	Свойственный данной рыбе, ослабленный (3), маслянистый, умеренно выражен	Очень сочная (5), очень нежная (5). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5)	Типа брикет, цельная, режется на тонкие пласты, но они смазываются, мажется
0 : 40	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистый, ярко выражен (1)	Свойственный данной рыбе, умеренный (4), маслянистый, ярко выражен (1)	Сочная (4,5), нежная (4). При разжевывании не разделяется на плотную и жидкую части, легко глотается (5), умеренно волокнистая (3)	Типа брикет, цельная, очень рыхлая, крошится

Таблица 9

**Влияние соотношения массовой доли вода : масло на количество бульона и степень сжатия рыбного фарша после термообработки**

Table 9

**Effect of mass fraction ratio of water to oil at the amount of broth and compression minced fish after heat treatment**

Соотношение вода : масло, % к массе смеси	Количество выделившегося бульона, %	Степень сжатия термогеля, %
1	2	3
40 : 0	<u>3,6*</u> 5,5	<u>2,9</u> 4,2
30 : 10	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,2</u> 0,1
20 : 20	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0

Окончание табл. 9

10 : 30	$\frac{4,0}{5,4}$	$\frac{3,5}{4,8}$
0 : 40	$\frac{4,5}{5,9}$	$\frac{3,7}{5,1}$

\*Числитель – красноперка; знаменатель – терпуг.

Данные табл. 9 свидетельствуют, что для фарша из красноперки и терпуга прослеживается зависимость количества выделившегося бульона и степени сжатия термогеля от соотношения в них воды и масла. Наименьшие и даже нулевые значения количества выделившегося бульона и степени сжатия имеют образцы с соотношением воды и масла 30 : 10 и 20 : 20 и, как было установлено выше, эти же образцы имеют лучшие органолептические показатели.

Таким образом, оценивая в целом результаты проведенных экспериментальных исследований можно считать, что добавление в рыбный фарш отдельно взятых воды или растительного масла не обеспечивает получение высоких органолептических свойств у готового продукта, кроме того, при термообработке он теряет существенное количество бульона и проявляет значительную степень синерезиса.

Положительный характер изменений свойств фарша из красноперки и терпуга имеет место при совместном введении в него воды и растительного масла в процентном соотношении от 30 : 10 до 20 : 20. Рыбные фарши с таким соотношением компонентов после термообработки имеют высокие органолептические свойства и низкие показатели термопотери и степени синерезиса термогеля.

### Список литературы

1. Богданов, В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой / В.Д. Богданов. – М., 2005. – 310 с.
2. Глазкова, И.В. Специализированные продукты на мясной основе для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний / И.В. Глазкова, Л.Ф. Митасева // Пищ. пром-сть. – 2012. – № 5. – С.26–28.
3. Коровина, Ю.А. Обоснование технологических параметров при производстве вареных колбасных изделий (сосисок) из молкок лососевых рыб / Ю.А. Коровина, Н.В. Дементьева // Инновационные и современные технологии пищевых производств: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – С. 89–91.
4. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.

**Сведения об авторах:** Гусева Лариса, кандидат технических наук, профессор,  
e-mail: dalrybvtuz21@mail.ru;  
Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор,  
e-mail:bogdanovvd@dgtru.ru;  
Панкина Анна Валерьевна, кандидат технических наук, доцент,  
e-mail:bogdanovvd@dgtru.ru.

УДК 664.95

**Н.В. Дементьева, Е.Ю. Пашенко**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕСЕРВОВ ИЗ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ  
В СОУСАХ НА ОСНОВЕ РЫБНЫХ МОЛОК**

*Научно и экспериментально обоснована технология пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок, позволяющая вовлечь в производство вторичное рыбное сырье и обеспечить его комплексную и рациональную переработку. Обоснованы способы посола сельди тихоокеанской. Разработаны рецептуры пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок, определены пищевая, биологическая ценность и показатели безопасности пресервов.*

**Ключевые слова:** сельдь тихоокеанская, молоки рыбные, пресервы, соусы, технология, показатели качества.

**N.V. Dementieva, E.Y. Paschenko****TECHNOLOGY OF PRESERVED FOOD FROM THE HERRING PACIFIC  
IN SAUCES ON THE BASIS OF FISH MILTS**

*Scientifically also the technology of preserved food from a herring Pacific in sauces on the basis of fish milts, allowing to involve secondary fish raw materials and to provide its complex and rational processing in production is experimentally proved. Ways of a posol of a herring Pacific are proved. Compoundings of preserved food are developed. from a herring Pacific in sauces on the basis of fish milts, the nutrition, biological value and indicators of safety of preserved food are determined.*

**Key words:** herring Pacific, milts fish, preserved food, sauces, technology, quality indicators.

**Введение**

К одним из наиболее развивающихся направлений современной рыбной отрасли можно отнести производство соленых рыбопродуктов, в частности, расширение ассортимента рыбных пресервов.

В настоящее время основными направлениями совершенствования технологии рыбных пресервов являются: производство малосоленых пресервов из разделанной рыбы с использованием различных соусов и заливок; повышение пищевой и биологической ценности готовой продукции за счет внесения различных биологически активных веществ и вкусоароматических добавок; регулирование процесса созревания путем добавления ингибиторов протеолиза или ферментных препаратов; увеличение сроков хранения, а также вовлечение в производство вторичного рыбного сырья [1].

Большой популярностью у потребителей пользуются пресервы из разделанной рыбы в различных соусах и заливках. Разнообразный ассортимент заливок и соусов позволяет выпускать пресервы с различными органолептическими показателями, что дает возможность постоянно обновлять ассортимент готовой продукции. В настоящее время актуальным направлением развития технологии пресервов является производство рыбных пресервов в соусах и заливках [2, 3, 4].

Для производства пресервов предприятия используют различные виды рыб. На сегодняшний день в Дальневосточном регионе самым популярным и массовым видом сырья является сельдь тихоокеанская, доля которой составляет в общем объеме 66 % [5]. При разделке сельди образуется большой объем пищевого вторичного сырья (икра и молоки), которые из-за отсутствия эффективных технологий не используются при производстве этого ассорти-

тимента рыбной продукции. Однако расширение ассортимента и увеличение доли использования ценного вторичного сырья являются перспективным при производстве рыбных пресервов. В частности, проведенные исследования показывают целесообразность применения молок сельди в качестве основы для соусов, которые могут быть использованы в качестве заливок при производстве рыбных пресервов [6, 7].

Целью научно-исследовательской работы являлась разработка технологии пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе молок рыб.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- обоснование технологических факторов получения стабильных эмульсионных систем из молок сельди тихоокеанской, установление рациональных параметров их эмульгирования и тепловой обработки;
- разработка рецептур соусов эмульсионного типа на основе молок рыб;
- обоснование способов посола сельди тихоокеанской для производства пресервов в соусах на основе молок;
- разработка технологии пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе молок рыб;
- оценка качества и безопасности готовой продукции.

### **Объекты и методы исследований**

В качестве основного исследуемого сырья сельдь использовали мороженую, которая соответствует ГОСТ 1168-86 «Рыба мороженая. Технические условия»; молоки сельди мороженые – полуфабрикат ТУ 15-02-495-87.

Для приготовления соусов использовали масло подсолнечное рафинированное дезодорированное, которое соответствует ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия», воду питьевую, соответствующую ГОСТ 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества», сливки, соответствующие ГОСТ Р 52091-2003 «Сливки питьевые», сметана. Технические условия ГОСТ Р 52092-2003.

В качестве вкусовых добавок использовали соль поваренную пищевую, соответствующую ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. Технические условия»; перец черный молотый ГОСТ 29050-91 «Пряности. Перец черный и белый. Технические условия»; сахар, соответствующий ГОСТ 21-94 «Сахар-песок. Технические условия»; орегано сушеный ТУ 9199-014-51217184; смесь болгарских перцев ТУ 9199015-23613946-2006; приправа карри ТУ 9199-000-30779096-2013,

Уксусы из пищевого сырья. Общие технические условия ГОСТ Р 52101-2003, грибы. Шампиньоны культивируемые свежие. ГОСТ Р 53082-2008, сыры мягкие. Технические условия ГОСТ Р 53379-2009, продукты томатные консервированные. Общие технические условия ГОСТ Р 54678-2011.

В работе использовали химические, физико-химические, микробиологические и органолептические методы анализа.

Определение азота общего, соли, содержание воды, жира, минеральных веществ осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки (методы анализа)».

Энергетическую ценность продукции рассчитывали по методике А.А. Покровского (1977) [8]. Органолептические показатели определяли профильным методом, использовали методы балльной оценки и сравнения (ГОСТ 7631-85), методы Т.М. Сафроновой [9]. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяют по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных и аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Определение бактерий группы кишечной палочки (колиформы). Определение бактерий группы кишечных палочек (БГКП) проводят согласно ГОСТ 30518-97 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек».

При биологической оценке готовой продукции использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий вида *Tetrachimena pyriformis* (Игнатъев, Мягков, 1980).

### Результаты и их обсуждение

Качество рыбных пресервов зависит от вида используемого сырья, способа посола, условий созревания, состава пищевых компонентов, а также от условий и сроков хранения.

Для производства пресервов использовали сельдь тихоокеанскую с массовой долей жира в мясе рыбы не менее 12 %. Рыбу разделявали на филе с кожей. Для посола филе сельди применяли сухой и тузлучный способы посола.

При сухом способе филе сельди поштучно обваливали в поваренной соли и укладывали в емкость рядами. Расход соли составил 16 % от массы сырья. Ориентировочная продолжительность посола составила 50–60 мин.

При использовании тузлучного способа филе укладывали в посольную емкость и заливали солевым раствором плотностью 1,18–1,20 г/см<sup>3</sup>. Соотношение сырья и солевого раствора составляла 1 : 1. Ориентировочная продолжительность посола составляла 2,5–3,0 ч. Окончание посола определяли по достижении массовой доли соли в филе 2,8–3,6 %.

Для приготовления пресервов половинки соленого филе разрезали поперек на кусочки, равные внутренней высоте банки.

В качестве заливок использовались соусы эмульсионного типа на основе молока сельди тихоокеанской. Для их получения готовили эмульсию при следующем соотношении компонентов: сырье : масло : вода – 1 : 0,9 : 0,9. Определена продолжительность эмульгирования соусов (5–7 мин), обеспечивающая их стабильность, после тепловой обработки.

При разработке рецептур соусов оптимальное количество вводимых компонентов подбирали экспериментально, учитывая консистенцию, внешний вид, вкус и запах готового продукта. В качестве вспомогательных компонентов использовали: сахар, уксус, горчицу, сметану, томатную пасту, сыр «Адыгейский», шампиньоны, сливки, смесь болгарских перцев, орегано, карри и соль.

Установлено, что введение не менее 70 % рыбы и не менее 25–30 % заливки позволило получить пресервы с приятным, гармоничным запахом и вкусом.

Рецептуры соусов, используемых для производства пресервов из сельди тихоокеанской, определены опытным путем и представлены в табл. 1.

Технологическая схема производства пресервов представлена на рисунке.

Таблица 1

### Рецептуры соусов на основе рыбных молок, г на 100 г готового продукта

Table 1

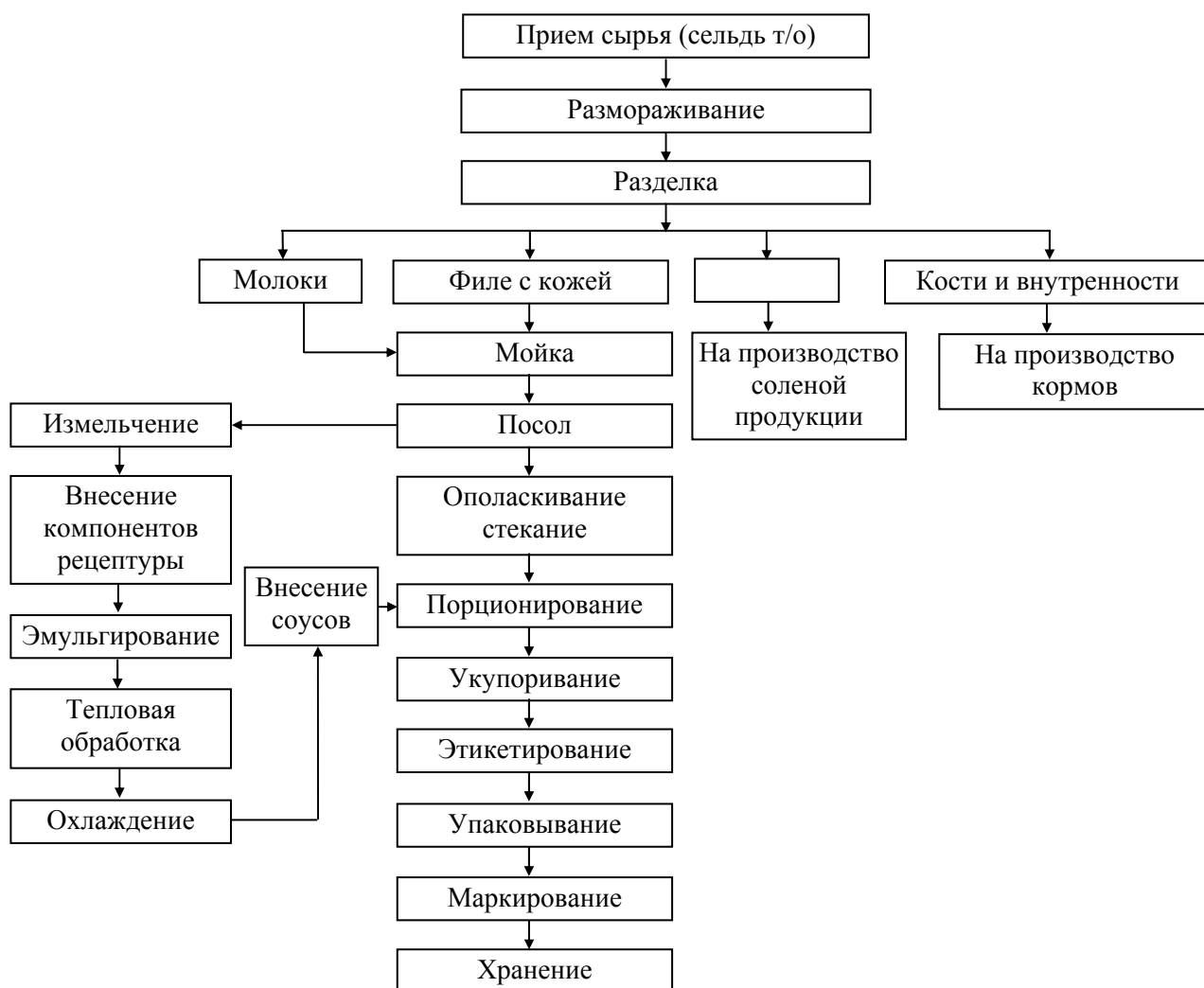
### Formulations of sauces on the basis of fish milts, g of 100 g of finished product

Компоненты	Соус «Горчичный»	Соус «Пряный»	Соус «Молочный»	Соус «Грибной»	Соус «Особый»
1	2	3	4	5	6
Молоки рыб	22	28	21	20	37
Масло растительное	28	33	30	30	31
Вода	28	33	30	30	31
Сахар-песок	0,9	1,2	-	-	-
Уксус 6 %	1	-	-	-	-



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Горчица	0,5	-	-	-	-
Сметана	19	-	-	-	-
Томатная паста	-	3	-	-	-
Сыр адыгейский	-	-	18	-	-
Шампиньоны	-	-	-	10	-
Сливки	-	-	-	9	-
Смесь болгарских перцев	-	0,9	-	-	-
Орегано	-	-	0,4	-	-
Карри	-	-	-	-	0,2
Соль	0,6	0,9	0,6	1	0,8



Технологическая схема производства пресервов  
Flow diagram for production of preserves

У полученных пресервов из сельди тихоокеанской в соусах из молок рыб определили органолептические показатели качества. Данные исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Органолептические показатели качества пресервов  
из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок**

Table 2

**The organoleptic parameters of preserved food  
from the herring pacific in sauces, on the basis of fish milts**

Наименование пресервов	Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция
«Сельдь тихоокеанская в горчичном соусе»	Филе-кусочки с ровными срезами без наружных повреждений в соусе кремово-бежевого цвета	Приятный, свойственный созревшей рыбе и соответствующего соуса (белково-горчичный), без постороннего привкуса	Свойственный созревшей рыбе и соответствующий соусу (с оттенком горчицы), без постороннего запаха	Нежная, сочная, плотная
«Сельдь тихоокеанская в пряном соусе»	Филе-кусочки с ровными срезами без наружных повреждений в соусе оранжевого цвета	Приятный, свойственный созревшей рыбе и соответствующего соуса (белковый, сладковатый), без постороннего привкуса	Свойственный созревшей рыбе и соответствующий соусу (с оттенком томатов и сладкого перца), без постороннего запаха	Нежная, сочная, плотная
«Сельдь тихоокеанская в молочном соусе»	Филе-кусочки с ровными срезами без наружных повреждений в соусе белого цвета	Приятный, свойственный созревшей рыбе и соответствующего соуса (белковый, с оттенком пряностей), без постороннего привкуса	Свойственный созревшей рыбе и соответствующий соусу (с оттенком пряностей), без постороннего запаха	Нежная, сочная, плотная
«Сельдь тихоокеанская в грибном соусе»	Филе-кусочки с ровными срезами без наружных повреждений в соусе бежевого цвета	Приятный, свойственный созревшей рыбе и соответствующего соуса (белковый, молочно-грибной), без постороннего привкуса	Свойственный созревшей рыбе и соответствующий соусу (с оттенком грибов), без постороннего запаха	Нежная, сочная, плотная
«Сельдь тихоокеанская в особом соусе»	Филе-кусочки с ровными срезами без наружных повреждений в соусе светло-желтого цвета	Приятный, свойственный созревшей рыбе и соответствующего соуса (белковый, с острижкой), без постороннего привкуса	Свойственный созревшей рыбе и соответствующий соусу (с оттенком пряностей), без постороннего запаха	Нежная, сочная, плотная

У новых видов пресервов проводили оценку пищевой, биологической ценности и безопасности. Экспериментальные данные пищевой ценности пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок представлены в табл. 3.

Микробиологические показатели качества соусов из молок представлены в табл. 4.

Изучение биологической ценности пресервов (табл. 5) показало, что все образцы имеют высокий показатель ОБЦ и по этому показателю находятся примерно на одном уровне.

Анализ образцов пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям выявил, что новый ассортимент пресервов обладает высоким качеством, пищевой и биологической ценностью.

Таблица 3

**Химический состав и энергетическая ценность пресервов  
из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок**

Table 3

**The chemical composition and energy value of preserved food from the herring pacific  
in sauces, on the basis of fish milts**

Наименование пресервов	Вода, %	Белок, %	Липиды, %	Углеводы, %	Минеральные вещества, %	Энергетическая ценность, ккал
«Сельдь тихоокеанская в горчичном соусе»	64	16,7	15	2,2	2,1	210,6
«Сельдь тихоокеанская в пряном соусе»	60	17,9	18	2,2	1,9	242,4
«Сельдь тихоокеанская в молочном соусе»	62,7	16,1	16,5	2,4	2,3	222,5
«Сельдь тихоокеанская в грибном соусе»	61,4	16,8	17,2	2,4	2,2	231,6
«Сельдь тихоокеанская в особом соусе»	62	18,1	15,8	2,1	2,0	223

Таблица 4

**Микробиологические показатели качества пресервов  
из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок**

Table 4

**Microbiological indicators of preserved food from the herring pacific in sauces,  
on the basis of fish milts**

Наименование показателя	Допустимые значения показателей	Фактические значения показателей
кМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$2 \times 10^5$	$5 \times 10^4$
БГКП (колиформы) в 1,0 г	Не допускаются	Не обнаружено
<i>S.aureus</i> в 1,0 г	Не допускается	Не обнаружено
Споры сульфитредуцирующих клостридий, в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружено
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	Не допускаются	Не обнаружено
Плесени и дрожжи, в 0,1г, не более	Не допускаются	Не обнаружено

Таблица 5

**Относительная биологическая ценность белков пресервов  
из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок**

Table 5

**Relative biological value of proteins of preserved food from the herring pacific in sauces,  
on the basis of fish milts**

Объект исследования	Относительная биологическая ценность, %
Казеин	100
«Сельдь тихоокеанская в горчичном соусе»	93,7
«Сельдь тихоокеанская в пряном соусе»	89,7
«Сельдь тихоокеанская в молочном соусе»	94,3
«Сельдь тихоокеанская в грибном соусе»	91,4
«Сельдь тихоокеанская в особом соусе»	90,2

## Выводы

Научно и экспериментально обоснована технология пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молок, позволяющая вовлечь в производство вторичное рыбное сырье и обеспечить его комплексную и рациональную переработку. Расширен ассортимент пресервов из сельди тихоокеанской, с высокой пищевой и биологической ценностью.

## Список литературы

1. Сарапкина, О.В. Перспективные направления развития современной рыбообработки / О.В. Сарапкина // Рыб. хоз-во. – 2005. – № 5. – С.48 – 57.
2. Нехамкин, Б.Л. Основные принципы производства соленого полуфабриката из сельди для пресервов повышенной стойкости / Б.Л. Нехамкин, Е.И. Степаненко, О.В. Толкачева // Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество: материалы V МНПК. – Калининград: АтлантНИРО, 2005. – С. 148–151.
3. Мезенова, О.Я. Технология деликатесных рыбных пресервов с повышенными пищевыми достоинствами / О.Я. Мезенова, А.Н. Ключко, Н.Ю. Ключко // Рыб. пром-сть. – 2006. – № 3. – С. 22–24.
4. Gould G.W. – Maryland (USA): Aspen Publishers, 2000. – P. 175–199.
5. Шихалиев, С.С. Структура потребления рыбных товаров / С.С. Шихалиев // Рыб. хоз-во. – 1999. – № 4. – С. 23–24.
6. Дементьева, Н.В. Сравнительное исследование технохимических и функционально-технологических свойств молок промысловых рыб / Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева // Изв. ТИНРО. – 2014. –Т. 179. – С. 279–286.
7. Дементьева, Н.В. Обоснование технологических параметров при производстве соусов из молок рыб / Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – С. 32–38.
8. Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов / А.А. Покровский. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 730 с.
9. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.

**Сведения об авторах:** Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;

Пашенко Екатерина Юрьевна, студентка, гр. ТПБ-412, e-mail: stiker\_cat@mail.ru.

УДК 664.95

**Н.В. Дементьева, А.С. Ильиных**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ**

*Проведены аналитические исследования современных технологий производства рыбных пресервов. Установлены технологические приемы совершенствования технологического процесса их производства.*

*Ключевые слова:* рыбные пресервы, соленая рыба, качество, способы посола, гомогенизация.

**N.V. Dementieva, A.S. Ilinykh**

## **THE ANALYTICAL RESEARCHES OF THE MODERN TECHNOLOGIES OF THE FISH PRESERVES PRODUCTION**

*The analytical researches of the modern technologies of the fish preserves production are established. The technological methods of the improvement technological process are determined.*

*Key words:* fish preserves; salt fish; quality; the methods of salting; homogenization.

Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, вкусовым качествам рыба широко применяется в повседневном рационе, а также в детском и диетическом питании. В рыбе и морепродуктах содержатся такие крайне необходимые для человека соединения, как незаменимые аминокислоты, в том числе лизин и лейцин, незаменимые жирные кислоты, микро- и макроэлементы в благоприятных для организма человека соотношениях. Особое значение имеет метионин, относящийся к лиотропным противосклеротическим веществам. По содержанию метионина рыба занимает одно из первых мест среди белковых продуктов животного происхождения [1].

В настоящее время из рыбного сырья вырабатывают полуфабрикаты, консервы, кулинарные изделия, соленую и копченую рыбопродукцию. Сельдь является традиционным сырьем для производства соленой продукции. На посол направляют рыбу-сырец или мороженую, удовлетворяющую требованиям действующих стандартов. На промышленных предприятиях используется довольно широкий перечень технологических схем, позволяющий получить из сельди разнообразную по ассортименту и качеству соленую, маринованную продукцию, а также пресервы. В последнее время предпочтение отдается слабосоленой продукции с содержанием соли 3,5–5,5 %, имеющей высокие органолептические показатели и пищевую ценность.

Для 95 % предприятий при производстве пресервов сельдь стала основным сырьем. Доля сельди в годовом объеме потребляемых рыб составляет 66 %, что примерно равняется 1600 т. В настоящее время средний уровень рентабельности производства рыбных пресервов можно оценить в 13 %. Для производства пресервов используют рыбу жирности не ниже 6 %, мороженую, охлажденную, свежую. Большое распространение получило производство пресервов из готового филе предварительного посола. В отличие от консервов пресервы производятся в весьма разнообразной по емкости таре, делятся на соленые, приносолённые и маринованные [2].

Цель научной работы заключалась в проведении аналитических исследований современных технологий производства рыбных пресервов.

При производстве пресервов применяют разные способы посола: сухой, путем присыпки рыбы солью; или тузлучный, путем погружения рыбы в соляной раствор, или тузлук; смешанный, или комбинированный, путем смешивания рыбы с солью с последующей заливкой смеси тузлуком. В соленой рыбе при хранении исчезают цвет, запах и вкус сырой рыбы, жир равномерно распределяется в тканях, мясо легко отделяется от костей и становится очень нежным, сочным и вкусным, имеющим особый приятный аромат [3].

Однако большинство рыб при посоле не созревает и имеет в соленном виде вкус и запах сырой рыбы, довольно грубую консистенцию тканей, перед употреблением требует вымачивания и тепловой обработки. Для созревания таких видов рыб используют различные ферментные препараты.

Рыбные пресервы изготавливают в натуральном рассоле, в маринаде, с добавлением масла, а также в различных соусах и заливках. Для производства пресервов используют пряные, горчичные, майонезные, томатные, а также фруктовые, ягодные и овощные соусы и заливки.

Для улучшения качества рыбных пресервов применяют различные технологические приемы. Так, например, известен способ посола сельди, включающий добавление в посольный раствор глютаминовой кислоты и молочной кислоты. Введение в посольный раствор комплексной пищевой добавки при установленном соотношении лактата натрия, молочной кислоты и уксусной кислоты в оптимальном количестве и дополнительное введение в заливку и/или растительное масло обеспечивает повышение качества рыбных пресервов и стабилизацию кондиционного состояния продукции в процессе хранения при низких положительных температурах за счет формирования в поверхностном слое разделанной рыбы антимикробного защитного слоя [4].

Известен способ производства пресервов, который осуществляется следующим образом: рыбу размораживают, разделяют на филе-кусочки, герметизируют, обрабатывают на электронном ускорителе в потоке быстрых электронов и направляют на хранение. Данная обработка пресервов позволяет повысить качество пресервов при хранении, при повышенных температурах, а также снизить риск микробной порчи в торговой сети и замедлить скорость процесса созревания при хранении [5].

Есть также способ производства рыбо-растительных пресервов из соленой сельди в сочетании с растительной несоленой добавкой – структурированным модифиланом (модифицированная морская капуста) для приготовления слабосоленых пресервов. Использование данного способа приготовления рыбо-растительных пресервов позволяет получить из соленой сельди в сочетании с растительным компонентом модифиланом слабосоленый продукт с высокими органолептическими показателями, увеличить выход деликатесной продукции в результате возможности сочетания разделанной сельди со структурированным модифиланом. В результате получают пресервы с приятным внешним видом, необходимым содержанием соли, хорошими вкусовыми и ароматическими свойствами. Продукт имеет высокую пищевую и биологическую ценность и соответствует стандарту [6].

Для диетического и профилактического питания изготавливают пресервы в желейных заливках. Для приготовления желейной заливки используют зерновой отвар, который при охлаждении до комнатной температуры образует слабую гелеобразную структуру за счет наличия в нем кледающих веществ, способствует образованию стабильной, вязкой структуры желейной заливки, что положительно влияет на качество готовых пресервов. Мышечный сок рыб также участвует в формировании и стабилизации структуры желейной заливки, используемой для производства пресервов, поскольку он обладает эмульгирующей способностью за счет наличия в нем белков, которые хорошо растворяются в водных средах.

Кроме того, мышечный сок рыб способствует обогащению готового продукта белковыми и экстрактивными веществами, макро- и микроэлементами, витаминами группы В, РР, А, Д и Е, что повышает их биологическую ценность [7].

Еще один способ производства пресервов для здорового питания – использование молочной сыворотки с добавлением сухого хитина и хитозана. Использование для производства пресервов солевого раствора молочной сыворотки с наличием в нем сухого хитина и хитозана позволяет получить экологически чистый продукт плотной структуры с нежной сочной консистенцией и придать готовому продукту пикантный вкус. Наличие сыворотки обогащает пресервы ценными питательными веществами, такими как белковые азотистые вещества, минеральные соли, липиды, углеводы, витамины, органические кислоты и микроэлементы. Готовый продукт имеет сочную, нежную, слегка уплотненную консистенцию, приятный вкус с интенсивным ароматом копчености и естественную окраску [8].

Еще один способ производства пресервов – ингибирование ферментов мышечной ткани сельди. Это позволяет увеличить сроки хранения пресервов и сохранения их качества [9].

В другом способе производства пресервов к уложенной в банки рыбе добавляют поваренную соль, бензойнокислый натрий и метилурацил. Предлагаемый способ замедляет процесс перезревания пресервов и улучшает их качественные показатели. При этом процесс созревания рыбы, обусловленный ферментативным гидролизом белковых веществ, инициирует преимущественно две группы протеаз: тканевые и пищеварительные. Добавление в систему метилурацила затрудняет реализацию протеолитической активности внутри клеточных ферментов [10].

Известен способ производства малосоленой рыбной продукции, в котором снижена скорость созревания пресервов. Обработка малосоленых пресервов в потоке быстрых электронов позволяет получить продукт с повышенной стойкостью при положительных температурах, исключить внесение химического консерванта, снизить массовую долю соли до оптимального потребительского уровня [11].

В другом известном способе для снижения скорости созревания используют в качестве ингибитора протеолиза соевую полову. Сельдь в пресервах с добавлением данного ингибитора имеет более плотную консистенцию, а следовательно, эффективно действует на мышечные протеазы. Пресервы имеют хороший внешний вид и чистую поверхность [12].

Существует способ приготовления слабосоленой рыбной продукции из несозревающих и плохо созревающих видов рыб со специфическим вкусом и ароматом созревшей рыбы, а также решается задача увеличения срока хранения пресервов без дополнительной холодильной обработки. Экономическую рациональность способа обуславливает сокращение продолжительности процесса, повышение питательной, энергетической и биологической ценности пресервов с привлекательным внешним видом и широким спектром деликатесных свойств, экологичность и санитарная безупречность процесса и готовой продукции, увеличение продолжительности хранения [13].

Еще один способ для ускорения процесса созревания – добавление 10%-го ферментного препарата «Протофермол» из моллюска дрейссены. Данный препарат значительно ускоряет процесс созревания слабосоленых пресервов из разделанной салаки в укусно-масляной заливке [14].

В другом известном способе для ускорения процесса созревания используют 10%-й ферментный препарат «Терризин ПК», сделанный из отходов рыбообработывающего производства. Показано, что данный ферментный препарат отечественного производства стимулирует процесс созревания соленой рыбы, биохимические изменения в ферментированной рыбе протекают значительно интенсивнее [15].

Еще один способ, используемый для ускорения скорости созревания пресервов в виде филе-ломтиков с добавлением ферментного препарата «Океан», который получают из внут-

ренностей хорошо созревающей рыбы. Готовые пресервы имеют приятный, соответственный им вкус, запах отличается легким ароматом копчености, а консистенция характеризуется нежностью и сочностью [16].

Для продолжительности сроков созревания используют лактосодержащие пищевые добавки. Внесение лактосодержащих пищевых добавок замедляет процесс гидролиза триацилглицеринов, снижает скорость протеолиза белков и дезаминирования аминокислот, микробообсемененность рыбы и увеличивает продолжительность хранения пресервов, максимально сохраняет их качество и биологическую ценность [17].

Расширить ассортимент деликатесных пресервов можно путем обработки полуфабриката дымовоздушной смесью. Однако введение в технологический процесс дополнительной операции копчения значительно усложняет приготовление пресервов. Его можно существенно упростить, применяя вместо дыма коптильные препараты. Разработаны различные способы ароматизации малосоленых пресервов с использованием коптильных препаратов.

Для быстрого просаливания рыбы обычно применяется совмещение процессов размораживания и посола, но для интенсификации посола возможно применение тузлука, нагретого до температуры 15–20 °С.

В качестве фактора регулирующего активность протеаз рыбы, при производстве пресервов «Рыба копченая в масле» используют вяление соленого полуфабриката при температуре 25–28 °С в течение 10 ч. Результаты динамики реологических свойств и ультраструктурных характеристик тканей рыбы в процессе хранения свидетельствует о тенденции мышечной ткани.

Научно обоснована технология производства малосоленых пресервов из сельди балтийской с применением вкусоароматических добавок «Матисес» и «Hella Bio-Reif», позволяющая сократить сроки созревания и увеличить срок хранения.

Чтобы интенсифицировать созревание пресервов или соленой продукции из мало созревающих и несозревающих в процессе посола рыб, разделанную на филе рыбу солят и обезвоживают теплым воздухом с одновременной обработкой коптильным препаратом. Затем укладывают в тару и вносят растительное масло, нагретое до 30–40 °С, для доведения рыбы до состояния вяленого продукта. Коптильный препарат диспергируют в зону расположения филе нагретым до 70–80 °С. Применение данного способа повышает качество пресервов из малосозревающих при посоле рыб, доводя их до уровня деликатесных, одновременно обеспечивая повышение стойкости при хранении, увеличение удельной энергетической ценности, а также снижение уровня канцерогенной опасности, так как способ не предполагает включение химических консервантов.

Также известна технология производства малосоленой деликатесной продукции из сельди в пряном маринаде. Согласно этой технологии сырьем служит мороженая сельдь, которую сначала размораживают до достижения температуры в толще мяса от 0 до +1 °С, затем разделяют, моют, укладывают в тару, заливают пряным маринадом в количестве 20–35 % от массы рыбы, в рецептуру которого входит соль, и помещают в камеру с температурой от 0 до +2 °С. Созревание проводят в течение 10 сут.

Совершенствование этой технологии заключается в применении предварительного созревания. Сельдь подвергается размораживанию, которое совмещается с предварительным созреванием, для чего рыба хранится при температуре от 0 до +3 °С в течение двух суток (для осенней жирной сельди.) После этого сельдь разделяют на филе, порционируют, укладывают в банки емкостью не более 200 см<sup>3</sup> и заливают пряным маринадом. Затем пресервы оставляют для перераспределения компонентов на двое-трое суток, и продукт приобретает нежную консистенцию, приятный вкус и запах специй. Таким образом, продолжительность созревания сокращается с 10 до 4–5 сут.



Таким образом, в современной рыбной промышленности находят применение различные способы совершенствования технологического процесса с целью улучшения качества слабосоленых рыбных продуктов. Важнейшими результатами за последние годы в изучении и совершенствовании производства слабосоленой рыбной продукции являются разработка и внедрение технологии пресервов из разделанной рыбы, минуя стадию приготовления соленого полуфабриката; расширение ассортимента пресервов за счет внесения различных вкусоароматических добавок; регулирование процесса созревания путем добавления ингибиторов протеолиза или ферментных препаратов. Кроме того, проблема рационального и комплексного использования сырья остается актуальной задачей современной технологической переработки. Высокий процент составляют пресервы из сельди тихоокеанской из-за больших объемов вылова, высоких органолептических показателей, относительно невысокой стоимости. При производстве пресервов образуются пищевые отходы – икра и молоки, которые из-за отсутствия эффективных технологий не используют на пищевые цели. Однако икра и молоки сельди являются ценным пищевым сырьем, которое тоже может быть использовано в технологии рыбных пресервов. В частности, ранее проведенные исследования показывают целесообразность использования молок в качестве основы для производства соусов эмульсионного типа, которые могут быть использованы в качестве заливки для рыбных пресервов [19, 20].

### Список литературы

1. Шепелев, А.Ф. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров / А.Ф. Шепелев, И.А. Печенежская. – М.: Изд-во «Мир», 2004. – 530 с.
2. Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов / А.А. Покровский. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 730 с.
3. Сафронова, Т.М. Технология комплексной переработки гидробионтов / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
4. Пат. Российская Федерация. Способ производства рыбных пресервов / Тимошенкова О.Н, Демченко В.А. – № 2346416; опубл. 20.10.2002.
5. Пат. Российская Федерация. Способ производства рыбных пресервов / Нехамкин Б.Л. – № 2104648; опубл. 11.12.2010.
6. Пат. Российская Федерация. Пресервы закусочные / Сахно В.И, Базилевич В.И., Маслоков Ю.П., Курчевская Т.А. – № 2147412; опубл. 20.04.2005.
7. Пат. Российская Федерация. Способ приготовления пресервов в железной заливке / Ким И.Н, Яркова О.В, Кращенко В.В. – № 2246237; опубл. 20.04.2005.
8. Демченко, В.А. Технология пресервов из морских рыб с применением лактосодержащих пищевых добавок / В.А. Демченко // Питание и общество. – 2003. – № 9. – 19 с.
9. Пат. Российская Федерация. Способ получения пресервов / Лаженева Л.Ю., Шульгина Л.В., Ким Э.Н. – № 2427277; опубл. 20.04.2009.
10. Пат. Российская Федерация. Способ приготовления слабосоленой рыбопродукции / Цыбулько Е.И., Черевач Е.И., Юдина Т.П. – № 221419; опубл. 20.03.2012.
11. Блашко, А.А. Методика разработки рецептур на новые и фирменные блюда (изделия) на предприятиях общественного питания (приложение 5) / А.А. Блашко. – М.: ВНИИ общественного питания, 1991. – 19 с.
12. Алексеенко, С.Ю. Разработка рецептур рыборастительных пресервов / С.Ю. Алексеенко // Питание. – 2003. – № 10. – С. 12.
13. Пат. Российская Федерация. Способ приготовления из несозревающих видов рыб / Панина М.Н. – № 2180482; опубл. 28.03.2012.

14. Буй, С.Д. Исследование качества нового ассортимента пресервов из слабосозревающих прудовых рыб / С.Д. Буй // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2011. – № 2. – С. 137–142.
15. Сарапкина, О.В. Перспективные направления развития современной рыбообработки / О.В. Сарапкина // Рыб. хоз-во. – 2000. – № 4. – С.46–47.
16. Расулов, Э.М. Рыба и нерыбные объекты промысла в рационах питания / Э.М. Расулов. – М.: Пищ. пром-сть, 2003. – № 1. – 56 с.
17. Шихалиев, С.С. Структура потребления рыбных товаров / С.С. Шихалиев // Рыб. хоз-во. – 1999. – № 4. – С. 23–24.
18. Богданов, В.Д. Современные технологии производства соленой продукции и сельди тихоокеанской и лососевых / В.Д. Богданов, М.В. Благоданова, Н.С. Салтанова. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.
19. Дементьева, Н.В. Сравнительное исследование технoхимических и функционально-технологических свойств молок промысловых рыб / Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 179. – С. 279–286.
20. Дементьева, Н.В. Обоснование технологических параметров при производстве соусов из молок рыб / Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф., 27–29 мая, 2014. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – С. 32–38.

**Сведения об авторах:** Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;  
Ильиных Анастасия Сергеевна, магистрант, гр. ТПм–112, e-mail: anastacia-08@mail.ru.

УДК 639.211.597.1.05

**Р.В. Есипенко, Н.Н. Ковалев, Д.В. Порваткин**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ОБОСНОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ МЕРЦЕНАРИИ СТИМПСОНА**

*Проведено определение основных параметров ферментализации пучка мягких тканей мерценарии под действием протеолитических ферментов. Установлено, что оптимальное время ферментализации под действием протамекса и мегатерина составляет 2,5–3 ч. Использование молочной сыворотки для обогащения конечного продукта оказывает тормозящее действие на протамекс.*

**Ключевые слова:** мерценария, ферментализация, протамекс, мегатерин, молочная сыворотка.

**R.V. Esipenko, N.N. Kovalev, D.V. Porvatkin**

## **SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF MERCENARIA SIMPSONI BIOTECHNOLOGY**

*The main parameters of mercenaria beam soft tissue fermentolysis under the action of proteolytic enzymes was estimate. It is established that the optimal time of enzymatic hydrolysis under the of protamex and megaterin action is 2.5-3 hours. The use of whey for the enrichment of the final product has an inhibitory are effect on protomex activity.*

**Key words:** mercenaria, enzymatic hydrolysis, protalex, megateen, whey.

### **Введение**

В последние десятилетия значительно увеличился объем вылова двустворчатых моллюсков, в том числе новых промысловых видов, в употреблении которых прослеживается тенденция их отнесения к деликатесной продукции. Особенностью состава двустворчатых моллюсков является наличие в них полноценных белков и незначительное содержание липидов, что позволяет применять ферментативные способы обработки данного вида сырья для получения новых белковых продуктов [1, 2, 8].

Одним из перспективных для промышленной переработки видов двустворчатых моллюсков Дальневосточного бассейна является мерценария Стимпсона.

В настоящее время мерценарию в живом виде экспортируют в страны АТР, так как её переработка в России не налажена из-за отсутствия данных о её безопасности, пищевой и биологической ценности.

Мерценария – зарывающийся моллюск, обитает в зал. Петра Великого, в прибрежных водах Северного Приморья, у берегов Южного Сахалина и Курильских о-вов, в водах Татарского пролива. Суммарный промысловый запас этого моллюска в южной части подзоны Приморье составляет 15,194 тыс. т, в северной – 832 т. Доля мягких тканей у мерценарии промыслового размера составляет от 14,6 до 21 % от массы особи, тогда как у спизулы и анадары их масса составляет 28–32 % [3, 4, 5].

Исследование химического состава мерценарии показало, что количество белковых веществ в зависимости от сезона вылова колеблется в ноге в пределах 8,6–9,3 %, а в мантии – 9,1–9,8 %. Сравнение мерценарии с другими видами клемм показывает, что она отличается более низким содержанием в мягких тканях белка и углеводов. Так, массовая доля белка в мягких тканях спизулы сахалинской изменяется от 13,1 (нога) до 20,2 % (аддуктор), а углеводов – от 1,4 в мантии до 6,5 % в ноге [3].

Энергетическая ценность мяса мерценарии как летнего, так и осеннего уловов, не превышает 52 ккал. Следовательно, мерценария может служить сырьём для производства диетических низкокалорийных продуктов.

Принимая во внимание невысокий выход съедобных частей (12–16 %) и значительную массу твёрдых и мягких отходов (68–72 %), можно предположить, что экономически рациональным способом переработки мерценарии может являться получение белковых гидролизатов и биологически активных веществ.

Целью работы являлось определение размерно-массового состава, выхода пучка мягких тканей и рациональных параметров ферментализации мерценарии Стимпсона для разработки технологии комбинированных продуктов.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследований служила мерценария-сырец, выловленная в водах Северного Приморья (бухта Каменка). Ферментализацию пучка мягких тканей проводили под действием ферментных препаратов протамекс (365 Е/г) и мегатерин (170 Е/г). О степени гидролиза судили по накоплению аминного азота. Количество молочной кислоты определяли методом капиллярного электрофореза.

### Результаты и их обсуждение

Для разработки рекомендаций по использованию мерценарии необходимо определить пищевую и биологическую ценность ноги и мантии. При выборе способа использования двустворчатых моллюсков важное значение имеет не только химический состав, но и соотношение частей тела.

В ранее проведенных исследованиях было показано, что при разделке мерценарии выход съедобных частей составляет 12–16 % (табл. 1).

При этом масса внутренностей может достигать 5,7 %. Однако для расчета материальных потоков необходимо учитывать размерно-массовые характеристики объекта переработки и всех компонентов содержимого ракушки. Для этого нами проведено определение размерно-массовых характеристик мерценарии и выход пучка мягких тканей при разделке (табл. 2).

Таблица 1

**Выход частей тела при разделке мерценарии Стимпсона**

Table 1

**Output body parts of mercenaria of Stimpsonia**

Выход, % от общей массы моллюска			
Раковина	Нога	Мантия	Внутренности
61,9–68,2	6,1–8,2	5,8–7,8	3,6–5,7

Таблица 2

**Размерно-массовые характеристики мерценарии Стимпсона**

Table 2

**Size-mass characteristics of mercenaria Stimpsonia**

n	Размер, мм	Общая масса, г	Масса мягких тканей, г	Масса раковины, г	Полостная жидкость, г
40	$\frac{47-71}{59}$	$\frac{31-125}{78}$	$\frac{4-20}{12}$	$\frac{22-98}{60}$	$\frac{1-25}{13}$

Примечание. В числителе – диапазон показателей; в знаменателе – среднее значение.

Проведенное определение показало, что основную долю массы моллюска составляет раковина (около 80 % массы), а на долю мягких тканей приходится около 15 % от массы моллюска-сырца. Следует отметить, что значительную, сопоставимую с массой мягких тканей,

долю веса моллюска составляет внутриволокнистая жидкость – около 16 %. Данный факт необходимо учитывать при расчете выхода мягких или съедобных частей моллюска.

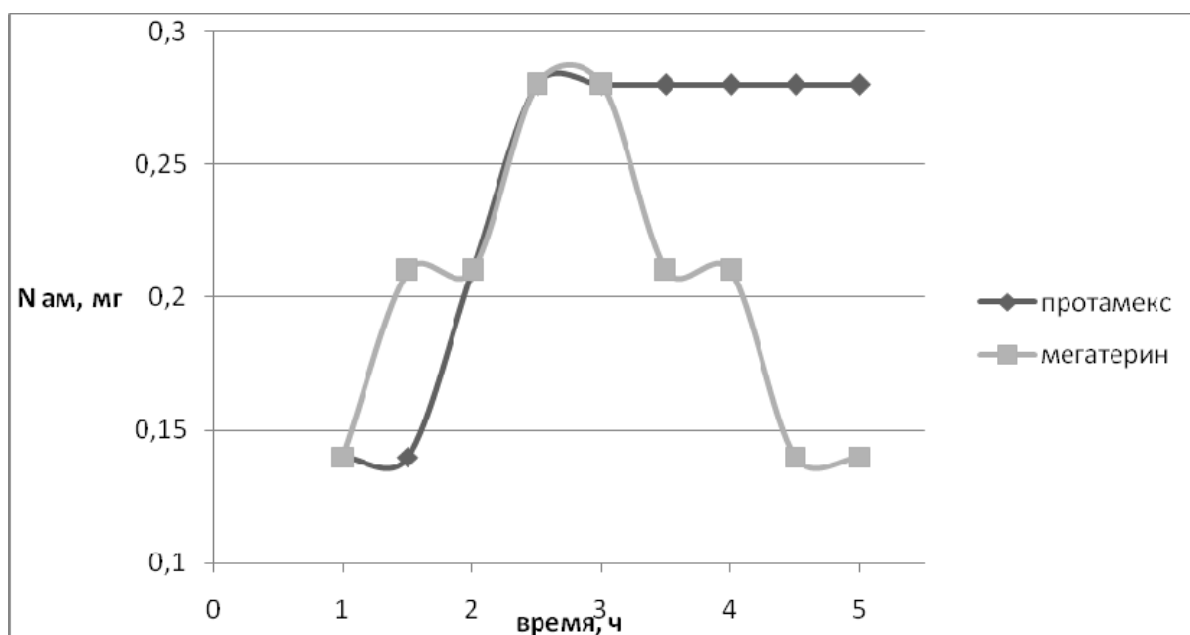
В мышечной ткани мерценарии среди свободных аминокислот обнаружено высокое (более 900 мг на 100 г сырой ткани) содержание таурина (сульфоглицина) – биологически активной аминокислоты. Эти данные свидетельствуют о высокой биологической ценности мяса мерценарии и о целесообразности использования её для производства пищевых, в том числе лечебно-профилактических продуктов.

Ранее проведённые нами исследования и литературные данные [5, 6] свидетельствуют о том, что низкое содержание липидов является отличительной особенностью мягких тканей двустворчатых моллюсков.

Принимая во внимание невысокий выход съедобных частей (12 %) и значительную массу твёрдых и мягких отходов (77 %), можно заключить, что экономические показатели предприятия по переработке мерценарии можно улучшить, изыскав рациональный способ переработки моллюска целиком и отходов его разделки. Учитывая морфологическое строение отдельных органов, можно предположить, что среди мягких тканей мерценарии для изготовления традиционных пищевых продуктов наибольшую ценность представляет двигательный мускул (нога). Мантия с обрезками аддуктора (мускула-замыкателя) – тонкая полупрозрачная пленка, трудно отделяемая от стенок раковины, может найти применение, вероятнее всего, как источник продуктов белковой природы. Одним из рациональных способов переработки сырья водного происхождения является его ферментативная биоконверсия.

Для разработки биоконверсии сырья необходимо установить оптимальные параметры протекания процесса. Одним из основных параметров процесса является его длительность.

Проведенные исследования показали, что при внесении в гомогенат тканей мерценарии (гидромодуль 1 : 1) ферментных препаратов протамекс (6 Пе/г) или мегатерин (2,9 Пе/г) оптимальное время гидролиза как в случае протамекса, так и в случае мегатерина составляло 2,5–3 ч (рисунок). Следует отметить, что в случае протамекса дальнейшая скорость гидролиза субстрата снижалась. В то же время процесс ферментализации под действием мегатерина проходил при постоянной скорости вплоть до 5 ч гидролиза.



Определение оптимального времени гидролиза пучка тканей мерценарии  
Determination the optimal hydrolysis time of beam mercenaria tissue

Полученные нами данные отличаются от описанных в литературе. Так, было показано, что время, которое требовалось для гидролиза тканей двустворчатых моллюсков (гребешок) и щупалец кальмара составляло 4,5–6 ч, для мантии кальмара – от 3 до 5 ч, в зависимости от используемого ферментного препарата [1]. Очевидно, что оптимальное время гидролиза зависит от белков, входящих в состав сырья.

Используемый для гидролиза материал (пучок мягких тканей) содержит белки различной природы, среди которых имеются структурные (эластин, коллаген), плазматические (альбумины и глобулины) и сократительные (актин и миозин). Зависимость степени расщепления белоксодержащего сырья от концентрации ферментных препаратов представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Зависимость скорости гидролиза пучка тканей мерценарии от концентрации ферментов**

Table 3

**The dependence of beam mercenaria tissue rate hydrolysis by enzymes concentration**

Фермент	Количество фермента, % от навески ткани	Аминный азот, мг/мл
Протамекс	1	0,14
	2	0,21
	5	0,35
Мегатерин	1	0,14
	2	0,21
	5	0,28

Проведенные исследования не позволили определить оптимальную концентрацию ферментов для гидролиза исследованного сырья. Полученные данные свидетельствуют, что степень гидролиза сырья возрастает при использовании протамекса в диапазоне концентраций 3,6–18,0 Е/г и для мегатерина – в диапазоне концентраций 1,7–8,5 Е/г. Вопрос определения оптимальных концентраций ферментов для процесса гидролиза пучка тканей мерценарии требует дополнительного изучения, так как известно, для ферментных препаратов микробного происхождения эффективной концентрацией для гидролиза мантии гребешка является 4,5–5,5 Пе/г [1].

Поскольку мерценария является сырьем с невысоким содержанием белка, ее использование в технологии белковых концентратов или пищевых добавок без дополнительного обогащения состава представляется нерациональным. Одним из способов обогащения белкового и аминокислотного составов продуктов является внесение молочной сыворотки.

Молочную сыворотку и продукты, полученные из нее, можно рассматривать как биологически полноценные с диетическими и даже лечебными свойствами, обеспечивающими охрану внутренней среды организма. Молочная сыворотка – биологически ценный продукт питания, особенно за счет значительного содержания лактозы. Замедленный, в сравнении с другими углеводами, гидролиз лактозы в кишечнике ограничивает процессы брожения, нормализует жизнедеятельность полезной микрофлоры и предупреждает аутоинтоксикацию. Сывороточные белки, которые являются важным компонентом молочной сыворотки, оптимально сбалансированы по аминокислотному набору, особенно серосодержащих аминокислот – цистина, метионина. Главными белками сыворотки являются α- и β-лактоглобулины. Использование белков молочной сыворотки в пищевых целях имеет большое практическое значение. Многокомпонентность и наличие бифидогенных свойств концентратов сыворотки предполагают использование их в рецептурах в качестве регуляторов сбалансированности химического и аминокислотного составов готовых изделий. Отмечается, что максимальная глубина гидролиза молочных белков достигается при 3-часовой ферментной обработке

«Панкреатином», температуре  $50 \pm 1$  °С, концентрации ферментного препарата 2 % по массе сухих веществ. Показано, что через 4 ч гидролиза 41 % белкового материала переходит во фракцию в диапазоне молекулярных масс менее 1,4 кД [7].

Была проведена серия экспериментов по оценке влияния молочной сыворотки на процесс ферментализации пучка мягких тканей мерценарии. Ферментализацию проводили при концентрации ферментов 2 %, времени ферментализации 4 ч, соотношении водного гомогената тканей моллюска и молочной сыворотки составляло 1 : 1.

Таблица 4

### Влияние молочной сыворотки на ферментализацию тканей мерценарии

Table 4

#### The effect of whey on mercenaria tissues enzymatic hydrolysis.

Образец	Фермент	Аминный азот, мг/г	Содержание молочной сыворотки, мг/г
Гомогенат ткани	Протамекс	0,14	-
Гомогенат ткани + молочная сыворотка		0,14	10,8
Гомогенат ткани	Мегатерин	0,07	-
Гомогенат ткани + молочная сыворотка		0,14	11,4

Проведенные исследования показали, что протамекс не оказывал влияния на накопление аминокислот в ферментализате, о чем свидетельствует равенство значений величины аминного азота в ферментализате ткани и ферментализате ткани и молочной сыворотки. По-видимому, внесение в реакционную среду молочной сыворотки и, как следствие, изменение pH изменяет реакционную способность ферментов. Причиной остановки ферментализации может являться также ингибирование активности протеолитического фермента продуктами реакции. В то же время совместный гидролиз гомогената ткани с молочной сывороткой способствовал двукратному увеличению показателя аминного азота. Несмотря на равноэффективность процесса биоконверсии под действием различных ферментов, кинетика процесса значительно различается, что свидетельствует о различной субстратной специфичности исследуемых ферментов.

Основываясь на вышеизложенных данных о безопасности мерценарии и концентрации в её тканях физиологически значимых и биологически активных компонентов, можно рекомендовать использовать мерценарию для производства низкокалорийных пищевых продуктов, в том числе лечебно-профилактических, и БАД к пище.

### Выводы

Проведенным исследованием установлен размерно-массовый состав и выход пучка мягких тканей мерценарии Стипмсона. Показано, что масса мягких тканей моллюска составляет около 15 %, а масса раковины – около 77 % от массы моллюска сырца.

На основании проведенного исследования определено рациональное время гидролиза пучка мягких тканей мерценарии под действием протамекса и мегатерина, которое составляет 2,5–3,0 ч, при минимальной активности фермента 1,7 Е/г.

При разработке технологии комбинированных продуктов на основе мерценарии и молочной сыворотки наиболее эффективно биоконверсия сырья происходит под действием ферментного препарата мегатерин. Показатель накопления аминного азота, свидетельствующий о накоплении аминокислот в гидролизате, при совместном гидролизе гомогената мерценарии и молочной сыворотки увеличивался вдвое.

Таким образом, на основании проведенного исследования обоснована биотехнология двустворчатого моллюска мерценарии Стимпсона с использованием молочной сыворотки, позволяющая получать ферментативные гидролизаты, дополнительно обогащенные аминокислотами.

### Список литературы

1. Давидович, В.В. Исследование субстратной специфичности панкреатических сериновых протеиназ различного происхождения / В.В. Давидович, Ю.М. Позднякова // Сб. тез. конф. молодых ученых ТИНРО. – Владивосток, 1997. – С. 36.
2. Давидович, В.В. Аминокислоты двустворчатых моллюсков: биологическая роль и применение в качестве БАД / В.В. Давидович, Т.Н. Пивненко // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 129. – С. 146–154.
3. Зюзьгина, А.А. Технохимическая характеристика двустворчатого моллюска анадара «*Anadara broughtoni*» / А.А. Зюзьгина, Н.М. Купина // XXI век – перспективы развития рыбохозяйственной науки: материалы Всерос. Интернет-конф. молодых учёных, Владивосток, ТИНРО-Центр, 13–31 мая 2002 г. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. – С. 147–150.
4. Киселев, В.В. Технохимическая характеристика некоторых видов двустворчатых моллюсков / В.В. Киселев, Н.М. Купина // Тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых, Мурманск, 23–25 мая 2002 г. – Мурманск, 2002. – С. 94–96.
5. Киселев, В.В. Технохимическая характеристика спизулы сахалинской залива Петра Великого / В.В. Киселев, Н.М. Купина // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 140. – С. 322–328.
6. Ковалев, Н.Н. Исследование химического состава, пищевой ценности и безопасности мерценарии Стимпсона / Н.Н. Ковалев, Н.М. Купина, Р.В. Есипенко // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 4. – С. 132–136.
7. Круглик, В.И. Молекулярно-массовое распределение пептидов в глубоких гидролизатах молочных белков / В.И. Круглик // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. науч. работ. – Кемерово: КемТИПП, 2007. – Вып. 14. – С. 128–129.
8. Пивненко, Т.Н. Сериновые протеиназы морских организмов: свойства, получение, применение / Т.Н. Пивненко, Н.Н. Ковалев. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – 498 с.

**Сведения об авторах:** Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;  
Есипенко Роман Владимирович, старший преподаватель, e-mail: azt@bk.ru;  
Порваткин Денис Витальевич, студент.



УДК 664.95

**А.А. Костенко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ pH КОАГУЛЯНТА НА ФОРМИРОВАНИЕ СГУСТКА АНАЛОГА МЯГКОГО СЫРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛОК ГОРБУШИ**

*Описано влияние коагулянта, в качестве которого использовали молочную сыворотку, молочную и уксусную кислоты, на формирование сырного сгустка. Также приведены результаты исследования влияния количества и концентрации коагулянта при изготовлении аналога мягкого сыра с использованием молок лососевых рыб на образование сгустка.*

**Ключевые слова:** коагуляция, аналог мягкого сыра, молоки горбуши.

**A.A. Kostenko**

## **STUDY OF THE INFLUENCE OF ACIDITY COAGULANT CLOT FORMATION ANALOG SOFT CHEESE WITH MILK PINK SALMON**

*This article describes the effect as a coagulant is used: whey, lactic and acetic acid, the formation of the curd. Also, the results of the study, the effect of the amount and concentration of coagulant in the manufacture of soft cheese with analogue use salmon milt for clot formation.*

**Key words:** coagulation, analogue of soft cheese, milk, pink salmon.

### **Введение**

В последние годы большое внимание уделяется вопросам увеличения биологической ценности и выхода пищевых продуктов. Одним из них является увеличение количества белка в сырье за счет сывороточных белков [2, 6].

При производстве мягких сыров наиболее широкое применение находит термокислотный способ коагуляции белков молока с использованием различных коагулирующих агентов: органических кислот, молочной сыворотки, бактериальной закваски [1, 3]. Некоторые сыры производятся путем введения в горячее молоко в качестве осаждающего агента творога с последующей термомеханической обработкой смеси белковой массы и внесением добавок (сливочного масла, высокожирных сливок, соли и тмина), способствующих получению однородной консистенции продукта [4].

**Термокислотная коагуляция** представляет собой изменения pH среды путем биологического (молочнокислое брожение) или искусственного (добавление кислой сыворотки или кислоты) подкисления. Способ основан на свойстве казеина осаждаться в изоэлектрической точке при pH 4,6–4,7. Казеин, как и все белковые вещества, обладает электрическим зарядом, обусловленным свободными амино- и карбоксильными группами, данные группы способны образовывать соли с кислотами и основаниями, в результате чего казеин имеет амфотерный характер. Положительный или отрицательный заряд казеина зависит от pH среды, его можно изменять введением ионов водорода или гидроксильных ионов. При pH выше изоэлектрической точки казеин имеет отрицательный заряд и является анионом, при pH ниже изоэлектрической точки казеин заряжен положительно и является катионом. При сбалансировании зарядов (изоэлектрическая точка) казеин становится электронеутральным. Из вышеизложенного следует, что термокислотная коагуляция, в отличие от традиционных способов, направлена на повышение степени использования белковых веществ молока в результате совместного осаждения казеина и сывороточных белков [5].

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются мороженые молоки горбуши, отвечающие требованиям существующей нормативной документации (ТУ 9267-055-33620410-04), аналог мягкого сыра с использованием молок лососевых рыб, молоко питьевое (ГОСТ Р 52090 2003), сыворотка молочная (ГОСТ Р 53438-2009), уксусная кислота (ГОСТ 55982-2014), лимонная кислота (ГОСТ Р 53040-2008).

Определение общей кислотности в сыворотке мягкого сыра проводили методом Тернера титрованием по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» [7, 8]. Величину pH среды измеряли потенциметрическим методом на pH-мете НМ-26S фирмы «ТОВА Electronics Co., LTD» (Крусь и др., 2000). Органолептическую оценку качества проводили по ГОСТ 7631-2008 и с использованием специально разработанных балльных шкал (Сафронова, 1998; Ким и др., 2013).

### Результаты и их обсуждение

Целью нашего исследования являлось получение аналога мягкого сыра с использованием молок лососевых рыб.

В данной статье рассмотрено влияние коагулянта на процесс коагуляции сгустка аналога мягкого сыра с использованием молок горбуши.

Молоки горбуши содержат белок  $15,9 \pm 13,4$ , липиды  $1,7 \pm 0,5$ , минеральные вещества  $2,1 \pm 0,3$ .

В качестве коагулянтов молоко использовали молочную сыворотку, уксусную и лимонную кислоты.

Получение аналога мягкого сыра осуществляли следующим образом.

Замороженные молоки размораживали при температуре  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $0^{\circ} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Молоки промывали холодной проточной водой с температурой не выше  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  от загрязнений и кусочков крови.

Промытые ястыки солили с добавлением 12–15 % соли к массе сырья до содержания 3 % соли в молоках. Затем соленые молоки гомогенизировали до однородной массы.

В пастеризованное молоко вносили гомогенизированные молоки в соотношении 30–40 % к массе молока, при постоянном перемешивании смеси, постепенно доводили температуру до  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Затем вносили коагулянт (молочную сыворотку, уксусную или лимонную кислоты) в количестве 25–30 % от массы смеси.

Далее доводили температуру до  $87\text{ }^{\circ}\text{C}$ , затем смесь охлаждали до температуры  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Образовавшийся сгусток помещали на сито для удаления избытка влаги и самопрессования в течение 1,5–2 ч.

Во время самопрессования аналог мягкого сыра охлаждался и приобретал консистенцию, близкую к мягким сырам. Технология получения аналога мягкого сыра с использованием молок лососевых рыб приведена на рис. 1.

Нами рассматривалось применение в качестве коагулянта использование подсырной сыворотки, сквашенной чистыми культурами кислomолочных бактерий, которую выдерживали в термостате при температуре 40–45 °C до нарастания кислотности 150–250 °T.

Исследовали влияние сыворотки разной кислотности на характер изменения комбинированного сгустка. Установлено, что наиболее приемлемой для данного вида продукта является кислотность 200–210 °T, данной кислотности достаточно для проведения коагуляции без придания продукту постороннего кислого привкуса. В данном эксперименте мы изменяли дозу внесения коагулянта, которая составила 5, 10, 15, 20 и 30 % от массы смеси. Исследование влияния коагулянта (молочной сыворотки) на консистенцию сгустка представлено в табл. 1.

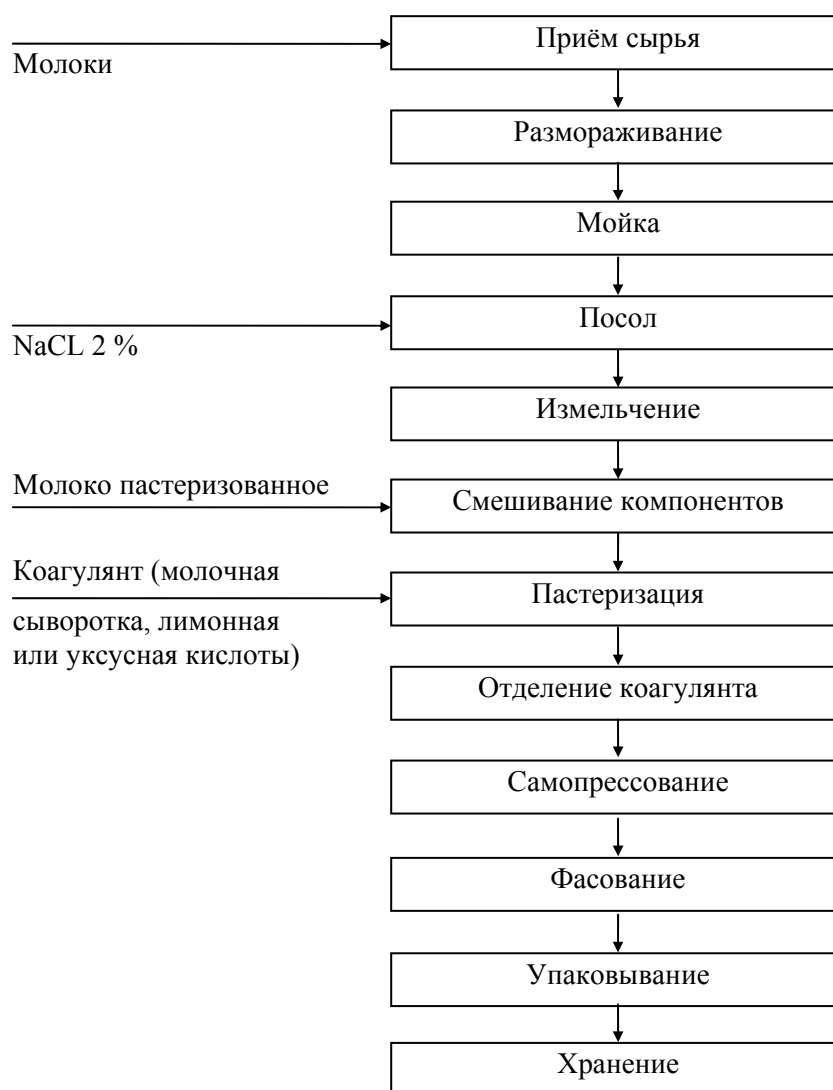


Рис. 1. Технологическая схема производства аналога мягкого сыра типа «Адыгейский» с использованием молок лососевых

Fig. 1. Technological scheme of analog soft cheese such as «Aдыгеуа» with salmon milt

Таблица 1

**Характеристика аналога сгустка мягкого сыра  
в зависимости от содержания сыворотки-коагулянта**

Table 1

**Characteristics of analogue bunch of soft cheese,  
depending on the content of serum-coagulant**

№ п/п	Содержание сыворотки, %	pH смеси	Консистенция сгустка	Цвет сыворотки
1	5	6,8±0,3	Крупинчатый, плохо формируется	Мутная, желтовато-белая
2	10	6,7±0,6	Образуются хлопья	Мутная, желтовато-белая
3	15	6,6±0,5	Хлопья начинают формировать сгусток	Мутная, желтовато-белая
4	20	6,5±0,3	Мягкий	Мутная, желтовато-белая
5	30	6,4±0,2	Эластичный, однородный	Мутная, желтовато-белая

По результатам исследований можно сделать вывод, что наиболее рациональная концентрация кислой молочной сыворотки составляет 30 % от массы смеси. При этом соотношении консистенция сгустка наиболее близка к консистенции мягкого сыра «Адыгейский».

С технологической точки зрения немаловажным является тот факт, что при этой дозе кислой молочной сыворотки массовая доля сухих веществ в сыворотке была наименьшей, что подтверждает переход большей части сухих веществ в сгусток и объясняет повышение выхода сыра (рис. 2).

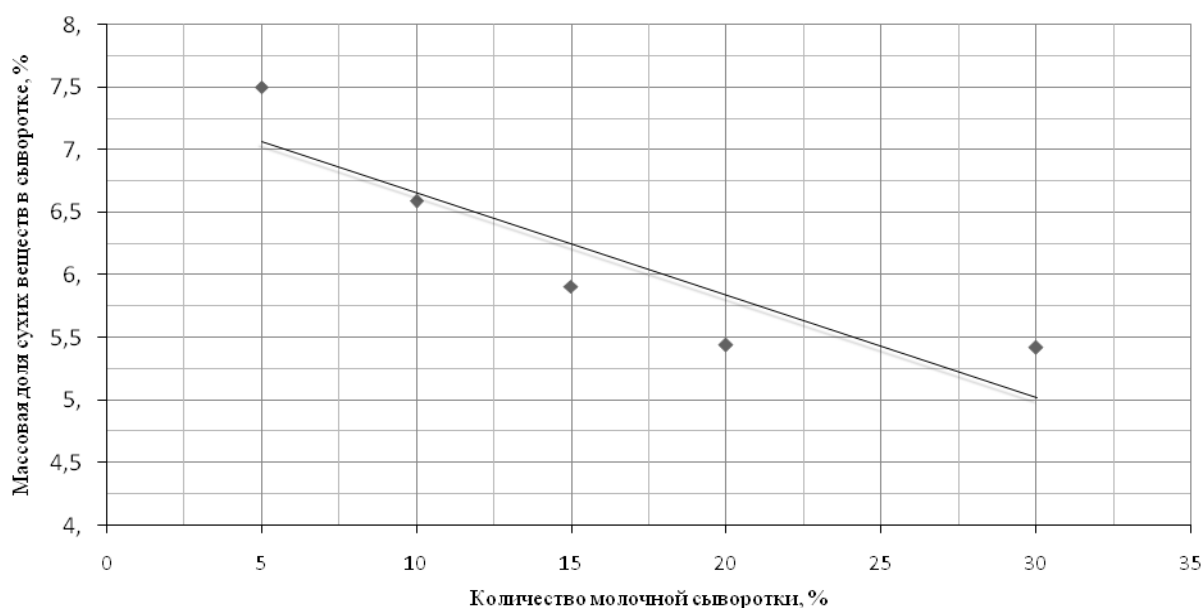


Рис. 2. Изменение массовой доли сухих веществ в подсырной сыворотке в зависимости от содержания внесенной молочной сыворотки

Fig. 2. The change of mass fraction of solids in the cheese whey according to the content introduced whey

Далее исследовалось влияние других коагулянтов (уксусной и лимонной кислот) на консистенцию комбинированного сгустка и сыворотку.

Для этого готовили растворы уксусной и лимонной кислот с 1, 2, 3, 4 и 5 % концентрации. Экспериментально установлено, что рациональная доза внесения растворов уксусной и лимонной кислот составляет от 25 % от массы смеси.

Результаты исследования влияния коагулянтов лимонной и уксусной кислот на консистенцию сгустка представлены в табл. 2 и 3.

Полученные результаты исследования показали, что лучшая консистенция комбинированного сгустка получена при коагуляции уксусной и лимонной кислотами при 5%-й концентрации раствора.

По сыворотке также можно судить о качестве технологического процесса. Прозрачная сыворотка свидетельствует о минимальном содержании сухих веществ в сыворотке и соответственно о более полном переходе сухих веществ из сыворотки в сгусток, что подтверждается данными изменения количества сухих веществ в зависимости от концентрации уксусной и лимонной кислот в растворе (рис. 3).

Таблица 2

**Характеристика сгустка и сыворотки при коагуляции уксусной кислотой различной концентрации с дозой внесения 25 % от массы смеси**

Table 2

**Characteristics clot and serum during coagulation with different concentrations of acetic acid**

№ п/п	Концентрация уксусной кислоты в растворе, %	pH смеси	Цвет сыворотки	Консистенция сгустка
1	1	6,4 ± 0,04	Желтая, мутноватая	Хлопьевидный
2	2	5,9 ± 0,02	Желтоватая, полупрозрачная	Слабый, рыхлый
3	3	5,6 ± 0,04	Зеленовато-желтая, прозрачная	Рыхловатый
4	4	5,3 ± 0,05	Зеленовато-желтая, прозрачная	Мягкий, влажный
5	5	5,2 ± 0,03	Зеленовато-желтая, прозрачная	Эластичный

Таблица 3

**Характеристика сгустка и сыворотки при коагуляции лимонной кислотой различной концентрации с дозой внесения 25 % от массы смеси**

Table 3

**Characteristics of clot and serum when coagulation citric acid of different concentrations**

№ п/п	Концентрация лимонной кислоты в растворе, %	pH смеси	Цвет сыворотки	Консистенция сгустка
1	1	6,4 ± 0,05	Желтая, мутная	Крупинчатый
2	2	6,0 ± 0,02	Желто-зеленая, полупрозрачная	Рыхловатый
3	3	5,7 ± 0,04	Зеленовато-желтая, прозрачная	Мягкий, влажный
4	4	5,5 ± 0,05	Зеленовато-желтая, прозрачная	Мягкий, однородный
5	5	5,3 ± 0,03	Зеленовато-желтая, прозрачная	Эластичный, однородный

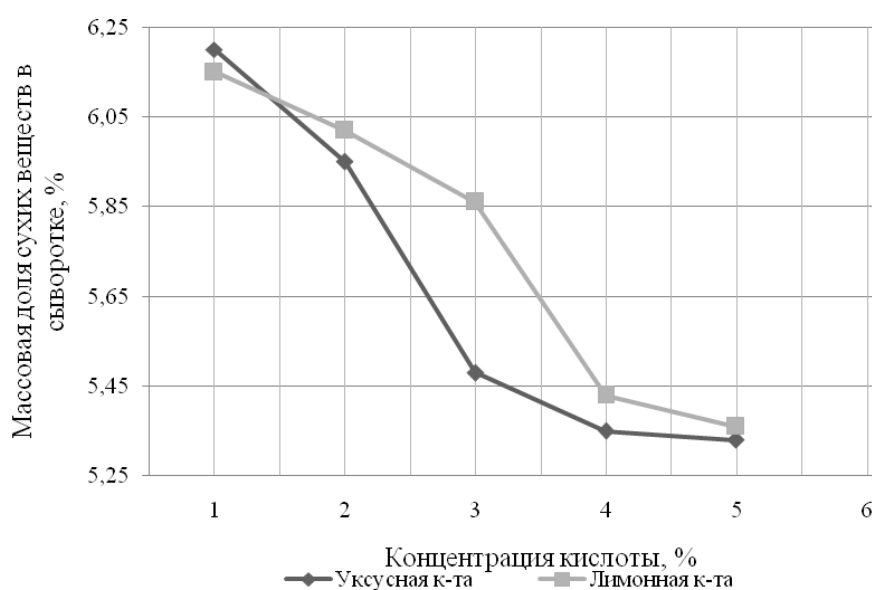


Рис. 3. Изменение содержания сухих веществ в сыворотке в зависимости от концентрации кислоты  
Fig. 3. The change in solids content depending on the serum concentration of the acid

## Выводы

Результаты исследования показали, что для коагуляции молочного сгустка можно использовать различные виды коагулянтов. Установлено, что оптимальный результат получен при следующих количествах и концентрациях всех коагулянтов: кислая сыворотка (кислотность 210 °Т) с дозой внесения 30 % от массы смеси; уксусная кислота с дозой внесения 25 % от массы смеси 5%-й концентрации; лимонная кислота с дозой внесения 25 % от массы смеси 5%-й концентрации.

При использовании кислот исключается необходимость иметь большое количество емкостей для хранения сыворотки. При коагуляции кислой сывороткой в сгусток переходит и часть белков сыворотки-коагулянта, что увеличивает выход сыра и способствует повышению биологической ценности продукта.

Полученный аналог сыра с использованием молок лососевых рыб, изготовленный данным способом, обладает высокой степенью приближенности органолептических показателей к традиционным продуктам, он имеет светлый цвет, кисловатый привкус и консистенцию, близкую к «Адыгейскому» сыру по эластичности, нежности и плотности. Аналог мягкого сыра с использованием молок лососевых рыб содержит белков 21,3±0,3, липидов 19,1±0,5, минеральных веществ 1,4±0,2 и воды 57,4±0,4.

## Список литературы

1. Бойцова, Т.М. Разработка технологий молочно-растительных продуктов питания / Т.М. Бойцова, Т.К. Каленик, Д.В. Ряписов, С.М. Доценко / Пищ. пром-сть. – 2011. – № 3. – 12–17 с.
2. Голубева, Л.В. Растительное в молокосодержащих продуктах / Л.В. Голубева // Молоч. пром-сть. – 2006. – № 2. – С. 56–57 с.
3. Дроздова, Л.И. Получение кисломолочного продукта из молок лососёвых / Л.И. Дроздова, Е.В. Якуш, Т.Н. Пивненко, Л.М. Эпштейн. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2001.
4. Ким, И.Н. Аналоги творога с использованием молок промысловых рыб / И.Н. Ким, Н.В. Бондар // Пищ. пром-сть. – 2011. – № 8. – С. 28–32.
5. Костенко, А.А. Оптимизация изготовления аналога мягкого сыра из молок горбуши / А.А. Костенко, Н.В. Назаренко, И.Н. Ким // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – Т. 30. – С. 123–130.
6. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справ. / В.П. Шидловская. – М.: Колос, 2000. – 280 с.
7. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрический метод определения кислотности.
8. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

**Сведения об авторе:** Костенко Алина Александровна, аспирант, e-mail: alya91@bk.ru.

УДК 664.95

**А.А. Костенко**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА ТОФУ**

*Описан химический состав традиционного соевого сыра тофу. Тофу – своего рода «белковый концентрат», так как по количеству белка соя превосходит рыбу, яйца, говядину. Тофу является идеальным продуктом для вегетарианцев, постящихся и последователей «здорового» питания. Возможности применения сои в пищевой промышленности достаточно разнообразны, и некоторые из них перечислены в данной статье. Несмотря на положительные действия, соя в большом количестве может спровоцировать заболевания щитовидной железы, замедление мозговой активности, а также вызвать аллергическую реакцию.*

**Ключевые слова:** соя, тофу, соевый сыр.

**A.A. Kostenko****METHODS OF PRODUCTION OF CHEESE TOFU**

*This article describes the chemical composition of traditional soy tofu. Tofu, a kind of "protein concentrate", as in the number of soy protein is superior to fish, eggs, beef. Tofu is an ideal product for vegetarians, fasting and followers of "healthy" food. Possible applications of soy in the food industry are quite varied, and some of them are listed in this article. Despite the positive effect of soy in large amounts can cause thyroid disease, provoke a slowing of brain activity and cause an allergic reaction.*

**Key words:** soy, tofu, soy cheese.

**Введение**

Известно, что тофу является одним из основных продуктов питания в странах Юго-Восточной Азии (Китае, Японии, Корее, Таиланде и Вьетнаме) и изготавливается из сои.

Продукты переработки сои отличаются высокой биологической ценностью и являются адекватным заменителем животных белков [1].

В Юго-Восточной Азии существует множество прочих разновидностей тофу. Многие производители делают тофу с различными добавками (паприка, приправы, орехи и т.п.), добавляя их перед прессованием. Копчёный тофу популярен в западных странах.

Зарубежные способы получения соевого тофу отличаются ещё сложной технологией, а получаемый продукт имеет белый цвет, нежную структуру, высокое содержание белка и низкое содержание жира [10]. В отдельных случаях получения тофу применяются плесневые грибы. Китайскими учеными был запатентован способ получения сыра тофу с видом плесени EITO, включающим следующие этапы: предварительное ферментирование творога плесенью культуры Miso, для получения ферментированного соевого творога, покрытого мицелием. Процесс достаточно длительный, так, только замачивание бобов длится от 24 до 100 ч [11].

Рядом иностранных фирм, Nutricomp F. (Германия), Abbot Laboratories (США), Moricita Pharmaceutical Co. (Япония), предложены специализированные продукты для лечебного питания, где процентное содержание белков сои в продуктах находится в пределах от 12 до 40 % [16].

В Японии, например, получают соевый продукт из смеси солевого белка, альгината натрия, соевого молока и измельченного тофу. Компоненты смешивают, фильтруют, в результате чего получается волокнистый, вязкий продукт с высоким содержанием белка [9].

Тофу универсален в кулинарном отношении и годится для разнообразных блюд как основных, так десертных и сладких. Поэтому большое распространение получили способы получения различных салатов, где тофу используется в качестве одного из компонентов, повышающих биологическую ценность продукта растительными белками.

Тофу можно жарить, варить, запекать, употреблять для начинки баоцзы, использовать в супах и соусах, готовить на пару. Для супов, жарки и фритирования часто режется на кубики. По причине нейтральности вкуса приготовлению тофу должно уделяться особое внимание, особенно приправам и соусам, вкус которых он впитывает. Перед кулинарной обработкой иногда маринуется, в частности с соевым соусом, тамариндом или лимонным соком [15]. Соя также используется в кондитерских изделиях и получении орехоподобных продуктов, данные патенты имеются в США, Японии и России [2].

В нашей стране сегодня наблюдается обострение продовольственного обеспечения населения полноценными пищевыми продуктами, что обусловлено необходимостью импортозамещения пищевых изделий [3]. В этой связи соевые продукты могли бы расширить долю своего участия. Наиболее часто сою применяют для приготовления соевого молока, соевого творога «тофу», соевого жмыха «окара», соевой муки [17].

В России почти нет культуры потребления тофу. Многие знают, что этот продукт полезен, но не информированы о его достоинствах. Основой для получения тофу является соя, обладающая полноценным белком, идентичным белкам животного происхождения. По количеству белка соя превосходит рыбу, яйца, говядину. Именно поэтому тофу, своего рода «белковый концентрат», является идеальным продуктом для вегетарианцев, постящихся и последователей «здорового» питания [5, 6]. Существенное отличие сыра тофу заключается в изофлавонах, которые играют роль сильнейшего антиоксиданта и могут нейтрализовать свободные радикалы. Кроме того, употребление данного продукта является хорошей профилактикой остеопороза и заболеваний сердца, поскольку соевые бобы содержат генистеин и даидзеин, которые нейтрализуют действие эстрогенов [7].

Однако следует ограничивать потребление тофу, так как соя в большом количестве может спровоцировать заболевания щитовидной железы. Чрезмерное употребление соевых продуктов может спровоцировать замедление мозговой активности. Также зафиксированы случаи аллергических реакций на этот продукт [8].

Положительное и отрицательное влияние сыра тофу во многом зависят от входящего в состав белка, действие которого улучшает состояние тканей и клеток, и он легко усваивается. Кроме того, из-за высокого содержания кальция продукт полезен для укрепления зубов. Дополнительным достоинством тофу является его способность регулировать работу почек и органов пищеварения [6]. Соевый белок отличается тем, что он не содержит холестерина – жироподобного вещества, который в избыточном количестве приводит к развитию такого заболевания, как атеросклероз с его последствиями в виде инфаркта, инсульта и т.п. [4].

### **Объект и методы исследования**

Целью данной работы являлось исследование способов производства сыра тофу.

Объектом исследования являлись способы производства соевого сыра тофу.

Традиционно тофу различается по способу производства и консистенции. Химический состав традиционного сыра тофу следующий: вода – 84,55 %; белок – 8,07 %; липиды – 4,78 %; углеводы – 1,88 %, зола – 0,72 %. Обычный, плотный или твёрдый тофу, по консистенции напоминающий сыр моцарелла, хорошо подходит для жарки и фритюрования, а также копчения. Делится по мягкости на два основных вида: западный тофу более плотный, характеризуется низким содержанием воды, азиатский тофу (дословно «хлопковый тофу») менее



плотный, с высоким содержанием воды. Мягкий тофу, или шёлковый тофу, по консистенции напоминает пудинг, содержит наибольшее количество воды из всех видов сырого тофу. Используется в сладких блюдах, соусах, супах и для приготовления на пару.

Для изучения данного вопроса мы использовали эмпирический метод исследования, изучения литературы, документов и результатов научной деятельности. Источником фактического материала для исследования послужили научная литература, а также материалы, содержащие историю создания соевого сыра.

### **Результаты и их обсуждение**

Технология получения тофу традиционно включает в себя следующие технологические операции: мойка соевых бобов, очистка, набухание бобов, измельчение, получение соевого молока, фильтрование соевого молока, осаждение соевого белка, прессование.

В данной статье рассмотрено три способа получения соевого сыра тофу, запатентованных в России.

В первом способе получения соевого сыра тофу отличительной особенностью является коагулянт, состоящий из смеси органических кислот, включая уксусную, молочную и лимонную кислоты для осаждения белка при термокислотной коагуляции [13].

Целью данного изобретения было получение высококачественного продукта с длительным сроком хранения.

Технология производства не отличается от стандартной на начальных этапах и включает в себя: мойку соевых бобов, очистку, набухание бобов, измельчение, получение соевого молока, фильтрование соевого молока от не растворимого осадка.

Особенность данного метода заключается в температурном режиме и коагулянте при осаждении белкового комплекса. Так, прежде чем добавлять коагулянт, температура соевого молока должна быть не ниже 90 °С, коагулянт добавляется в размере 0,2–0,6 % от массы молока. Коагулянт для осаждения белкового комплекса состоит из смеси кислот в следующем соотношении: 1–1,25 уксусной кислоты, к 1–1,23 молочной кислоты и 1–1,1 лимонной кислоты.

После осаждения белкового комплекса сгусток отделяется от сыворотки, охлаждается, формируется, прессуется и фасуется полученный готовый продукт.

Как описывается авторами данного изобретения, продукт обладает мягким вкусом и нежной структурой, а соевый сыр, полученный данным способом, может храниться до 10 сут при температуре 8–10 °С.

Второй способ получения соевого сыра тофу отличается от предыдущего тем, что коагуляция молока коагулянтом проходит в присутствии нейтральных солей сильных кислот, замедляющих процесс коагуляции белков-глобулинов, взятых в количестве 0,04–2,5 % от массы соевого молока.

Техническим результатом данного изобретения заявлено получение эластичной структуры соевого сыра типа тофу с минимальным содержанием свободной, структурно несвязанной влаги, с повышенным сроком хранения.

Данный способ также включает в себя все стандартные операции по получению соевого молока и не отличается на начальных этапах. Далее в процеженное соевое молоко вводят кристаллическую поваренную соль либо её водный раствор. Затем соевое молоко нагревают до температуры 85–110 °С и вводят раствор коагулянта в соотношении 1–2 % от массы молока. Коагулянт для осаждения белкового комплекса состоит из смеси кислот в следующем соотношении: 9%-й раствор уксусной кислоты (10–30 %); 9%-й раствор молочной кислоты (50–70 %) к 15%-му раствору NaCl остальное.

Затем полученную створоженную массу с температурой не ниже 68 °С измельчают и могут добавить в нее при необходимости пищевые ингредиенты, например, морскую ка-

пусту, зелень, чеснок и т.д. Далее для отделения сыворотки створоженную массу подвергают последующему прессованию в перфорированной форме. Прессование должно длиться не менее 10 мин. По окончании прессования полученный соевый сыр охлаждают до температуры 18–20 °С и подвергают вакуумной упаковке. Способ позволяет улучшить структуру соевого сыра типа тофу [14].

Как заявлено авторами данного изобретения, створаживание соевого молока комплексным коагулянтom происходит постепенно без комового эффекта, что приводит к образованию эластичной структуры белкового сгустка, также под действием молочной кислоты снижается бобовый привкус и повышается срок хранения продукта.

Практически отсутствие несвязанной отделяющейся сыворотки привело изобретателей данного способа к возможности упаковывать готовый продукт в вакуумную упаковку. Данный продукт может храниться свыше 26 сут.

Третий способ получения соевого сыра тофу включает в себя предварительное сбраживание сыворотки закваской молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* [12].

В основу данного изобретения поставлена задача увеличения выхода соевого сыра, придания ему молочнокислого вкуса и повышения однородности структуры.

Как и два предыдущих способа, этот не отличается от стандартной технологической схемы получения соевого молока. Процеженное соевое молоко нагревается до температуры не ниже 65 °С. Далее проводят створаживание внесением коагулянта в количестве 25–30 % от объема молока при перемешивании со скоростью преимущественно не ниже 1 об/с в течение 25–30 с. Смесь выдерживают в течение 15–20 мин для полной коагуляции белков соевого молока. Соевый осадок формируют прессованием под давлением 0,5–0,6 Па в специальных формах, обеспечивающих получение блоков сыра размером 10×12×22 см.

Коагулянтom в данном способе получения соевого сыра тофу выступает соевая сыворотка, полученная в результате коагуляции соевого молока путем добавления сульфата кальция или хлористого магния либо любым другим известным способом, имеющим рН 2,5–3,0. Сыворотка сбраживается закваской молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*. Закваска вносится в количестве до 10 % от объема сыворотки, процесс проходит при температуре 37–40 °С в течение 10–12 ч.

Авторами данного изобретения проводился эксперимент по сравнительному изучению соевых сыров, полученных путём коагуляции соевого молока различными подкисляющими коагулянтами, в качестве которых использовалась сброженная соевая сыворотка с рН 2,5–3, яблочный сок с рН 2,6 и 1%-й свежеприготовленный раствор глюкодельталактона с рН 3,8.

Результаты данного эксперимента показали, что содержание сухих веществ и белка в соевом сыре, полученном с использованием сброженной соевой сыворотки, выше, чем в других образцах. Это свидетельствует о более высокой степени коагуляции белков молока и повышении выхода продукта. По результатам предельного напряжения сдвига соевый сыр, полученный с использованием глюкодельталактона, имел наименее однородную структуру.

Из трех рассмотренных нами способов получения соевого сыра тофу только в последнем мы можем наблюдать увеличение выхода продукта за счет коагулянта, но в то же время использование сыворотки значительно усложняет технологию. Для реализации способа изготовления аналога мягкого сыра с помощью соевой сыворотки, сброженной молочнокислыми бактериями *Lactobacillus plantarum*, необходимо иметь емкости с возможностью поддерживать заданную температуру в течение 10–12 ч. Данный способ наиболее длителен, так как требует время для приготовления коагулянта.

По сравнению с третьим способом, первый и второй имеют значительные преимущества в виде скорости производства соевого сыра и отсутствии необходимости емкостей для хранения коагулянта.

Два первых способа получения соевого сыра усложняются необходимостью приготовления коагулянта с соблюдением необходимой пропорции, так как пропорция внесения кислот является одним из условий получения качественного продукта. Однако в данных отсутствует преимущество увеличения выхода сыра, которое есть в способе с применением соевой сыворотки.

Из рассмотренных способов получения сыра тофу можно сделать вывод, что увеличение температуры коагуляции соевого молока значительно продлевает сроки хранения продукта, так, в первом способе срок хранения составляет 10 сут, а во втором из-за возможности вакуумной упаковки срок хранения соевого сыра продлился до 26 сут. Во втором примере увеличению сроков хранения способствовало добавление кристаллической поваренной соли либо её водного раствора в соевое молоко до процесса створаживания и поддержание температуры выше 68 °С при прессовании.

### **Выводы**

Применение высоких температур хоть и несет определенные затраты в производстве соевого сыра тофу, но является более оправданным в промышленном масштабе, чем применение соевой сыворотки в качестве коагулянта, несмотря на её положительные свойства.

Несмотря на многовековую историю производства соевого сыра тофу, его технологии продолжают развиваться и совершенствоваться в соответствии с требованием современного потребительского рынка. В каждом из рассмотренных способов есть как положительные, так и отрицательные стороны. В мире зарегистрировано большое количество способов получения тофу, поэтому каждый конкретный производитель может подобрать модель для себя.

В России тофу употребляют очень ограниченно, что, скорее всего, связано с доступностью традиционных молочных сыров, национальными привычками и пищевыми предпочтениями наших граждан.

В последнее время соевому сыру тофу и вообще соевым продуктам уделяется большое внимание. Это связано с увеличением стоимости молока и мяса, а также информированностью населения о качестве, сбалансированности питания. Поэтому соевые пищевые продукты с его использованием могут занять определенную нишу и найти своего потребителя, например, вегетарианцев или людей, имеющих медицинские показания. Мы считаем, что производство продуктов из сои является перспективным направлением и имеет возможности дальнейшего развития.

### **Список литературы**

1. Буянова, И.В. Компонентный состав, функционально-технологические свойства и пищевая ценность осадка соевого молока – окары / И.В. Буянова, В.А. Зиновьева // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 2002. – № 2. – С. 62–64.
2. Иваницкий, С.Б. Применение сои в производстве кондитерских изделий / С.Б. Иваницкий, В.Г. Лобанов, С.В. Назаренко // Изв. вузов. Пищ. технология. – 1998. – № 4. – С. 21–23.
3. Костенко, А.А. Оптимизация изготовления аналога мягкого сыра из молок горбуши / А.А. Костенко, Н.В. Назаренко, И.Н. Ким // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – Т. 30. – С. 123–130.
4. Кузьминский, Р.В. Соя в пищевых продуктах / Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков // Пищ. пром-сть. – 1997. – № 6. – С.64–65.
5. Манюк, П.М. Соя / П.М. Манюк, В.Н. Хапецкий. – Брест: АКС, 2000. – 12 с.

6. Мещерякова, В.А. Соя в лечебно-профилактическом питании / В.А. Мещерякова // Пищ. пром-сть. – 2002. – № 8. – С. 48–49.
7. Мещерякова, В.А. Использование комбинированных продуктов с включением соевого белка в диетотерапии больных сахарным диабетом 2 типа / В.А. Мещерякова, О.А. Плотникова, Х.Х. Шарафетдинов, Т.Я. Яцышина // Вопр. питания. – 2002. – № 5. – С. 19–24.
8. Модич, П. Соя и здоровье – 2002: науч.-практ. конф. / П. Модич // Пищ. пром-сть. – 2002. – № 8. – С. 45.
9. Пат. JP 2007 – 117072, 17.05.2007. Способ получения тофу с соевым белком.
10. Пат. КНР № CN 103750405 A, 30.04.2014. Способ получения тофу с рыбой.
11. Пат. КНР № CN 104012668 A, 03.09.2014. Производство тофу с плесенью EITO.
12. Пат. РФ № 2174318, А 23С20/02, 10.10.2001. Способ получения соевого сыра.
13. Пат. РФ № 2178658, А 2000118965/13, 17.07.2000. Способ получения соевого продукта типа сыра тофу.
14. Пат. РФ № 2192139, А 2000127556/13, 03.11.2000. Способ производства соевого белкового продукта, преимущественно соевого сыра.
15. Проблема дефицита белка и соя // Пищ. пром-сть. – 2002. – № 8. – С. 38–40.
16. Рогов, И.А. Продукты специализированного лечебного питания: обзор. информ. / И.А. Рогов, Э.С. Токаев, Т.С. Попова и др. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1991. – 36 с.
17. Свида, М.С. Питание вчера и сегодня / М.С. Свида, Л.А. Такмакова. – Новосибирск, 2000. – 59 с.

**Сведения об авторе:** Костенко Алина Александровна, аспирант,  
e-mail:alya91@bk.ru.

---

---

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

---

---

УДК 664. 951. 2. 036. 53

**Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин, Д.А. Крикун, С.Д. Угрюмова**  
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОСОЛЬНАЯ ВАННА С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТУЗЛУКА

*Проведен анализ серийно выпускаемых посольных машин для посола гидробионтов по разным технологическим параметрам. Сделаны выводы по рентабельности использования данного оборудования на береговых рыбообрабатывающих предприятиях. Предложена универсальная экспериментальная модель посольной ванны для тузлучного, сухого и смешанного посола гидробионтов с заданной и фиксированной температурой технологического процесса, с возможностью использования данной модели на предприятиях с гибкими технологическими линиями.*

**Ключевые слова:** *посол, посольные устройства, тузлук.*

## **D.Y. Proskura, A.A. Deryabin, D.A. Krikun, S.D. Ugryumova** **UNIVERSAL SALTING TUB WITH FORCED CIRCULATION OF THE BRINE**

*The analysis of commercially available salting machines for salting aquatic organisms for various process parameters. The conclusions on the profitability of the use of this equipment in coastal fish processing factories. The universal experimental model salting bath tuzluchnogo, dry and salted mixed aquatic organisms at a predetermined and fixed temperature process, with flexible production lines.*

**Key words:** *salting, salting device, brine.*

Под посолом понимается операция, обеспечивающая контакт соли или тузлука с поверхностью рыбы путем смешивания рыбы с поваренной солью, погружения ее в соляной раствор (тузлук) или смешивания рыбы с солью с одновременной заливкой ее тузлуком.

Это сложный диффузионно-осмотический процесс, в результате которого в продукте накапливается соль, а из мышц выделяется часть воды, экстрактивных веществ, растворимых белков и витаминов. От количества соли в продукте зависит его вкус и стойкость при хранении.

По содержанию хлористого натрия соленые рыбные продукты подразделяют на слабо-соленые (6–10 %), среднесоленые (до 14 %) и крепкосоленые (более 14 %).

Процесс посола можно условно разделить на два периода: собственно посол и созревание (характерно главным образом для сельдевых, анчоусовых и лососевых рыб). Собственно посол – процесс проникновения соли в мышцы рыбы. Этот период заканчивается в момент, когда концентрация соли в клеточном соке рыбы становится равной концентрации тузлука, окружающего рыбу.

В период просаливания сырья в массообмене участвуют в основном соль и вода. Поваренная соль, проникая в ткани, изменяет свойства белков, характер этих изменений зависит от концентрации хлористого натрия в тканях. Так, при мокром посоле (в тузлуке), если концентрация соли выше ее растворимости, около 75 % белков, растворимых в слабом соляном растворе, переходит в нерастворимое состояние и тем больше, чем выше концентрации тузлука. При концентрации соли, значительно превышающей растворимость, белковые вещества

необратимо изменяют нативную дисперсность. Поэтому мышцы рыбы после удаления соли промывкой набухают хуже, чем до посола. Таким образом, при посоле белковые вещества теряются не только в результате перехода в рассол, но и в результате их гидролиза.

При посоле изменяется морфологическая структура тканей, причем заметного разрушения мышечных волокон не происходит, если посол протекает в обычных условиях. Замечено сжатие жировых прослоек, соединительнотканых образований. Диаметр мышечных волокон в начале посола сокращается, а к концу посола превышает начальную величину. Изменения белковых и других компонентов, входящих в состав мышц, приводят к исчезновению запаха сырости мяса, появлению специфического запаха и вкуса соленого продукта.

Проницаемость тканей рыбы зависит от состояния ее перед посолом и возрастает по мере разрешения посмертного окоченения.

При соприкосновении соляного раствора с поверхностью мышечной ткани сырья возникает обменная диффузия веществ между мышцами и соляным раствором. При этом в мышечной ткани накапливается соль, а в соляном растворе (тузлуке) – растворимые составные части рыбы. При посоле происходит перемещение соли из тузлука в мышечную ткань, перемещение соли в мышцах и выравнивание концентрации соли в системе *мясо-тузлук*. Процесс перераспределения соли между тузлуком и мышечной тканью в своей основе диффузно-осмотический [4, 5].

Животные ткани относятся к капиллярно-пористым материалам с густой сетью макро- и микрокапилляров. Эта система капилляров участвует в диффузном обмене между рыбой и тузлуком, поэтому проникновение соли в ткань и перераспределение ее между тканью и тузлуком происходит осмотически через мембраны и перепонки, покрывающие внешнюю поверхность ткани, и с большей скоростью через систему макро- и микрокапилляров, пронизывающих ткань. Движущей силой перемещения веществ является разница их концентраций в системе *ткань-тузлук*. С увеличением этой разницы возрастает обменная диффузия между тканями и тузлуком. Продолжительность диффузии пропорциональна сопротивлению тканей, которое зависит от свойств ткани и степени ее разрушения.

Продолжительность посола сырья, находящегося в стадии автолиза с размягченными тканями и мороженого, меньше, чем сырья других видов, в связи с частичным разрушением ткани в результате образования кристаллов льда. Жировая ткань замедляет посол, поскольку скорость проникновения соли в нее в несколько раз меньше, чем в мышечную ткань.

Сопротивление переходу соли из тузлука в мышечную ткань через поверхностный слой может быть уменьшено усиленной циркуляцией тузлука у поверхности консервируемого продукта, так как при этом толщина пограничного неподвижного диффузионного слоя (для тузлука) уменьшится.

Степень проникновения соли в рыбу характеризуется отношением массы соли к сумме масс соли и воды, содержащихся в соленой рыбе в данный момент посола, т.е. концентрацией соли в соке рыбы.

В конце посола происходит выравнивание концентрации соли в консервируемом сырье и тузлуке. Под содержанием соли в продукте подразумевается отношение количества соли к массе соленого продукта.

Успех посола зависит от скорости распределения соли между тузлуком и продуктом. Скорость посола зависит от температуры, причем скорость в интервале температур 0–50 °С возрастает во столько раз, во сколько раз увеличивается коэффициент диффузии. Скорость диффузионных процессов прямо пропорциональна также концентрации соли в тузлуке. Диффузию замедляет наличие примесей соли ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{SO}_4$ ).

Количество белковых, минеральных и экстрактивных веществ, переходящих в тузлук, зависит от условий посола (концентрации тузлука, продолжительности посола и т.д.). При длительном посоле возрастает количество продуктов распада белка. Наибольшие потери

рыбой органических веществ наблюдаются при равновесии концентрации соли в сырье и тузлуке [4].

В зависимости от вида добавляемых при посоле вкусовых веществ различают обычный посол, посол с сахаром, пряностями, маринование, в зависимости от способа обеспечения контакта рыбы с солью – сухой, тузлучный и смешанный посолы; в зависимости от температуры – теплый посол, посол с охлаждением и холодный посол; в зависимости от продолжительности соприкосновения рыбы с тузлуком – законченный и прерванный посолы; в зависимости от вида применяемой емкости – чановый и бочковый посолы.

Для бочкового и вкусового посола рыбы и гидробионтов применяют устройства (стационарные железобетонные и передвижные ванны, контейнеры, чаны, бочки, ящики) и машины.

Рыбопосольные машины классифицируют по принципу действия (периодического и непрерывного), способу посола (сухой, тузлучный, смешанный), конструкции транспортирующего органа (барабанные и конвейерные), выполняемым операциям (только для посола, посола и мойки, посола и размораживания).

Для рыбообработывающей отрасли промышленность выпускает несколько рыбопосольных машин разных марок и использующих разные способы посола рыбы и гидробионтов. Это такие модели, как барабанная рыбопосольная машина РПА-3 непрерывного действия для бочкового посола рыбы. Это габаритная, требующая при монтаже специальный фундамент машина узконаправленного действия (сухого посола).

Для вкусового посола в тузлуке рыбы (разделанной, неразделанной, кусков с крепкой консистенцией мышечной ткани) применяется посольная машина конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба» туннельного типа, обладающая весомыми габаритами, высокой производительностью и весом более тонны. Ее устанавливают в линиях кулинарного и консервного производства, она также может работать отдельно [4].

Ряд посольных машин барабанного типа завершает универсальная посольно-моечная машина конструкции ЦПКТБ «Запрыба», которая отличается от посольной машины конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба» устройством привода и его расположением, а также некоторыми техническими данными. Кроме того, машину можно использовать как моечную. Для этого тузлук заменяют водой, а также с помощью вариатора увеличивают частоту вращения барабана. Перед использованием барабанных посольных машин необходимо проверить наличие смазки в картерах редуктора и вариатора и на приводной цепи, заполнить ванну тузлуком, убедиться в том, что тузлукопроводы и ванна герметичны, а патрубки не засорены, а также отрегулировать, вращая маховик вариатора, продолжительность посола. Также требуется следить за равномерностью разгрузки барабана, контролировать уровень тузлука, промывать после посола шланги, барабан, спираль, ванну, провести полную дезинфекцию машины, включая ее с наполненной дезраствором ванной на 1 ч.

Анализ технических характеристик посольных машин барабанного типа представлен в табл. 1.

Также для посола рыбы и гидробионтов широко используются конвейерные посольные машины непрерывного действия для вкусового посола в тузлуке рыбы с различной степенью разделки. Машины разных марок отличаются конструкцией либо пластичного, либо скребкового, либо ковшового конвейера, а также некоторыми технологическими данными. Недостатком вышеперечисленных моделей рыбопосольных машин, при их высокой производительности, являются большие габариты, высокая энергоемкость, сложность в обслуживании при эксплуатации, а также необходимость стационарного расположения на индивидуальном фундаменте [3].

Для бурно развивающихся малых предприятий, занимающихся переработкой рыбы и гидробионтов, такие высокопроизводительные машины не подходят по вышеперечисленным параметрам.

Таблица 1

**Анализ технических характеристик посольных машин барабанного типа**

Table 1

**Performance Analysis of drum type machines ambassadorial**

Показатели	Единицы измерения	Барабанные машины		
		Конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба»	Посольно-мочная ЦПКТБ «Запрыба»	РПА-3
Производительность	кг/ч	1000	500–3300	3500–4500
Продолжительность посола	мин	5–20	4–25	5–25
Частота вращения барабана	об/мин	0,7–3,2	0,2–1,3	10±1
Электродвигатель: мощность	кВт	2,2	1	3,8
частота вращения	об/мин	930	930	1450
габариты	мм	4160×1670×1410	2800×1470×1700	2580×1500×1550
Масса	кг	1216	950	1000

И при производстве малотоннажных партий деликатесной продукции разных наименований приходится использовать обыкновенные чаны и ванны разных габаритов для посола сырья. При необходимости соблюдения температурных режимов посола ванны помещают в холодильные камеры или пересыпают сырье чешуйчатым льдом, что требует наличие в цеху холодильников и льдогенераторов.

Предлагаемая нами посольная ванна лишена этих недостатков, а также имеет некоторые преимущества перед основными посольными системами (рисунок).

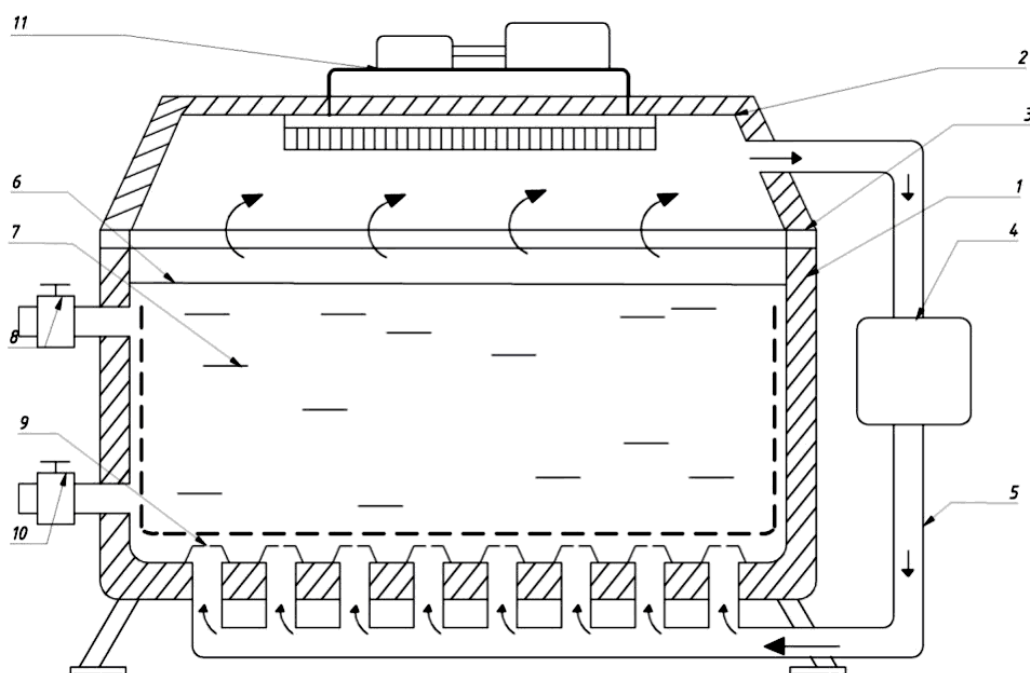
Основной вид посола, на который рассчитана данная посольная ванна, – это вкусовой тузлучный посол [5].

Устройство ванны позволяет сделать посол гидробионтов более качественным за счет принудительного циркулирования тузлука и движения засаливаемого сырья с необходимой скоростью без механического перемешивания (влекущего за собой повреждение сырья), путем дополнительного воздействия пузырьков воздуха на тузлук и сырье одновременно. Встроенный холодильный агрегат позволяет регулировать определенную температуру в посольной ванне, с возможностью изменять ее в зависимости от технологической схемы посола данного вида гидробионтов.

Посол сырья в рыбной промышленности в соляном растворе (тузлучный посол) позволяет получить готовый продукт с более равномерным распределением соли. Причем можно получить готовую продукцию с определенной соленостью, применяя тузлуки различной концентрации [1].

Разновидностью тузлучного посола является посол в циркулирующем тузлуке, при котором через слой рыбы пропускается при помощи насоса тузлук. В промышленности имеются механизированные линии посола рыбы в циркулирующем тузлуке. Недостатком данных линий является их высокогабаритные размеры, так как используют на рыбозаводах с очень высокой производительностью (например, путинных рыбозаводах). А для перекачивания тузлука используются дорогие и сложные в техническом обслуживании насосы, специально изготовленные для перекачки агрессивных жидких сред. Универсальная ванна производит циркуляцию тузлука и гидробионта путем барботации, при движении воздушных пузырьков воздуха со дна ванны к поверхности. При посоле в тузлуке разделанной рыбы или кусками в тузлук попадает некоторое количество жира и водорастворимого белка из сырья, также частицы кожи и чешуя. Наличие таких примесей не желательно. В конструкции универсальной ванны наряду со сливным клапаном для слива тузлука предусмотрен и второй, верхний сливной клапан, который расположен ниже на несколько сантиметров (3÷5 см) от уровня тузлука.





Универсальная посольная ванна с принудительной циркуляцией тузлука и движением гидробионтов:

1 – корпус посольной ванны; 2 – крышка посольной ванны; 3 – полимерное уплотнение между крышкой и ванной; 4 – воздушный (циркуляционный) компрессор; 5 – воздуховод для подачи воздуха в тузлук с гидробионтами; 6 – уровень тузлука; 7 – тузлук с гидробионтами; 8 – верхний сливной клапан для снятия (слива) пены, образующейся в процессе активного соления гидробионтов; 9 – форсунки для подачи воздуха в тузлук с гидробионтами; 10 – нижний сливной клапан для удаления тузлука из посольной ванны; 11 – холодильный компрессор для поддержания технологической температуры внутри посольной ванны

Universal salting tub with compulsory brine circulation and hydrobiont movement: 1 – salting tub body; 2 – salting tub cover; 3 – polymer seal between the cover and the tub; 4 – aerial (circulation) compressor; 5 – air feeding air duct in brine containing hydrobionts; 6 – brine level; 7 – brine containing hydrobionts; 8 – upper overflow valve to remove foam produced during active curing of hydrobionts; 9 – air feeding jets containing hydrobionts; 10 – lower overflow valve to remove brine from the salting tub; 11 – ref compressor maintaining operation temperature in the salting tub

Таблица 2

**Сравнительная таблица вкусового посола гидробионтов в посольных чанах и в универсальной посольной ванне (T = 15 °C)**

Table 2

**Comparative table taste salting salting in aquatic pants and universal salting bath (T = 15 °C)**

Вид сырья	Вес, кг	Тузлучный посол в чане, ч	Посол в универсальной ванне, ч	Массовая доля соли в тузлуке, %
Горбуша	100	12	7	7
Сельдь	100	8	5,5	7
Корюшка	100	5	3	5
Кальмар	100	3	2	5

При движении воздушных пузырьков со дна ванны к поверхности они постепенно выталкивают на поверхность мелкодисперсные примеси и взвешенные примеси в виде чешуи и т.д.

Эти примеси собираются на поверхности тузлука в виде пены, которая и удаляется с поверхности тузлука через верхний сливной клапан с некоторым количеством самого тузлука.

Для разгрузки сырья в ванну и его выгрузки после посола используется сетчатая корзина, которая вставлена во внутрь ванны, и имеет специальные проушины, для помещения и удаления ее из ванны средствами малой механизации (тельфер и др.).

Конструкция ванны позволяет использовать ее и при сухом посоле гидробионтов и при смешанном. Сухой посол чаще применяют для посола рыб с содержанием жира не более 6 % (сельдь, вобла и др.). Засолка производится пересыпанием сырья кристаллической солью, в количестве ( $X_{c_n}$ ) определяемости по формуле Леванидова [4]:

$$X_{c_n} = B c_{cp} / 100 - C_{cp}, \quad (1)$$

где  $B$  – содержание воды в тканях рыбы, кг;  $C_{cp}$  – заданная концентрация соли при установившемся равновесии, кг на 100 кг раствора.

Образующийся на дне ванны соляной раствор (естественный тузлук) при необходимости сливается через нижний сливной клапан. Температура посола задается и поддерживается датчиками встроенного холодильного агрегата.

Расход соли  $X_{c_{mn}}$  при смешанном посоле также определяется по формуле Леванидова:

$$X_{c_{mn}} = (B + B_1) C_{c_{pp}} / 100 - C_{cp}, \quad (2)$$

где  $B$  – количество воды в тканях рыбы, кг;  $B_1$  – количество воды в добавленном тузлуке, кг;  $C_{cp}$  – заданная концентрация соли при установившемся равновесии, кг на 100 кг раствора.

Приведенные выше формулы посола Леванидова используются и при посоле в универсальной ванне [6].

При внесении некоторых корректировок в технологическом процессе посола разных видов гидробионтов в универсальной ванне, таких как  $t^\circ$  посола, время посола, концентрация тузлука, объем засаливаемого сырья, можно добиться очень эффективных схем посола под каждый в отдельности вид сырья, обрабатываемого на данном предприятии.

Исходя из вышеперечисленных данных, можно с уверенностью сказать, что данная универсальная посольная ванна имеет хорошие перспективы использования в работе малых и средних предприятий в области рыбопереработки.

### Список литературы

1. Березин, Н.Т. Пищевое использование рыбы и морепродуктов / Н.Т. Березин. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 55 с.
2. Лагунов, Л.Л. Технология продуктов из морских продуктов / Л.Л. Лагунов, Н.И. Рехина. – М.: Пищ. пром-сть, 1991. – 267 с.
3. Чупахин, В.М. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий / В.М. Чупахин. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 639 с.
4. Корочкина, Л.С. Технология и оборудование рыбообрабатывающих предприятий / Л.С. Корочкина, П.Ф. Панкин. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 263 с.
5. Асано, А. Производство соленых копченых и других морепродуктов / А. Асано. – Токио: РОТОБО, 1998. – 170 с.
6. Фурута, М. Курс по рыбопереработке: монография / М. Фурута. – Токио: РОТОБО, 1998. – 145 с.

**Сведения об авторах:** Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель, e-mail: dim.proscura@mail.ru;

Дерябин Андрей Анатольевич, старший преподаватель, e-mail: geolog@mail.ru;

Крикун Дмитрий Александрович, аспирант, e-mail: kresh.89@bk.ru;

Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.

УДК 628.02.330

**А.А. Тушко, В.И. Максимова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ УДАЛЕНИЯ ВНУТРЕННОСТЕЙ ИЗ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ РЫБЫ**

*Предложена конструктивная схема удаления внутренностей из брюшной полости без вскрытия брюшка рыбы. Рыба, уложенная в колодки рыботорделочной машины, подрезается вдоль хребтовой кости полым дисковым ножом, при этом в брюшную полость периодически вводится струя воды. Одновременно перед головным срезом тушки рыбы создается разрежение при помощи центробежного вентилятора. Предложенный способ позволяет улучшить качество удаления внутренностей и снизить энергозатраты на проведение процесса.*

**Ключевые слова:** дисковый нож, гидроструя, вакуум, центробежный вентилятор.

**A.A. Tushko, V.I. Maksimova**

## **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND REMOVAL TECHNIQUE INTERNALLY FROM THE ABDOMINAL CAVITY FISH**

*A structural diagram of removing the entrails from the abdominal cavity without opening the abdomen of the fish. Fish laid in the stocks fish dressing machine undercut along the backbone of the hollow rotary knife, with the abdominal cavity periodically injected water jet. At the same time to cut the head of the fish creates a vacuum by means of a centrifugal fan. The proposed method can improve the quality and reduce the removal of internal energy to carry out the process.*

**Key words:** rotary cutter, gidrostruya, vacuum centrifugal fan.

Разделка рыбы является одной из трудоемких операций процесса обработки рыбы. Данная операция преимущественно сводится к отрезанию головы, хвостового плавника, реке брюшных и спинных плавников, извлечения внутренностей из брюшной полости рыбы и ее дозачистки. От качества выполнения данной операции зависит доля выхода пищевой части, товарный вид выпускаемой продукции и объем затрат ручного труда на дозачистке. Так как на большинстве предприятий разделка рыбы является первой и основной операцией обработки сырья, поэтому качество и скорость разделки рыбы предопределяет весь дальнейший технологический цикл работы основных участков рыбоперерабатывающих производств.

Разделка крупных и средних рыб осуществляется путем последовательных операций отрезания головы, хвостового плавника, вскрытия брюшной полости и ее зачистки фрезами, скребками, щетками с одновременной подачей воды на рабочие инструменты [1].

Мелкая рыба, например сайра, при механическом способе разделки обрабатывается без вскрытия брюшной полости рыбы с подрезанием головы со стороны спинки и последующим вытягиванием подрезанной приголовной части рыбы захватами за счет вспомогательного бокового транспортера, который расположен под углом к основному несущему транспортеру и использования пары вращающихся валиков, которые производят окончательное удаление внутренностей, оставшихся в тушке рыбы. Данный способ используется в линейных рыботорделочных машинах типа ИРПС, А8-ИРХ и др. [1].

Данный способ удаления внутренностей не является энергоемким, но качество разделки рыбы не превышает 70–80 %.

Для разделки средних рыб эффективным является гидравлический способ удаления внутренностей. Он основан на использовании кинетической энергии струи, которая из гидронасадки подается в брюшную полость. Струя воды, попадая в брюшную полость, сжимает

внутренности с последующим их отрывом от анального отверстия и стенок брюшной полости и выводит образовавшуюся пульпу. На этом принципе работают машины ИРА-104, 106, 112, 115, разработанные Техрыбпромом (г. Калининград) [2].

Однако эксплуатация этих машин показала, что они не обеспечивают нужное качество удаления внутренностей из брюшной полости вследствие большого давления воды (до  $6 \text{ кг/м}^2$ ), травмируют брюшную полость и требуют большого расхода воды (до  $16 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одну машину), что не эффективно для экономики рыбоперерабатывающих предприятий.

Вакуумный способ заключается в извлечении внутренностей через приголовной срез с помощью вакуумных насадок и головок различных конструкций. При этом необходимо в них создавать разрежение в пределах  $(7-8) \cdot 10^4 \text{ Па}$  при диаметре проходного сечения насадки 10–16 мм для сайры [3]. По этой причине в системе вакуум-отсоса используются водокольцевые вакуум-насосы мощностью от 6–12 кВт. По данным причинам указанный процесс является энергоемким.

Нами предложен комбинированный способ удаления внутренностей, согласно которому вода подается не в приголовной срез, а в район анального отверстия, а вакуум в системе создается на всасывающей магистрали с центробежного вентилятора [4, 5].

Согласно предложенному способу в технологическом процессе удаления внутренностей используются следующие операции: отрезание головы; подрезание тушки в районе анального отверстия; подача воды в образованный надрез вдоль хребтовой кости; образование пульпы и ее перемещение к приголовному срезу рыбы; всасывание пульпы вакуумной насадкой; перемещение пульпы в камеру-сборник; отделение пульпы от воздуха.

На рис. 1 приведена технологическая схема удаления внутренностей с использованием указанных выше операций.

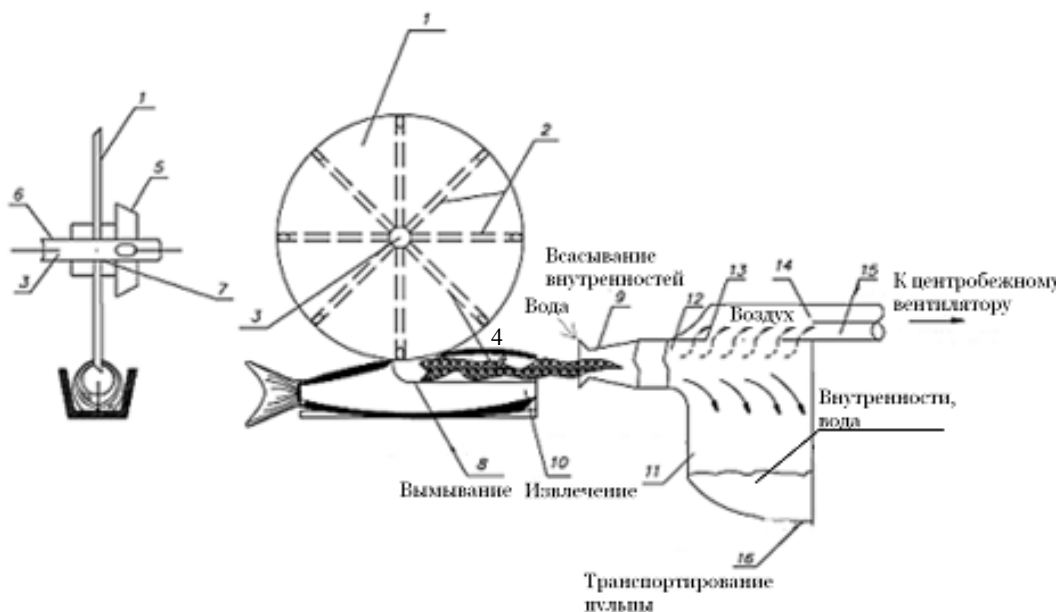


Рис. 1. Технологическая схема удаления внутренностей: 1 – полый диск; 2 – радиальные трубки; 3 – труба; 4 – расходные отверстия; 5 – коническая шестерня; 6 – вал; 7 – щелевое отверстие; 8 – брюшная полость; 9 – вакуумная насадка; 10 – тушка рыбы; 11 – камера-сборник; 12 – вход в камеру-сборник; 13 – сетка; 14 – вентиляционный канал, 15 – подача воздуха к центробежному вентилятору; 16 – удаление пульпы из камеры-сборника

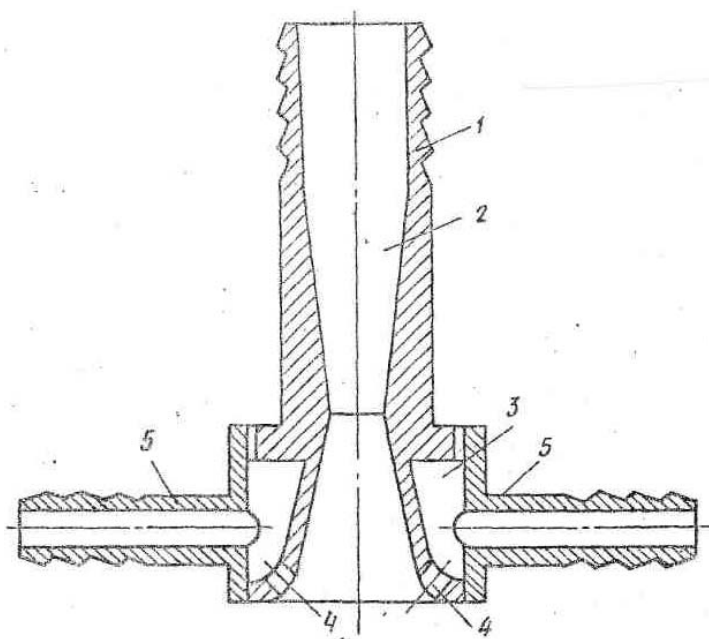
Fig. 1. Technological scheme of removing the entrails: 1 – hollow drive; 2 – are the radial tube; 3 – trumpet; 4 – expendable holes; 5 – bevel gear; 6 – shaft; 7 – schelevoe hole; 8 – abdomen; 9 – vacuum nozzle; 10 – of the fish; 11 – camera-collection; 12 – entry into the collecting chamber; 13 – Net; 14 – vent, 15 – podacha air to the centrifugal fan; 16 – Remove the pulp from the collection chamber

Гидроузел состоит из полого диска 1 с режущей кромкой, в котором имеются радиальные трубки 2, связанные трубой 3 с магистралью подвода воды и расходными отверстиями 4, которые расположены на кромке диска 1 с шагом, равным шагу кассет операционного транспортера рыбообрабатывающей машины. В трубе 3 имеется щелевое отверстие 7, через которое по трубкам 2 вода подводится к отверстиям 4 при совмещении радиального отверстия 4 со щелевым 7.

Пневмоузел состоит из вакуумной насадки 9, расположенной перед головным срезом рыбы 10. Из вакуумной насадки 9 внутренности вместе с водой и воздухом попадают в камеру-сборник 11. В камере-сборнике 11 установлена сетка 13 для отделения воздуха от пульпы. Над сеткой имеется вентиляционный канал 14, который связан с центробежным вентилятором.

На рис. 2 изображена конструкция вакуумной насадки.

Рис. 2. Конструкция вакуумной насадки: 1 – корпус насадки; 2 – центральный канал насадки; 3 – кольцевая полость; 4 – наклонные каналы; 5 – штуцер  
Fig. 2. Constructs the vacuum nozzle: 1 – nozzle body; 2 – nozzle central channel; 3 – annular cavity; 4 – sloped channels; 5 – fitting



Вакуумная насадка 1 имеет центральный канал 2, входная часть которого выполнена в форме полусопла Лавалья, кольцевую полость 3 и наклонные каналы 4, которые соединяют кольцевую полость с каналом 2. Оси канала 4 расположены так, что они пересекают оси канала 2 за пределами насадки. Кольцевая полость 2 с помощью штуцеров 5 подключена к системе подачи воды.

Устройство работает следующим образом: обезглавленная рыба, уложенная в кассеты рыбобороздочной машины, периодически с интервалом подводится к вакуумной насадке 9. При остановке операционного транспортера тушка, уложенная в кассеты спинкой вниз, подрезается в районе анального отверстия режущей кромкой полого диска 1. В образовавшийся надрез по каналам 3 через щель 4 в брюшную полость под давлением подается вода. Вода отрывает внутренности от брюшной полости и перемещает их к торцу вакуумной насадки 9. Через нее пульпа (смесь воздуха, воды, внутренностей) попадает в камеру-сборник. Здесь за счет сетки 13 и разности плотностей воды, воздуха и внутренностей происходит отделение воздуха от воды с внутренностями. В дальнейшем воздух отсасывается по вентиляционному каналу 14, а внутренности вместе с водой клапаном 16 периодически сбрасываются по мере их накопления в камере-сборнике.

По окончании процесса удаления внутренностей (0,3–0,6 с) приводится в движение операционный транспортер. Для предотвращения подсоса воздуха в межоперационный период в насадку 9 засасывается вода.

Покажем на примере преимущества предложенного способа удаления внутренностей. Принимаем время операционного периода 30 с, межоперационного – 30 с. Размер отверстия в диске составляет  $3 \cdot 10^{-3}$  м, давление струи воды 400 кПа, разрежение в системе 40 кПа, диаметр входного сечения вакуумной насадки  $15 \cdot 10^{-3}$  м, коэффициент расхода 0,92 (цилиндрическая насадка).

Скорость истечения воды из отверстий диска ( $v_1$ , м/с) определяется по формуле (1)

$$v_1 = \mu \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_e}}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода;  $\Delta p$  – перепад давления;  $\text{кг/м}^2$ ;  $\rho_e$  – плотность воды,  $\text{кг/м}^3$ .

$$v_1 = 0,91 \sqrt{\frac{2 \cdot 40000}{1000}} = 2,57.$$

Часовой расход воды через отверстие в диске,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$W = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot V \cdot 3600 \cdot 0,5 = \frac{3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 2,57 \cdot 3600 \cdot 0,5 = 0,032. \quad (2)$$

Скорость подсоса воздуха в вакуум-насадку, м/с:

$$V_{\text{возд}} = \mu \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{\text{возд}}}} = 0,91 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 400}{1,2}} = 23,2.$$

Часовой расход воздуха через вакуум-насадку,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$W_{\text{возд}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V_{\text{возд}} = \frac{3,14 \cdot (15 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 23,2 \cdot 1800 = 0,736.$$

Скорость засасывания воды в вакуум-насадку, м/с:

$$V_{\text{в}} = \mu \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{\text{в}}}} = 0,91 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 400}{1000}} = 0,72.$$

Часовой расход воды через вакуум-насадку,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$W_{\text{в}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V_{\text{в}} \cdot 1800 = \frac{3,14}{4} \cdot 0,72 \cdot 1800 = 0,01.$$

Соотношение расхода воды и воздуха, подаваемых в вакуум-насадку в межоперационный период:

$$\eta = \frac{W_{\text{ЭОБ}}}{W_{\text{э}}} = \frac{0,736}{0,01} = 73,6.$$

Мощность, расходуемая на осуществление процесса, определяется по формуле (3), кВт:

$$N = \frac{W \cdot P}{1000}, \quad (3)$$

где  $W$  – производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $P$  – давление, Па.

### Список литературы

1. Поспелов, Ю.В. Механизированные разделочные линии рыбообработывающих производств / Ю.В. Поспелов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 188 с.
2. Погонец, В.И. Основы вакуумной разделки рыбы (теория-эксперимент-оптимизация) / В.И. Погонец. – Владивосток: Дальнаука, 1976. – 95 с.
3. Смирнов, П.Д. Машины для гидравлической разделки рыбы / П.Д. Смирнов. – М.: Пищ. пром-сть, 1987. – 85 с.
4. Тушко, А.А. Вакуумные насадки для удаления внутренностей рыбы / А.А. Тушко, В.Д. Солнцев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Т. 22, ч. 2. – С. 41–47.
5. Тушко, А.А. Гидروвакуумное удаление внутренностей из брюшной полости с использованием центробежного насоса / А.А. Тушко, А.А. Куцый // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 23. – С. 198–203.
6. Тушко, А.А. Усовершенствование процесса удаления внутренностей из брюшной полости рыбы / А.А. Тушко, В.И. Максимова // Инновационные и современные технологии пищевых производств: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – С. 285–288.

**Сведения об авторах:** Тушко Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: alex.tushko@gmail.com;  
Максимова Вера Ивановна, старший преподаватель, e-mail: vimaks13@mail.ru.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ</b> .....	3
<i>Буторина Т.Е.</i> Таксономический обзор паразитов гидробионтов бухты Северной (Славянский залив, Японское море).....	3
<i>Казаченко В.Н.</i> Эволюция морфологических признаков паразитических копепод рыб .....	16
<i>Левенец И.Р., Шевченко О.Г.</i> Таксономический обзор морских растений бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) .....	22
<i>Некрасова М.И., Буторина Т.Е.</i> Таксономический обзор многощетинковых червей бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) .....	34
<b>ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА</b> .....	41
<i>Бахарев С.А., Карасев В.В., Карасев А.В.</i> Использование автономных необитаемых подводных аппаратов в процессе изучения Мирового океана .....	41
<i>Стародубцев П.А., Шевченко А.П., Бакланов Е.Н.</i> Вейвлеты и некоторые аналитические рассуждения об их теоретическом содержании .....	52
<i>Шевченко А.П., Стародубцев П.А., Стародубцев Е.П., Бакланов Е.Н.</i> Акустическая томография океана и упрощенный инструментарий ее реализации в мультистатической схеме с целью обеспечения безопасности мореплавания .....	56
<b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ</b> .....	66
<i>Булах Е.Г.</i> Современное состояние отечественных электронных картографических систем.....	66
<i>Вовченко Н.В.</i> Роль электронных информационных систем в развитии средств навигации .....	74
<i>Кирюха В.В.</i> Методы и средства контроля толщины тонких немагнитных пленок .....	80
<i>Корнейчук Ю.А.</i> Приставки к диагностическим приборам для улучшения их свойств .....	85
<i>Молочков В.Я.</i> Теоретическое и экспериментальное исследование составляющих погрешности цифрового измерителя температуры для сайроловных судов.....	91
<i>Соболенко А.Н.</i> Исследование причин повреждений рамовых подшипников при вибрации и деформации упругих систем фундаментных рам ВДГ .....	97
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	103
<i>Борщ Р.А., Холоша О.А.</i> Обоснование критериев выбора метода оценки рисков промышленного предприятия .....	103
<i>Гусева Л.Б., Богданов В.Д., Панкина А.В.</i> Экспериментальное обоснование состава фаршевых эмульсий в производстве рыбных кулинарных продуктов .....	107
<i>Дементьева Н.В., Пащенко Е.Ю.</i> Технология пресервов из сельди тихоокеанской в соусах на основе рыбных молочек .....	118
<i>Дементьева Н.В., Ильиных А.С.</i> Аналитические исследования современных технологий производства рыбных пресервов .....	125
<i>Есипенко Р.В., Ковалев Н.Н., Порваткин Д.В.</i> Обоснование биотехнологии мерченаририи Стимпсона.....	131
<i>Костенко А.А.</i> Изучение влияния pH коагулянта на формирование сгустка аналога мягкого сыра с использованием молочек горбуши .....	137
<i>Костенко А.А.</i> Способы производства сыра тофу .....	143
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ</b> .....	149
<i>Проскура Д.Ю., Дерябин А.А., Крикун Д.А., Угрюмова С.Д.</i> Универсальная посольная ванна с принудительной циркуляцией тузлука .....	149
<i>Тушко А.А., Максимова В.И.</i> Разработка технологии и техники удаления внутренностей из брюшной полости рыбы .....	155



## CONTENTS

---

---

<b>ICHTHYOLOGY. ECOLOGY</b> .....	3
<i>Boutorina T.E.</i> Taxonomic review of the parasitic organisms in the Severnaya Bay (Slavyanskyi Bay, the Sea of Japan) .....	3
<i>Kazachenko V.N.</i> Evolution morphology data parasitic copepods of fish .....	16
<i>Levenets I.R., Shevchenko O.G.</i> Taxonomic review of the marine plants of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	22
<i>Nekrasova M.I., Butorina T.E.</i> Taxonomic review of the Polychaeta of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	34
<b>INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS</b> .....	41
<i>Bakharev S.A., Karasev V.V., Karasev A.V.</i> The use of autonomous unmanned underwater vehicles in the process of studying the World Ocean .....	41
<i>Starodubtcev P.A., Shevchenko A.P., Baklanov E.N.</i> Wavelets and some analytical considerations about their theoretical content .....	52
<i>Shevchenko A.P., Starodubtcev P.A., Starodubtcev E.P., Baklanov E.N.</i> Acoustic tomography of ocean and simplified instrument for its implementation in multistatic scheme for safety of navigation .....	56
<b>SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES</b> .....	66
<i>Bulakh E.G.</i> Current state of domestic electronic cartographical systems .....	66
<i>Vovchenko N.V.</i> Electronic information systems and the safety of navigation .....	74
<i>Kiryuha V.V.</i> Methods and control the thickness of thin envelopes nonmagnetic .....	80
<i>Korneychuk Y.A.</i> Diagnostic devices prefixes for improvement of their properties .....	85
<i>Molochkov V.Y.</i> Theoretical and experemental reseach of component error digital temperature meter for fishing ships .....	91
<i>Sobolenko A.N.</i> The investigation of reasons of bedplate bearing damages when vibration and deformations are acting on elastic system of auxiliary engine bedplates .....	97
<b>TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS</b> .....	103
<i>Borsch R.A., Kholosha O.A.</i> Justification criteria for the selection of the method of risk assessment of industrial enterprises .....	103
<i>Guseva L.B., Bogdanov V.D., Pankina A.V.</i> Experimental basis of the minced emulsion in the manufacture of fish culinary product .....	107
<i>Dementieva N.V., Paschenko E.Y.</i> Technology of preserved food from the herring pacific in sauces on the basis of fish milts .....	118
<i>Dementieva N.V., Ilinykh A.S.</i> The analytical researches of the modern technologies of the fish preserves production .....	125
<i>Esipenko R.V., Kovalev N.N., Porvatkin D.V.</i> Scientific substantiation of mercenaria Simpsoni biotechnology .....	131
<i>Kostenko A.A.</i> Study of the influence of acidity coagulant clot formation analog soft cheese with milk pink salmon .....	137
<i>Kostenko A.A.</i> Methods of production of cheese tofu .....	143
<b>TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES</b> .....	149
<i>Proskura D.Y., Deryabin A.A., Krikun D.A., Ugryumova. S.D.</i> Universal salting tub with forced circulation of the brine .....	149
<i>Tushko A.A., Maksimova V.I.</i> Development of technology and removal technique internally from the abdominal cavity fish .....	155

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть от 4 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, межстрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате \*.jpg или \*.bmp. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

### **Статья должна включать следующие данные:**

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов сборника:

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовки набирают полужирными заглавными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не более 700 печатных знаков) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

**Введение**

**Объекты и методы исследований**

**Результаты и их обсуждение**

**Выводы**

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

**На английском языке необходимо предоставить следующую информацию** (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

**Сведения об авторах** приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают в себя: Фамилия, имя, отчество (полностью), научная степень, звание, должность, e-mail.

**В редакцию предоставляются:**

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 3 на CD диске, флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника (ректора ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз» Кима Г.Н.) на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза не требуется сопроводительное письмо).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати с гербовой печатью организации.

5. Заявка (Ф.И.О., город, учреждение, название статьи, название рубрики, контактные (рабочий, сотовый) телефоны, дата подачи статьи).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

*Пример оформления статьи*

УДК 123

Ихтиология. Экология

**А.А. Иванов<sup>1</sup>, И.Б. Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup> Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

### НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

*Аннотация.*

**Ключевые слова:** гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы) [1, 2, 3].

### Список литературы

**Сведения об авторах:** Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanova@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: 690087, Россия, Владивосток, ул. Луговая, 52б, каб. 412б  
Тел./факс: (4232) 44-11-76  
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

*Научное издание*

## **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА**

*Сборник научных статей*

Том 35

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина  
Художественный редактор А.А. Устьянцева  
Макет, обложка О.В. Нечипорук  
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 02.09.2015. Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 19,06. Уч.-изд. л. 15,50. Заказ 0564. Тираж 400 экз.  
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного  
государственного технического рыбохозяйственного университета  
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 25