



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

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 34

Том

34

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

Телефон/факс: (4232)44-11-76

e-mail: 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 594.5

В.В. Булыгин

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

БИОЛОГИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТИХООКЕАНСКОГО КАЛЬМАРА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В 2009-2010 ГГ.

Тихоокеанский кальмар – ценный промысловый объект. Рассмотрены некоторые черты биологии тихоокеанского кальмара зал. Петра Великого.

Ключевые слова: тихоокеанский кальмар, длина, масса, соотношение полов, распределение.

V.V. Bulygin

BIOLOGY AND DISTRIBUTION OF PACIFIC SQUID OF THE GREAT PETER BAY IN 2009-2010 YEARS

Pacific flying squid is a valuable fishery object. In this work are considered some lines of biology Pacific flying squid in the Great Peter Bay.

Key words: Pacific flying squid, length, weight, sex ratio, distribution.

В настоящее время, когда запасы основных промысловых видов значительно сократились, возникает необходимость поиска новых перспективных промысловых объектов, к которым следует отнести некоторых головоногих моллюсков: кальмаров, каракатиц и осьминогов. По численности первое место занимают кальмары семейства *Ommastrephidae*. Основу промысловых запасов головоногих моллюсков в Японском море составляет тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus*. Промысел его ведут Япония, Южная Корея, КНДР и Китай. Общий ежегодный вылов кальмара в Японском море варьирует от 380 до 720 тыс. т. Суммарный вылов российских малотоннажных кальмароловных судов не превышает 1 тыс. т, тогда как возможный вылов тихоокеанского кальмара для подзоны Приморье в последние годы прогнозируется около 100 тыс. т. Основными причинами, сдерживающими развитие промысла этого вида в нашей стране, являются: сезонность лова, низкая востребованность на внутреннем рынке, отсутствие специализированного кальмароловного флота и необходимого промыслового вооружения. Однако, как показывают исследования в 1997–1998 гг. и 2011 г. в прибрежных районах Японского моря, для успешного ведения промысла нужны не только современное промысловое и навигационное оборудование, но и хорошие знания промысловой экологии этого кальмара. Зал. Петра Великого является перспективным районом для организации промысла тихоокеанского кальмара, который с июня по ноябрь образует промысловые скопления [1, 2, 3].

Цель настоящей работы – изучение некоторых черт биологии и распределения тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого (Японское море) в 2009–2010 гг.

Материал, положенный в основу работы, собран в зал. Петра Великого сотрудниками лаборатории ресурсов пелагиали ТИНРО-Центра летом–осенью 2009–2010 гг. С июня по октябрь, дважды в месяц, по стандартной схеме станций проводилась комплексная съемка зал. Петра

Великого. Сбор материала осуществлялся в темное время суток. Поисковые работы проводились в светлое время суток и сводились к выполнению получасовых контрольных дрейфовых станций в районах с благоприятными гидрологическими условиями. На станциях проводился облов толщи воды до дна автоматическими лебедками и ручными удочками. Биологический анализ кальмаров включал измерение длины мантии, массы, определение пола и стадии зрелости, наполнение желудка и визуального определения состава пищи. Для самок дополнительно измеряли длину и ширину нидаментальных желез и отмечали следы спаривания.

По данным Г.А. Шевцова, в летне-осенний период в зал. Петра Великого обитает кальмар четырёх группировок. Первая «волна» мигрирующего кальмара представлена средне-размерными особями зимней группировки. Анализ размерного состава тихоокеанского кальмара в 2009–2010 гг. показал соответствие с имеющимися в литературе сведениями.

В июле 2009 г. размеры тихоокеанского кальмара изменялись от 7 до 27 см, средний размер $19 \pm 0,13$ см, кальмар был представлен неполовозрелыми особями. В модальную группу вошли особи с длиной мантии от 18 до 19 см. Эта мода характерна для зимне-нерестующей группировки тихоокеанского кальмара (рис. 1).

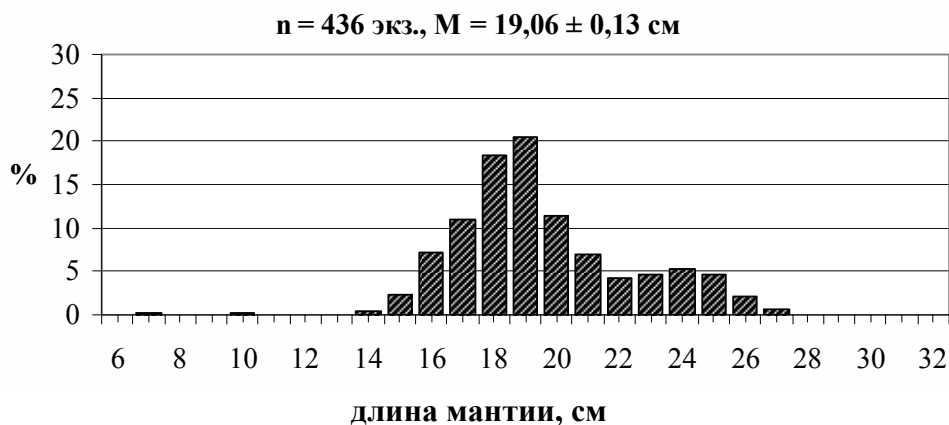


Рис. 1. Размерный состав тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого в июле 2009 г.
Fig. 1. The dimension of Pacific Squid in the Peter the great gulf in July 2009

В июле 2010 г. размеры кальмара составляли от 10 до 27 см при среднем размере $19,1 \pm 0,3$ см. В уловах присутствовали кальмары трех размерных группировок с модами 13, 20 и 25 см. Самая мелко-размерная группировка, по всей видимости, является весенне-нерестующей, среднеразмерная группировка является зимне-нерестующей, наиболее крупные особи можно отнести к осенне-нерестующей группировке (рис. 2).

В октябре 2009 г. размеры тихоокеанского кальмара изменялись от 21 до 28 см, средний размер кальмаров был $24,2 \pm 0,08$ см. В модальную группу вошли особи от 24 до 25 см. В это время основу скоплений уже составлял крупноразмерный кальмар, совершающий обратные миграции к местам нереста (рис. 3).

В октябре 2010 г. размеры кальмара изменялись от 4 до 29 см со средним значением $23,7 \pm 0,3$ см. В модальную группу вошли особи с длиной мантии от 25 до 26 см. Складывалась такая же ситуация, как и в 2009 г., однако в этот период присутствуют особи весенне-нерестующей группировки (рис. 4).

Результаты изучения изменчивости размерной структуры тихоокеанского кальмара в июле–октябре 2009–2010 гг. подтверждают выводы ряда исследователей о том, что этот вид представлен несколькими сезонными нерестовыми когортами [1–5].

Аналогично изменению длины тела происходило изменение средних показателей массы. Корреляция этих признаков достаточно высокая.

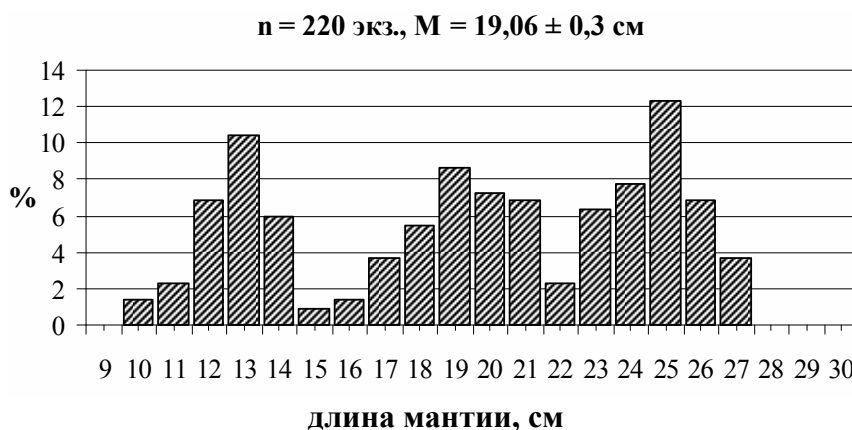


Рис. 2. Размерный состав тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого в июле 2010 г.
Fig. 2. The dimension of Pacific Squid in the Peter the great gulf in July 2010

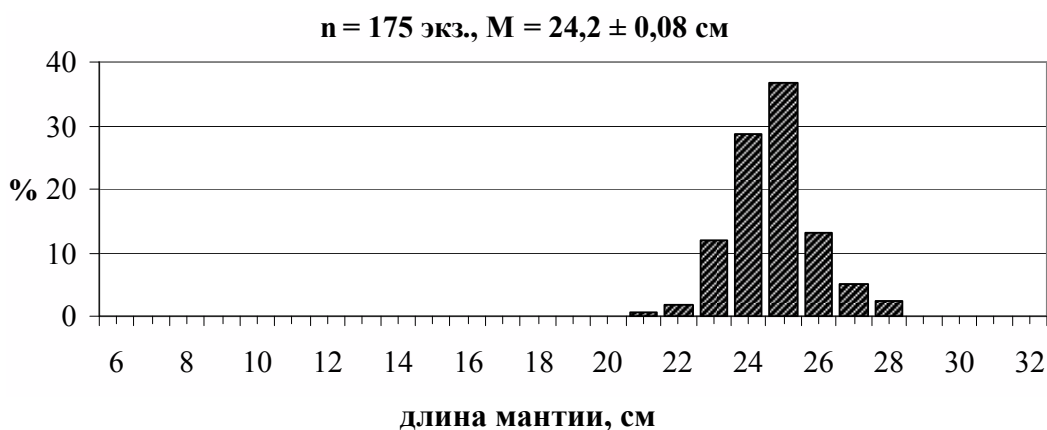


Рис. 3. Размерный состав тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого в октябре 2009 г.
Fig. 3. The dimension of Pacific Squid in the Peter the great gulf in October 2009

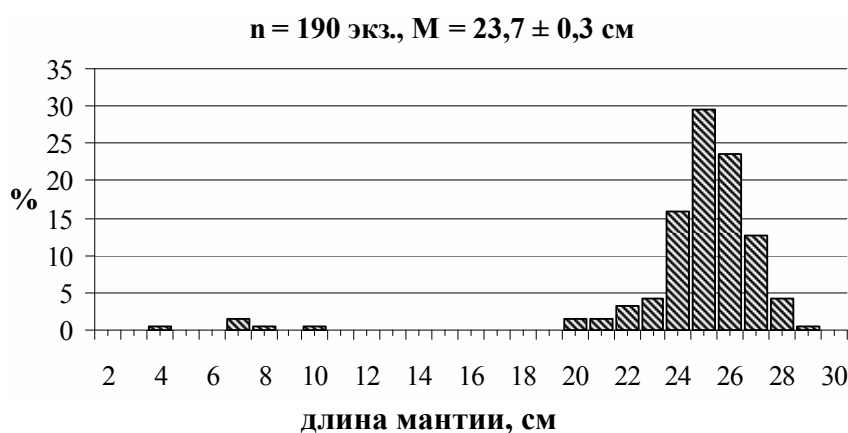


Рис. 4. Размерный состав тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого в октябре 2010 г.
Fig. 4. The dimension of Pacific Squid in the Peter the great gulf in October 2010

Анализ размерно-массовых характеристик тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого показал, что в июле–октябре (2009–2010 гг.) в уловах попадался кальмар с длиной мантии от 4 до 30 см и массой от 10 до 600 г.

Возраст кальмара в данной работе не определялся. Но многолетние эксперименты по мечению позволили установить, что продолжительность жизненного цикла тихоокеанского кальмара не превышает одного года, что соответствует оценкам по статолитам.

Соотношение полов было близко 2 : 1, с преобладанием самок. Кальмары (как самки, так и самцы) находились в основном на второй–третьей стадиях зрелости.

В период наблюдения с июля по октябрь 2009–2010 гг. основу питания кальмара составляла рыба (сайра и анчоус). Максимальная интенсивность питания кальмара в 2009 г. была отмечена в июле, когда средний балл наполнения желудков составил 1,5, и в сентябре 2010 г., когда наполнение желудков достигало 2 балла.

Ареал обитания тихоокеанского кальмара в летне-осенний период в Японском море простирается до 52° с.ш. и полностью охватывает зал. Петра Великого.

Подходы кальмара летом–осенью 2009 г. можно охарактеризовать как обильные, с образованием промысловых скоплений, максимальный вылов на усилии был отмечен в октябре (83 экз./леб).

Подходы кальмара в 2010 г. были нестабильные, так как основной поток мигрирующего нагул кальмара проходил в мористых районах. Максимальный улов на усилии был отмечен в сентябре (30 экз./леб).

Полученные данные пополнят сведения об особенностях биологии и распределения тихоокеанского кальмара.

Список литературы

1. Kidokoro, H. Impact of climate regime shift on the migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan / H. Kidokoro, T. Goto, T. Nagasawa et al. // Int. Coun. For the Exp. Of the Sea. Ochoro Journals. – 2010. – P. 1314–1332.
2. Карякин, К.А. Опыт выделения участков, перспективных для промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus*, в заливе Петра Великого (Японское море) в осенний период / К.А. Карякин, Ю.В. Новиков, Н.М. Мокрин // Тез. докл. XIII Междунар. конф. по промысловой океанологии. – Калининград, 2005. – 130–131 с.
3. Мокрин, Н.М. Экология и перспективы промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в Японском море: дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2006. – 156 с.
4. Промысел пелагических кальмаров: учеб. пособие / М.А. Мизюркин, Н.М. Мокрин, О.Н. Кручинин, Е.В. Слободской, В.Г. Богатков. – Владивосток: ДИПК, 2007. – 34 с.
5. Нессис, К.Н. Головоногие умные и стремительные / К.Н. Нессис. – М.: Октопус, 2005. – 208 с.

Сведения об авторе: Булыгин Владимир Владимирович, аспирант.

УДК 639.371.61

А.Н. Ищенко, И.Г. РыбниковаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
КИТАЙСКОГО ОКУНЯ В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ***Китайский окунь – «краснокнижный» вид бассейна оз. Ханка. Рассматривается попытка его искусственного воспроизводства в 2014 г.***Ключевые слова:** китайский окунь, ауха, искусственное воспроизводство, биотехника разведения.**A.N. Ishenko, I.G. Rybnikova****PECULIARITY ARTIFICIAL REPRODUCTION
OF *SINIPERCA CHUATSI* IN THE CONDITIONS OF PRIMORYE***Chinese perches are redbook species drainage basin lake Chanka. In this work was considered attempt his artificial reproduction in 2014 year.***Key words:** chinese perches, Aucha fish, artificial reproduction, biotechnology breeding.

В списке «краснокнижных» рыб России много представителей амурской ихтиофауны (желтощек, черный амур, черный амурский лещ, мелкочешуйный желтопер, китайский окунь-ауха, сом Солдатова), численность которых в последние годы резко снизилась из-за нерационального промысла и загрязнения вод Амура.

В бассейне оз. Ханка обитает более 87 видов рыб, из которых более 20 видов – промысловые, 7 видов внесены в Красную книгу РФ [1, 2, 3].

Китайский окунь, или ауха *Siniperca chuatsi* – редкий вид, находящийся под угрозой исчезновения. Пресноводный жилой вид, обитает в реках Китая, Кореи, а также России (Амур, Уссури и оз. Ханка).

Ауха – один из немногих пресноводных представителей семейства Перцихтовых, куда входят главным образом морские или солоноватоводные окуни. Это довольно крупная рыба (длина до 70 см), промысловое значение которой можно существенно увеличить, используя методы акклиматизации и искусственного воспроизводства. Добывают китайского окуня плавными жаберными сетями и закидными неводами.

Живет китайский окунь одиночно, стай не образует, если не считать небольших преднерестовых группировок, и принадлежит к редким видам животных. Ауха любит чистую светлую воду, однако в просторных, достаточно глубоких озерах живет охотно. При половодьях заходит и в небольшие пойменные озера. Будучи очень чувствительным к уровню воды, он уходит на глубину, поближе к Амуру, сразу же, как только после подъема вода установится «на мере». Это, однако, не относится к молоди: сеголетки порой остаются в отшнуровывающихся водоемах.

Китайский окунь – типичный хищник, переходящий на хищный образ жизни с момента начала активного питания. Мальки длиной 5 мм уже питаются молодькой других рыб (рисунок).

Половозрелым становится на 5-м году жизни при длине 32–34 см. Нерест порционный, происходит в июне–июле. Нерестовый период растянут на два летних месяца и происходит в три приема. Икра пелагическая придонная, с одной жировой каплей. Размножается ауха на течении, икру мечет в толщу воды, здесь же она оплодотворяется, а потом сносится вниз по течению по-над дном. Плодовитость от 48 до 380 тыс. икринок, в среднем около 160 тыс. Массовый нерест проходит при температуре воды 20–26 °С. Через 3–5 сут свободного плавания из икринки вылупляются предличинки, размером 1,5 см, еще 1–2 дня они развиваются,

используя эндогенные запасы желточного мешка, с сохраняющейся жировой каплей, затем переходят на непродолжительный период смешанного питания, после чего переходят на экзогенное питание, начиная охотиться на других личинок. Уже через 1,5 сут после вылупления у личинки на хорошо развитых челюстях формируются острые зубы. Спустя одну-две недели после вылупления мальки подходят в прибрежную зону и начинают активный нагул и рост. Молодь растет чрезвычайно быстро, очень рано начинает питаться мальками других видов рыб, отмечены случаи каннибализма [2, 4, 5, 6].



Китайский окунь, или ауха
Chinese perches or *aucha*

Работы по разведению китайского окуня-аухи для зарыбления естественных водоемов Приморского края проводились в регионе на оз. Ханка Коваликом в 1959 г.

Цель настоящей работы – разработка биотехники разведения китайского окуня-аухи, получение нормативных показателей по его искусственному воспроизводству в условиях Приморского края (в рамках программы ФГБУ «Приморрыбвод» по воспроизводству редких и исчезающих видов рыб в 2013–2016 гг.).

Отлов производителей «краснокнижных» видов рыб осуществлял ИП «Янин» в нижнем течении р. Мельгуновка бассейна оз. Ханка подъемной сетью. С 12 июня по 20 июня 2014 г. были отловлены 4 экз. окуня-ауха (таблица). До перевозки на фермерско-крестьянское хозяйство «Чистые пруды» (Хорольский район) рыба выдерживалась в месте отлова в мелкоячеистом газовом садке с размерами 1,0x1,5x1,0 м, а 21 июня производители аухи благополучно были перевезены в живорыбном баке с аэрацией на ФКХ «Чистые пруды» и после уравнивания температур помещены в газовые садки, установленные в пруду. Был отрегулирован поток воды.

Во время выдерживания окуня-аухи регулярно осуществлялась подкормка производителей малоценными видами рыб (горчак, гольян, укляя и др.). Установлено, что ауха в преднерестовый период не питается рыбой.

С целью стимуляции созревания половых продуктов у окуня-аухи был применен препарат «Нерестин 6А» из расчета 0,25 мл на 1 кг веса. Кроме того, двух самцов и самку, инъецированных препаратом, поместили в садок из газа с размерами 0,4x1,0x0,4 м. Инъецирование производителей осуществлялось в вечернее время. На следующий день при осмотре производителей было выявлено, что самка китайского окуня-аухи отнерестилась в садке (примерно 80 тыс. шт. икринок). Рыба была отсажена из садка. Часть икры была помещена в аппарат Вейса и инкубировалась при потоке воды 1 л/мин, оставшаяся икра инкубировалась непо-

средственно в маленьком мелкочейстом садке. Через три дня (приблизительно 80 ч) при осмотре садка и аппарата Вейса личинок аухи не обнаружено. Гибель личинок мы связываем с заилинием садка и поднятием температуры воды в пруду и аппаратах Вейса до 25–26 °С.

Характеристика производителей Characteristics of males and female with maturity gonads

Производители	Вес, г	Длина, см	Стадия зрелости
Самец	4960	70	III-IV
Самец	2200	50	III-IV
Самец	1200	40	III-IV
Самка	600	32	III-IV

В связи с высокой температурой воды в водоеме выдерживания, во избежание гибели производителей, для подготовки производителей к 3-му этапу нереста (так как у самок аухи икра созревает порционно в 3 этапа) производители для дальнейшего выдерживания были доставлены в контролируемые условия Приморского Океанариума (адаптационный корпус). В связи с прохождением адаптационного периода производителей 3-го этапа нереста не произошло.

На основании работ, проведенных в июне–июле 2014 г. по искусственному воспроизводству китайского окуня в условиях Приморского края, были сделаны следующие выводы: 1) окунь-ауха в период нереста образует скопления на песчаном грунте; 2) во время выдерживания в садках (преднерестовое состояние) окунь-ауха не реагирует на рыбу других видов; 3) выдерживать производителей в садках до полного созревания необходимо при температуре воды не более 24 °С; 4) для созревания производителей до текучего состояния возможно применение препарата «Нерестин 6А»; 5) инкубацию оплодотворённой икры проводить в аппаратах Вейса при температуре воды 22–24 °С.

Список литературы

1. Бушуев, В.П. Пресноводные и эстуарные рыбы Приморья: справ. / В.П. Бушуев, Е.И. Барбанщиков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – 314 с.
2. Красная книга Приморского края: Животные. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. – Владивосток: АВК «Апельсин», 2005. – 448 с.
3. Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ [от 17 февраля 2014 г. № 212-р]. Текст распоряжения опубликован на официальном интернет-портале правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 24.02.2014.
4. Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением: учебник / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. – СПб.: Лань Сп, 2014. – 256 с.
5. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: Моркнига, 2013. – 417 с.
6. Рыжков, Л.П. Основы рыбоводства / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. – СПб.: Лань Сп, 2011. – 528 с.

Сведения об авторах: Ищенко Алексей Николаевич, аспирант;
Рыбникова Ирина Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: berehzok@mail.ru.

УДК 591.69-7

В.Н. Казаченко¹, Н.В. Фещенко², N.V. Ha³

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

²ДВГУПС, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47

³Institute of Ecology and Biological Resources, VAST, Hanoi, Vietnam

ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ РОДА *HAEMOBAPHES* (CRUSTACEA: COPEPODA) В ТИХОМ ОКЕАНЕ И ЧУКОТСКОМ МОРЕ

В северо-восточной части Тихого океана и Чукотском море зарегистрировано 7 видов рода Haemobaphes. Приведены хозяева копепод рода Haemobaphes, распространение, определительные таблицы семейства Pennellidae и видов рода Haemobaphes.

Ключевые слова: паразитические копеподы, род Haemobaphes.

V.N. Kazachenko, N.V. Feshchenko, N.V. Ha PARASITIC COPEPOD OF GENUS *HAEMOBAPHES* (CRUSTACEA: COPEPODA) IN PACIFIC AND THE CHUKCHI SEA

In the northeastern part of the Pacific Ocean and the Chukchi Sea are registered 7 species Haemobaphes. The hosts copepods species Haemobaphes and distribution are given, keys of family Pennellidae and species of Haemobaphes.

Key words: parasitic copepod, genus Haemobaphes.

Введение

Копеподы (Crustacea: Copepoda) – разнообразная и многочисленная группа животных; их число оценивается от 7 500 до 11 500 видов [1, 2], среди них имеются свободноживущие, комменсалы и паразиты. Паразитические копеподы рыб имеют большое практическое значение, так как они способны вызывать гибель хозяев [3, 4], снижать их массу и упитанность [5]. Они поражают практически все органы и ткани рыб, оказывают отрицательное воздействие на весь организм хозяина в целом [6]. Поэтому изучение паразитических копепод рыб является актуальной задачей.

Среди паразитических копепод рыб имеются виды, поражающие жизненно важные органы рыб, например, сердце. К таким паразитам относятся представители рода *Haemobaphes*, обитающие на севере Тихого океана.

Работ, в которых можно было бы найти сведения о всех представителях рода, нет. Сведения о морфологии паразитических копепод рыб разбросаны в многочисленных статьях, в которых описываются новые для науки и переописываются «старые» виды копепод, а также в монографиях [например, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 и др.].

Паразитическим копеподам рода *Haemobaphes* северной части Тихого океана посвящено несколько статей [20, 23, 24, 25, 26].

Материал и методы

Материалом для статьи послужили сборы паразитических копепод от рыб дальневосточных морей (Японское, Охотское, Берингово и Чукотское) сотрудниками лаборатории прикладной паразитологии Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), ныне Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр); первый автор принимал участие в сборе материала. Всего обследовано (таблица) 17 видов рыб из 8 семейств (2008 экз., заражено 82 экз., процент заражения 39,4).

Список обследованных и зараженных рыб
List surveyed and infected fish

№ п/п	Хозяин	Количество, экз.		% заражения
		обследовано	заражено	
Семейство Osmeridae				
1	<i>Mallotus villosus</i>	47	6	12,8
2	<i>Thaleichthys pacificus</i>	137	2	1,5
Семейство Gadidae				
3	<i>Boreogadus saida</i>	139	6	4,3
4	<i>Gadus macrocephalus</i>	24	3	12,5
5	<i>Theragra chalcogramma</i>	312	32	10,3
Семейство Moridae				
6	<i>Laemonema longipes</i>	11	3	27,3
Семейство Merluccidae				
7	<i>Merluccius productus</i>	1276	3	0,2
Семейство Cottidae				
8	<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	2	1	-
9	<i>G. tricuspis</i>	14	4	28,6
10	<i>Icelus</i> sp.	3	1	-
Семейство Cyclopteridae				
11	<i>Eumicropterus orbis</i>	4	1	-
12	<i>E. spinosus</i>	3	2	-
Семейство Liparidae				
13	<i>Liparis dennyi</i>	3	3	-
14	<i>L. fuscensis</i>	5	4	-
15	<i>Liparis</i> sp.	8	6	-
16	<i>Crystallias matsushima</i>	19	4	
Семейство Stichaeidae				
17	<i>Pholidapus dybowskii</i>	1	1	-
ИТОГО		2008	82	39,4

Сбор, фиксация, хранение и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам [27].

Результаты

Род *Haemobaphes* относится к семейству Pennellidae. Для дифференциации рода *Haemobaphes* от других родов семейства приводим определительную таблицу.

Определительная таблица родов семейства Pennellidae

- 1а. Туловище S-образно изогнуто 2
 б. Туловище не изогнуто, прямое 6
 2а. Яйцевые мешки скручены в спираль 3
 б. Яйцевые мешки образуют неправильную спираль *Lernaeocera* Blainville, 1822
 3а. Задняя часть тела покрыта отростками, напоминающими ветви *Lernaeolophus* Heller, 1868
 б. Задняя часть тела не покрыта отростками 4
 4а. Шея длинная, имеет латеральные отростки *Haemobaphes* Steenstrup et Lütken, 1961

б. Шея длинная, без отростков	5
5а. Первые три пары плавательных ног двуветвистые, четвертая одноветвистая	<i>Trifur</i> Wilson, 1917
б. Все четыре пары плавательных ног одноветвисты	<i>Allotrifur</i> Yamaguti, 1963
6а. Яйцевые мешки скручены неправильно или спирально	7
б. Яйцевые мешки прямые	10
7а. Тело цилиндрическое, сужающееся к переднему концу	8
б. Тело иной формы	9
8а. Третья и четвертая пары ног расположены на головогрудь у границы с шеей	<i>Nagasawanus</i> Uyeno, 2015
б. Третья и четвертая пары ног расположены на шее	<i>Exopenna</i> Boxshall, 1986
9а. На переднем конце головогрудь имеются разветвленные рога	<i>Phrixocephalus</i> Wilson, 1908
б. Головогрудь эллипсоидная, имеет пару выпуклых долей	<i>Creopelates</i> Shiino, 1953
10а. Плавательные ноги отсутствуют	<i>Serpentisaccus</i> Blasiola, 1979
б. Плавательные ноги имеются	11
11а. Имеется только 1 пара плавательных ног	<i>Impexus</i> Kabata, 1972
б. Имеются 4 пары плавательных ног	12
12а. Брюшко отсутствует	13
б. Брюшко имеется	14
13а. Головогрудь имеет одну пару роговидных отростков	<i>Pseudopeniculus</i> Castro, 2014
б. Головогрудь имеет две пары роговидных отростков	<i>Propeniculus</i> Castro, 2014
14а. Брюшко имеет латеральные отростки	15
б. Брюшко не имеет латеральных отростков	16
15а. Латеральные отростки брюшка разветвлены, голова имеет хитиновые рога	<i>Pennella</i> Oken, 1816
б. Латеральные отростки брюшка не разветвлены	<i>Parinia</i> Kazatchenko et G. Avdeev, 1977
16а. Задний край туловища имеет пару длинных отростков	<i>Peniculisa</i> Wilson, 1917
б. Задний край туловища не имеет выростов и отростков	17
17а. Рот и ротовые конечности расположены не вершине хоботка, который длиннее оставшегося тела	<i>Ophiolernaea</i> Shiino, 1958
б. Хоботок короткий или отсутствует	18
18а. Шея образует с туловищем угол	<i>Peroderma</i> Heller, 1868
б. Шея и туловище находятся на одной линии	19
19а. Первый грудной сегмент длинный	<i>Metapeniculus</i> Castro et Baeza, 1985
б. Первый грудной сегмент короткий	20
20а. Четвертая пара ног отсутствует	<i>Sarcotretes</i> Jungersen, 1911
б. Четвертая пара ног имеется	21
21а. Передняя часть головогрудь покрыта многочисленными разветвленными отростками	<i>Cardiodectes</i> Wilson, 1917
б. Передняя часть головогрудь не покрыта многочисленными разветвленными отростками	22
22а. Головогрудь не имеет отростков	<i>Peniculus</i> Nordmann, 1832
б. Головогрудь имеет отростки или вздутия	<i>Lernaenicus</i> Lesueur, 1824

Подотряд Siphonostomatoidea Latreille, 1829

Семейство Pennellidae Burmeister, 1835

1. *Haemobaphes cresseyi* Kazatchenko, 1995

Описание вида см. [20].

Обсуждение. Наибольшее сходство этот вид обнаруживает с *H. pannosus*, которого он внешне сильно напоминает. Это сходство обусловлено наличием у каждого из них многочисленных неправильной формы отростков. Однако число этих отростков и характер некоторых из них (в частности, вентральных) у этого вида различаются. Так, у *H. pannosus* на брюшной стороне шеи имеется три пары отростков, первые две – шаровидные, последняя – длинная, пальцевидная; у *H. cresseyi* этой последней пары нет, а первые две пары, хотя и коротки, но не шаровидны, а чаще всего усложнены, лопастевидные.

H. cresseyi является специфичным паразитом рыб рода *Liparis* Artedi.

Распространение: Берингово, Охотское (о. Итуруп, Восточный Сахалин) и Японское моря (зал. Петра Великого).

2. *Haemobaphes cyclopterina* (Fabricius, 1780)

Син.: нес *Lernaea cyclopterina* Muller, 1776 (nom. nudum); *L. cyclopterina* Fabricius, 1780; *Schisturus cyclopterinus* Oken, 1816; *Anops (Lern.) cyclopterina* Oken, 1816; *Lernaeocera cyclopterina* (Fabricius, 1780); *Haemobaphes cyclopterinus* (Fabricius, 1780).

Хозяева, интенсивность и экстенсивность инвазии, места обнаружения: по 1 экз. на жаберных дугах 6 из 139 обследованных в сентябре 1973 г. *Boreogadus saida* в Чукотском море (66° 41 с.ш., 170° 40 з.д., 66° 23 с.ш., 169° 30 з.д., 66° 40 с.ш., 170° 47 з.д., 67° 01 с.ш., 169° 30 з.д., сентябрь 1973 г.) и Беринговом проливе (65° 01 с.ш., 171° 09 з.д., сентябрь 1973 г.); по 1 экз. на жаберных дугах 3 из 12 обследованных *Gymnocanthus tricuspis* у о. Ионы (июль 1973 г.); по 1 экз. на жаберных дугах 6 из 47 *Mallotus villosus* Кроноцкий зал. (20 августа 1973 г.); по 1 экз. на жаберных дугах 1 из 3 *Icelus* sp.; по 1 экз. на жаберных дугах 6 из 8 *Liparis* sp. Охотское море.

Обсуждение

Вид *H. cyclopterina* зарегистрирован на 32 видах хозяев, относящихся к 24 родам 11 семейств 5 отрядов: Gadiformes – Gadidae: *Boreogadus saida*, *Merlangus merlangus*; Perciformes – Pholidae: *Pholis fasciatus*, *P. gunnellus*, Stichaeidae – *Lumpenus lampraeformis*, Zoarcidae – *Gymnelis viridus*, *Lycenchelys sarsi*, *L. vahli*, *L. verrillii*, *Lycodes vahlii*; Pleuronectiformes – Pleuronectidae: *Glyptocephalus cynoglossus*, *Hippoglossoides platessoides*, Scophthalmidae: *Lepidorhombus whiffiagonis*; Salmoniformes – Osmeridae: *Mallotus villosus*; Scorpaeniformes – Agonidae: *Agonus cataphractus*, Cottidae: *Artediellus uncinatus*, *Artedius harringtoni*, *Cottus dubius*, *C. norvegicus*, *Gymnocanthus tricuspis*, *Icelus bicornis*, *Icelus* sp., *Micrenophrys lilljeborgi*, *Myoxocephalus scorpius*, *Oligocottus maculatus*, *Taurulus bubalis*, Cyclopteridae: *Eumicrotremus spinosus*, Liparidae: *Careproctus longipinnis*, *C. reinhardti*, *Liparis ingens*, *L. lineatus*, *L. truncatus*, *Liparis* sp., Scorpaenidae: *Sebastes marinus*, *S. norvegicus*.

B. saida и *G. tricuspis* – новые хозяева *H. cyclopterina*.

Распространение: арктические моря, северная часть Атлантического океана, Чукотское море, Британская Колумбия, тихоокеанское побережье п-ва Камчатка, северные части Охотского и Берингова морей.

3. *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917

Син.: *H. theragrae* Yamaguti, 1939.

Хозяева, интенсивность и экстенсивность инвазии, места обнаружения: по 1 экз. на жаберных дугах 3 из 36 *Theragra chalcogramma* в сентябре-октябре 1976 г. у Курильских

о-вов, Восточного Сахалина, в Охотском море; 1 экз. на 2-й жаберной дуге 1 из 2 обследованных *Gymnocanthus herzensteini* 7 июля 1973 г. в Татарском проливе (46° 43 N, 141° 34 E); по 1 экз. на жаберных дугах 2 из 9 *G. macrocephalus* обследованных 20-21 августа 1973 г. в Камчатском и Карагинском зал.; 1-3 экз. на жаберных дугах 29 из 276 обследованных *Th. chalcogramma* в июле–октябре 1973 г. у восточного побережья о. Сахалин (52° 19 N, 143° 57 E), Восточной Камчатки (51° 58 N, 158° 30 E; 51° 47 N, 158° 12 E; 52° 25 N, 158° 28 E), в Кроноцком (53° 50 N, 160° 18 E) и Авачинском (52° 36 N, 158° 41 E) зал., Беринговом море (61° 29 N, 175° 26 E; 26° 08N, 177° 11W; 62–63° N, 174-176° W) и у южного побережья о. Хоккайдо с тихоокеанской стороны (42° 00 N, 143° 28 E); 1 экз. на жаберной дуге 1 из 15 обследованных 23 декабря 1972 г. *G. macrocephalus* с тихоокеанской стороны у Северных Курил (50° 43 N, 156° 45 E); по 1 экз. на жаберной дуге 3 из 11 обследованных *Laemonema longipes* в Охотском море; по 1 экз. у 3 из обследованных 1276 экз. *Merluccius productus* в северо-восточной части Тихого океана в июне–октябре 1973 г.

Самка. Тело подразделяется на головогрудь (голову), шею, туловище с яйцевыми мешками и абдомен (рис. 1). Головогрудь сферическая (рис. 2), ширина превышает длину, имеются две пары отростков: передняя пара более длинная и задняя – более короткая. Шея цилиндрическая, тонкая и длинная, изогнута в виде буквы «U», в месте изгиба шеи расположена пара цилиндрических латеральных отростков с закругленными концами (рис. 3), иногда их дистальные концы раздвоены. На переднем конце шеи расположены первая–четвертая пары ног. Первая и вторая пары ног расположены близко друг к другу, расстояния между второй, третьей и четвертой парами ног примерно равны; границы между вторым–четвертым грудными сегментами видны и представлены слабыми перетяжками. Туловище сигмовидно изогнуто, его вентральная поверхность вогнута, дорсальная – выгнута. Диаметр задней части туловища, которая расположена за яйцевыми мешками, меньше передней; с каждой стороны от основания яйцевых мешков располагается по одному небольшому округлому вздутию, вторая пара аналогичных вздутий находится на задней части туловища на некотором расстоянии от первой. Размер тела 41–74 мм.

Зарегистрирован на 9 видах 8 родов 7 семейств 4 отрядов: Gadiformes – Gadidae: *Gadus macrocephalus*, *Theragra chalcogramma*, Merlucciidae: *Merluccius productus*, Moridae: *Laemonema longipes*; Perciformes – Embiotocidae: *Cymatogaster aggregata*, Gobiidae: *Chaeturichthys sciistius*; Salmoniformes – Osmeridae: *Thaleichthys pacificus*; Scorpaeniformes – Cottidae: *Gymnocanthus herzensteini*, бычок, Scorpaenidae: *Sebastes alutus*, *S. zacentrus*.

Распространение: эндемик северной части Тихого океана: Японское, Охотское и Берингово моря. *H. diceraus* впервые зарегистрирован на *M. productus*, *L. longipes*, *G. herzensteini*.

К этому виду, по всей видимости, относятся представители *Haemobaphes sp.*, отмеченные Гусевым [9] на минтае и треске.

4. *Haemobaphes disphaerocephalus* Grabda, 1976

Хозяева, интенсивность и экстенсивность инвазии, место обнаружения: по 1 экз. у 2 обследованных из 137 *Thaleichthys pacificus* в Беринговом море.

Обсуждение. *H. disphaerocephalus* описан от *Th. pacificus* из вод Орегон-Вашингтонского шельфа [25]; в Беринговом море зарегистрирован впервые.

5. *Haemobaphes enodis* Wilson, 1917

Хозяин: *Lycodapus fierasfer*.

Распространение: северо-восточная часть Тихого океана [28].

6. *Haemobaphes intermedius* Kabata, 1967

Хозяева, интенсивность и экстенсивность инвазии, места обнаружения: по 1 экз. на жаберных дугах 2 из 3 обследованных *Eumicropterus spinosus*, 20–21 сентября 1973 г. в Бе-

ринговом море ($63^{\circ} 12$ с.ш., $174^{\circ} 30$ з.д.; $63^{\circ} 33$ с.ш., $173^{\circ} 55$ з.д.); 1 экз. на жаберных дугах 1 из 4 обследованных *E. orbis* в Кроноцком зал.

Впервые этот вид был описан Кабатой от *Oligocottus maculosus* и *Artedius harringtoni* из района Британской Колумбии.

Обсуждение. Этот вид отличается от всех известных видов *Haemobaphes* особенностями строения головогруди половозрелой самки и придатков шеи. Туловище напоминает *H. ambiguus*, строение брюшка отличается отсутствием папилл, которые являются дифференцирующим признаком.

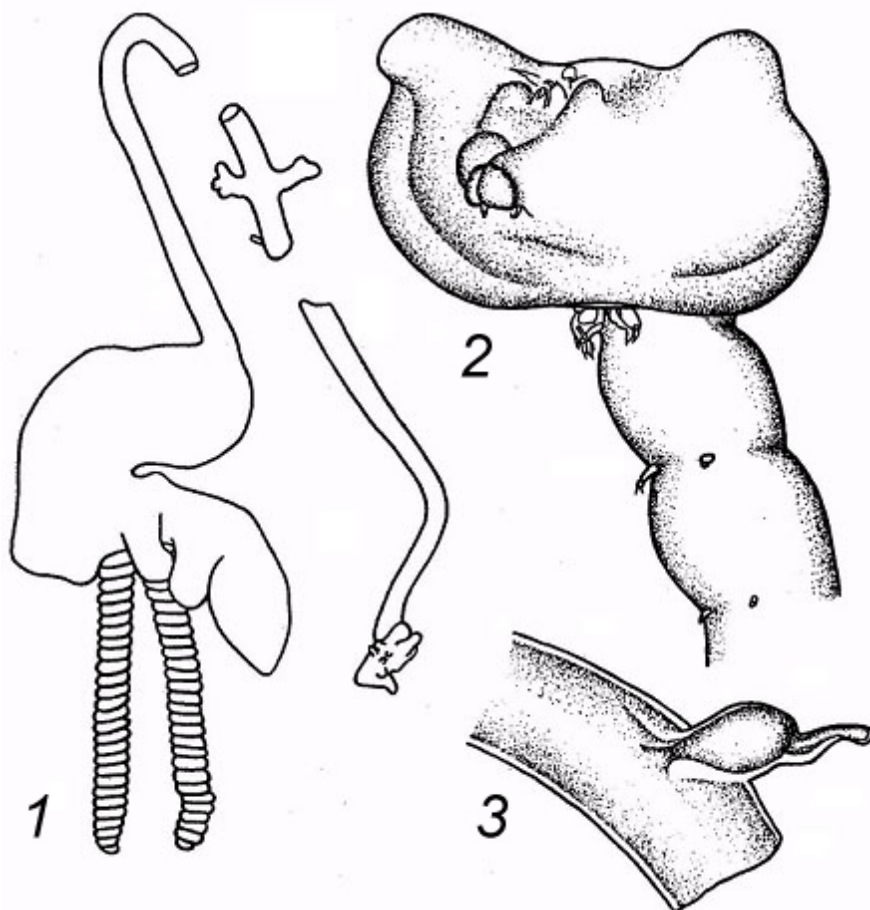


Рис. 1–3 (оригинал). Самка *Haemobaphes diceraus*:
1 – общий вид; 2 – головогрудь и шея; 3 – хитиновый отросток на шее
Fig. 1–3 (original). Female *Haemobaphes diceraus*:
1 – general view; 2 – cephalothorax and neck; 3 – chitin process at the neck

Распространение: известен из северо-восточной части Тихого океана (Канада), специфичный паразит рыб семейства Cottidae (отряд Scorpaeniformes): *Artedius harringtoni*, *Clinocottus acuticeps*, *Oligocottus maculosus* [14, 23, 29], тихоокеанское побережье п-ва Камчатка.

E. spinosus – новый хозяин *H. intermedius*.

7. *Haemobaphes pannosus* Kabata, 1979

Хозяева, интенсивность и экстенсивность инвазии, место обнаружения: по 1 экз. половозрелой самки и 1 экз. неполовозрелой самки на жаберных дугах *Pholidapus dybowskii* в бухте Анама, о. Шикотан (Курильские о-ва).

H. pannosus описан с жабр *Pholidapus dybowskii*, известен от *Spirinchus laceolatus*, *Liparis* sp., *Liparis agassizi* и *Crystallias matsushimae* из прибрежных вод Японии и Курильских о-вов [13, 30]. Эндемик.

Личиночные формы лернеоцеридного типа, найденные Гусевым [9] на жабрах многих рыб (*Liparis* sp., *Podothecus thompsoni*, *Scomber japonicus*), по всей видимости, принадлежат к роду *Haemobaphes*.

Географическое распространение представителей копепод рода *Haemobaphes* приурочено к бореальным и арктическим водам Северного полушария. В Атлантическом океане обитает 2 вида (*H. cycloperina* и *H. ambiguus*), один из них (*H. cycloperina*) встречается также в Арктике и Тихом океане. Остальные виды ограничены в своем распространении северной частью Тихого океана. Таким образом, род *Haemobaphes* является эндемиком бореальной области с амфибореальным распространением.

Определительная таблица видов рода *Haemobaphes*

1а. На шее имеется одна пара хитиновых рогов	2
б. На шее имеется более одной пары хитиновых рогов	3
2а. Антеро-латеральные рога головогруды имеются	<i>H. diceraus</i>
б. Антеро-латеральные рога головогруды отсутствуют	<i>H. disphaerocephalus</i>
3а. Туловище слабо изогнуто, на границе туловища и брюшка отсутствуют две пары латеральных вздутий	<i>H. enodis</i>
б. Туловище изогнуто сильно, на границе туловища и брюшка имеются две пары латеральных вздутий	4
4а. Брюшко имеет боковые вздутия	<i>H. ambiguus</i>
б. Брюшко не имеет боковых вздутий	5
5а. На шее имеется три пары коротких субконических отростков	<i>H. intermedius</i>
б. На шее имеется хотя бы одна пара из всех отростков или все отростки длинные	6
6а. На передней половине шеи имеются три пары отростков, из которых две первые – короткие, а третья – длинная и разветвленная	<i>H. cycloperina</i>
б. На передней половине шеи имеется более одной пары длинных отростков	7
7а. На вентральной поверхности головогруды позади ротовой трубки имеются две пары небольших шаровидных отростков и пара пальцевидных отростков	<i>H. pannosus</i>
б. На вентральной поверхности головогруды позади ротовой трубки отсутствуют две пары небольших шаровидных отростков и пара пальцевидных отростков	<i>H. cresseyi</i>

Выводы

1. На рыбах дальневосточных морей обитает 7 видов рода *Haemobaphes*.
2. Представители рода *Haemobaphes* распространены в бореальных и арктических водах Тихого и Атлантического океанов.
3. Представители рода *Haemobaphes* являются гематофагами, шея и головогрудь представителей рода *Haemobaphes* находится в кровеносном русле хозяев.
4. Семь видов рыб оказались новыми хозяевами копепод рода *Haemobaphes*.
5. *Haemobaphes disphaerocephalus* впервые зарегистрирован в Беринговом проливе.

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность С.Е. Позднякову, чл.-корр. РАЕН, доктору биол. наук, зам. ген. директора, зав. научно-исследовательским отделением сырьевой базы прибрежного рыболовства ФГУП «ТИНРО-Центр» и Л.С. Швецовой, канд. биол. наук, зав. сектором прибрежных исследований ФГУП «ТИНРО-Центр» за представленный материал.

Список литературы

1. Huys R., Boxshall G. A. Copepod evolution. – London: The Ray Society, 1991. – 468 p.
2. Humes A.G. How many copepods? // *Hydrobiologia*. – 1994. – Vol. 292/293. – P. 1–7.
3. White H.C. «Sea lice» (*Lepeophtheirus*) and death of salmon // *J. Fish. Res. Bd. Canada*. – 1940. – Vol. 5. – P. 172–175.
4. Казаченко, В.Н. Особенности географического распространения и практическое значение паразитических копепод рыб Тихого океана / В.Н. Казаченко, В.М. Титар // *Международный симпозиум по паразитологии и патологии морских организмов: тез. докл. советских участников*. Ленинград, 13–16 октября 1981. – Л.: Наука, 1981. – С. 33–41.
5. Казаченко, В.Н. Влияние паразитических копепод на рыб / В.Н. Казаченко, Е.А. Жадько; *Дальневост. техн. ин-т рыб. пром-сти и хоз-ва*. – Владивосток, 1998. – 69 с. – Библиогр.: 218. – Рус. – Деп. в ВНИЭРХ 23.07.98, N 1330-px98.
6. Kazachenko V.N., Titar V.M. Special features of the geographical distribution and practical significance of parasitic copepods of the Pacific // *NOAA Tech. Rep. NMFS*. – 1985. – Vol. 25. – P. 85–88.
7. Yamaguti S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 5. Caligoida. III // *Vol. Jub. Prof. Sado Yoshida*. – 1939. – Vol. 2. – P. 443–487.
8. Yamaguti S. Parasitic Copepoda and Branchiura of fishes. Interscience Publ.: N. Y., London a. Sydney. – 1963. – 1104 p.
9. Гусев, А.В. Паразитические Copepoda с некоторых морских рыб / А.В. Гусев // *Паразитол. сб.* – 1951. – Т. 13. – С. 394–463.
10. Маркевич, А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР / А.П. Маркевич. – Киев: Изд-во АН УССР, 1956. – 246 с.
11. Shiino S.M. Copepods parasitic on Japanese fishes. 17. Lernaeidae // *Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie*. – 1958. – Vol. 3, № 1. – P. 75–100.
12. Yamaguti S., Yamasu T. Parasitic copepods from fishes of Japan with description of 26 new species and remarks on two known species // *Biol. J. Okayama Univ.* – 1959. – Vol. 5, № 3/4. – P. 89–165.
13. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // *Ray Soc. London*. – 1979. – Vol. 152. – P. I–XII, 1–468, figs. 1–2031.
14. Kabata Z. Copepoda and Branchiura. In L. Margolis, Z. Kabata (ed.) *Guide to parasites of fishes of Canada. Part. 2. Crustacea* // *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* – 1988. – Vol. 101. – P. 1–184.
15. Kabata Z. Copepods parasitic on fishes. Synopsis of the British fauna (N.S.). – 1992. – № 47. – P. 1–246.
16. Gooding R.U., Humes A. G. External anatomy of the female *Haemobaphes cyclopterina*, a copepod parasite of marine fishes // *J. Parasitol.* – 1963. – Vol. 49. – P. 663–677.
17. Froiland O. The gill parasite *Haemobaphes cyclopterina* (Copepoda: Lernaeoceridae) in the Barents Sea // *Sarsia*. – 1974. – Vol. 56. – P. 123–130.
18. Казаченко, В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea, Copepoda) рыб рода *Sebastes* (Scorpaenidae) / В.Н. Казаченко // *Тр. ЗИН АН СССР*. – 1986. – Т. 155. – С. 155–169.

19. Казаченко, В.Н. К фауне паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) / В.Н. Казаченко // 9 Всесоюз. совещание по паразитам и болезням рыб. Петрозаводск, март 1991. – Петрозаводск, 1991. – С. 54–55.

20. Казаченко, В.Н. Новый вид паразитических копепод рода *Haemobaphes* (Crustacea: Copepoda: Pennellidae) от рыб рода *Liparis* (Cottoidei: Liparidae) из Тихого океана / В.Н. Казаченко // Паразитология. – 1995. – Т. 29, вып. 2. – С. 117–126.

21. 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.

22. Goater T.M., Jepps S.F. Prevalence and intensity of *Haemobaphes diceraus* (Copepoda: Pennellidae) from shiner perch, *Cymatogaster aggregata* (Embiotocidae) // J. Parasitology. – 2002. – Vol. 88, № 1. – P. 194–197.

23. Kabata Z. The genus *Haemobaphes* (Copepoda: Lernaeceridae) in the waters of British Columbia // Canad. J. Zool. – 1967. – Vol. 45. – P. 853–875.

24. Grabda J. Observvations on the localisation and pathogenicity of *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917 (Copepoda; Lernaeceridae) in the gills of *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Acta ichthyol. Piscator. – 1975. – Vol. 5, № 2. – P. 13–23.

25. Grabda J. *Haemobaphes disphaerocephalus* sp. n. (Copepoda: Lernaeceridae) from the gill cavity of *Thaleichthys pacificus* (Richardson, 1836) (Osmeridae) // Acta ichthyol. et Piscator. – 1976. – Vol. 6, № 1. – P. 23–33.

26. Grabda J. Obserwacje nad lokalizacja i patogenicznoscia *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917 (Copepoda: Lernaeceridae) w jamie srkzelowej *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Wiadom. parazytol. – 1977. – Vol. 23, № 1–3. – P. 179–180.

27. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

28. Wilson C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Lernaecidae, with a revision of the entire family // Proc U. S. nat. Mus. – 1917. – Vol. 53. – P. 1–150.

29. Roth M. Morphology and development of the egg case in the parasitic copepod *Haemobaphes intermedius* Kabata, 1967 (Copepoda: Pennellidae) // Can. J. Zool. – 1988. – Vol. 66, № 11. – P. 2673–2577.

30. Ho J.-s., Kim I.-h. Copepods parasitic on fishes of western North Pacific // Publ. Seto. Mar. Biol. Lab. – 1996. – Vol. 37, № 3/6. – P. 275–303.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotmail.ru;
Фещенко Николай Васильевич, кандидат экономических наук, доцент;
Nguyen Vu Ha, IEBR, Hanoi, Vietnam.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 534.231.1

С.М. Балабаев, Н.Ф. Ивина

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

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКИХ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН ЖИДКОГО НЕОДНОРОДНОГО ВОЛНОВОДА

Рассчитаны частотные зависимости (дисперсионные кривые) фазовой и групповой скоростей нормальных волн для жидкого неоднородного волновода с жидким и твердым дном для заданных гидрологий.

Ключевые слова: нормальные волны, неоднородный волновод, дисперсионные кривые.

S.M. Balabaev, N.F. Ivina

CALCULATION OF ACOUSTIC NORMAL WAVES OF LIQUID INHOMOGENEOUS WAVEGUIDE

Frequency dependences (dispersion curves) of phase and group velocities of normal waves for inhomogeneous waveguide with liquid and solid bottom for specified hydrology are calculated.

Key words: normal waves, inhomogeneous waveguide, dispersion curves.

При работе любых гидроакустических систем (определение дальности, глубины, осуществление связи между объектами, поиск рыбных косяков и т.п.) принятая информация обрабатывается в предположении, что вода является бесконечной, т.е. что в ней распространяется только продольная волна с постоянной скоростью. Но из-за отражений волны от морского дна и границы с воздухом ситуация принципиально меняется. В такой системе (гидроакустическом волноводе) существуют нормальные волны (моды). Классические задачи анализа волноводов рассмотрены в известных монографиях [1, 2].

Кроме того, морская вода не является однородной и скорость звука в море зависит от многих факторов: солености, температуры, глубины. Зависимость скорости звука от глубины может быть различной, это может привести к появлению подводного звукового канала, в котором наблюдается аномальное, сверхдальнее распространение звука. Учесть зависимость скорости от глубины в диапазоне высоких частот позволяет приближение лучевой акустики, но его нельзя использовать в диапазоне низких частот, т.е. для акваторий небольшой (по сравнению с длиной волны) глубины. Поэтому в статье с помощью волновых методов оценено влияние неоднородности среды на волновой процесс. Рассчитаны дисперсионные зависимости нормированных фазовой и групповой скоростей для неоднородного волновода, лежащего на жидком и твердом полупространстве. Жидкому полупространству приближенно соответствует морское дно из осадочных пород, а твердому – скальный грунт.

Рассмотрим жидкий неоднородный волновод, скорость звука в котором является функцией глубины (координаты z): $c = c(z)$. Верхняя граница волновода ($z = h$) свободна; на нижней границе ($z = 0$) заданы импедансные условия. Задача сводится к интегрированию дифференциального уравнения [2]

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + (k^2(z) - \lambda) \varphi = 0, \quad (1)$$

где φ – скалярный потенциал смещения; λ – собственные значения; $k(z) = \omega / c(z)$ – волновой вектор в волноводе при соответствующих граничных условиях. Например, для жидкого дна

$$\varphi = 0 \text{ при } z = h,$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\rho}{\rho_0} \sqrt{\lambda - k_0^2} \varphi = 0 \text{ при } z = 0,$$

где ρ – плотность воды; ρ_0 – плотность грунта; $k_0 = \omega / c_l$ – волновой вектор дна.

Численные расчеты выполнены для двух зависимостей скорости звука от глубины: гидрологий 1 и 2 (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Гидрология 1

Table 1

Hydrology 1

z , м	0	10	20	30	40	50	60
c , м/с	1493	1490	1478	1464	1460	1455	1452
z , м	70	80	90	100	160	200	300
c , м/с	1450	1448	1446	1446	1445	1445	1445

Таблица 2

Гидрология 2

Table 2

Hydrology 2

z , м	0	10	20	30	40	50	60
c , м/с	1475	1476	1477	1475	1470	1466	1463
z , м	70	80	90	100	160	200	300
c , м/с	1462	1461	1461	1460	1457	1450	1450

Для численного интегрирования дифференциального уравнения (1) использован метод Нумерова, который является значительно более эффективным, чем известный метод Рунге-Кутты. Кратко рассмотрим основные положения метода Нумерова, основываясь на монографии [2].

Введем одномерную сетку с шагом h и определим на множестве точек $z_\nu = h\nu$ следующие функции:

$$f_\nu = k^2(z_\nu) - \lambda, \quad u_\nu = u(z_\nu, \lambda), \quad \nu = 1, 2, \dots, N-1, \quad hN = l.$$

Пусть z – какая-нибудь текущая точка сетки. Разложим в окрестности этой точки в степенные ряды такие функции

$$u(z+h) = \sum_{n=0}^{\infty} u^{(n)}(z) \frac{h^n}{n!}, \quad (2)$$

$$u(z-h) = \sum_{n=0}^{\infty} u^{(n)}(z) \frac{(-h)^n}{n!}. \quad (3)$$

Складывая и дифференцируя дважды ряды (2) и (3), получим

$$\frac{1}{2}[u(z+h) + u(z-h)] = u(z) + \sum_{n=1}^{\infty} u^{(2n)}(z) \frac{h^{2n}}{(2n)!}, \quad (4)$$

$$\frac{1}{2}[u''(z+h) + u''(z-h)] = u''(z) + \sum_{n=1}^{\infty} u^{(2n+2)}(z) \frac{h^{2n}}{(2n)!}. \quad (5)$$

Так как функции $u(z)$, $u(z+h)$, $u(z-h)$ удовлетворяют уравнению (1), то их вторые производные можно заменить соответствующими выражениями:

$$u''(z) = -f(z, \lambda)u(z),$$

$$u''(z+h) = -f(z+h, \lambda)u(z+h), \quad u''(z-h) = -f(z-h, \lambda)u(z-h). \quad (6)$$

Тогда, умножая обе части равенства (5) на величину $1/12h^2$ и затем подставляя их в равенство (6), вычитаем полученный таким образом результат из выражения (4) и окончательно приходим к такому разностному аналогу уравнения (1):

$$\left(1 + \frac{h^2}{12} f_{v+1}\right) u_{v+1} + \left(1 + \frac{h^2}{12} f_{v-1}\right) u_{v-1} = \left(2 - \frac{5}{6} h^2 f_v\right) u_v + O\left[\frac{h^6}{480} u^{(6)}(z)\right]. \quad (7)$$

Как видно из формулы (7), в методе Нумерова ошибка аппроксимации, возникающая при замене дифференциального уравнения разностным, имеет уже порядок $O(h^6)$. Таким образом, этот метод дает более высокую точность интегрирования, чем метод Рунге-Кутты.

Компьютерная программа позволяет при заданной гидрологии и частоте определить набор собственных чисел; изменяя частоту, определить зависимость собственных чисел от частоты. Программа состоит из основной программы и шести подпрограмм.

Подпрограмма ZEROS с заданной точностью $EPSZ = 10^{-8}$ определяет корни – нули модуля комплексной функции комплексного аргумента.

Подпрограмма AUTNU интегрирует дифференциальное уравнение второго порядка методом Нумерова с заданной точностью $EPSN = 10^{-4}$; EPSO – точность выхода на заданную координату, $EPSO = 10^{-6}$.

Подпрограмма E(S) вычисляет модуль давления на поверхности волновода при заданном значении волнового числа S. Собственные значения, которые нужно определить, обращают функцию $E(\lambda_n)$ в нуль.

Подпрограмма F(X) вычисляет коэффициент в дифференциальном уравнении второго порядка.

Подпрограмма INVAL определяет начальные точки для интегрирования дифференциального уравнения.

Подпрограмма RK4 определяет давление и производную давления во второй точке, что необходимо для метода Нумерова.

Исходные данные:

NEF – число собственных чисел, которые нужно вычислить, NEF = 20, фактически по условию затухания может вычисляться меньше.

NO – число точек аппроксимации скорости звука, NO = 10.

STEPO – начальный шаг интегрирования методом Нумерова, STEPO = 10^{-3} .

AO – масштабный множитель, AO = 10^{-4} .

D1, D2 – начальный шаг поиска корней по действительной и мнимой координате соответственно, D1 = D2 = 0,02. Возможно изменение шага при изменении частоты.

H – глубина волновода, H = 100 м или H = 300 м.

M – отношение плотности грунта к плотности воды, M = 1,6.

LO – константа, LO = $3 \cdot 10^6$.

FGC – начальная частота в Гц, FGC = 1 Гц.

FF2 – шаг по частоте, FF2 = 1 Гц.

KFG – число точек по частоте, KFG = 45.

C2 – скорость звука в грунте.

AZ – массив координат.

AN – массив значений скорости звука в соответствующих координатах.

Расчеты нормированной фазовой скорости выполнены для обеих гидрологий для следующих вариантов:

1. Неоднородный волновод с жидким дном, глубина 100 м: $c_l / c_o = 2$; $c_t / c_o = 1,43$; $c_l / c_o = 1,11$.

2. Неоднородный волновод с жидким дном, глубина 300 м: $c_l / c_o = 2$; $c_t / c_o = 1,43$; $c_l / c_o = 1,11$.

3. Неоднородный волновод с твердым дном, глубина 100 м: $c_l / c_o = 5$, $c_t / c_o = 2,94$.

4. Неоднородный волновод с твердым дном, глубина 300 м: $c_l / c_o = 5$, $c_t / c_o = 2,94$.

Расчеты нормированной групповой скорости выполнены для гидрологии 1 для глубины 100 и 300 м для следующих вариантов:

1. Неоднородный волновод с жидким дном, $c_l / c_o = 2$.

2. Неоднородный волновод с твердым дном, $c_l / c_o = 5$, $c_t / c_o = 2,94$.

Некоторые типичные графики зависимостей от частоты нормированных фазовой и групповой скоростей (дисперсионные кривые; гидрология 1, $h = 100$ м, $c_l / c_o = 2$, скорости нормируются на $c_o = 1500$ м/с) представлены на рис. 1 и 2; номера мод обозначены цифрами. По второй оси отложен безразмерный аргумент kh – произведение волнового числа на глубину волновода. Групповая скорость вычислялась численным дифференцированием по формуле

$$c_g = c_\phi / \left(1 - \frac{f}{c_\phi} \frac{dc_\phi}{df} \right).$$

В заключение отметим, что последние достижения в акустике слоистых сред с учетом обобщенных волн изложены в монографиях [3, 4].

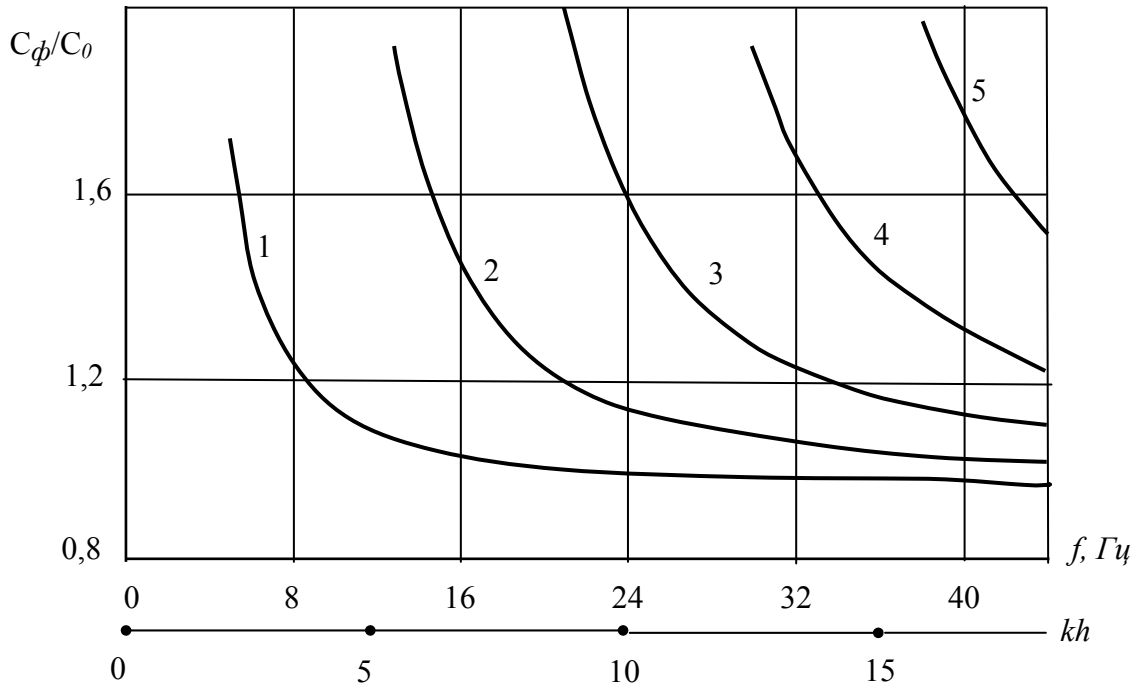


Рис. 1. Дисперсионные кривые фазовой скорости
Fig. 1. The dispersion curves of phase velocity

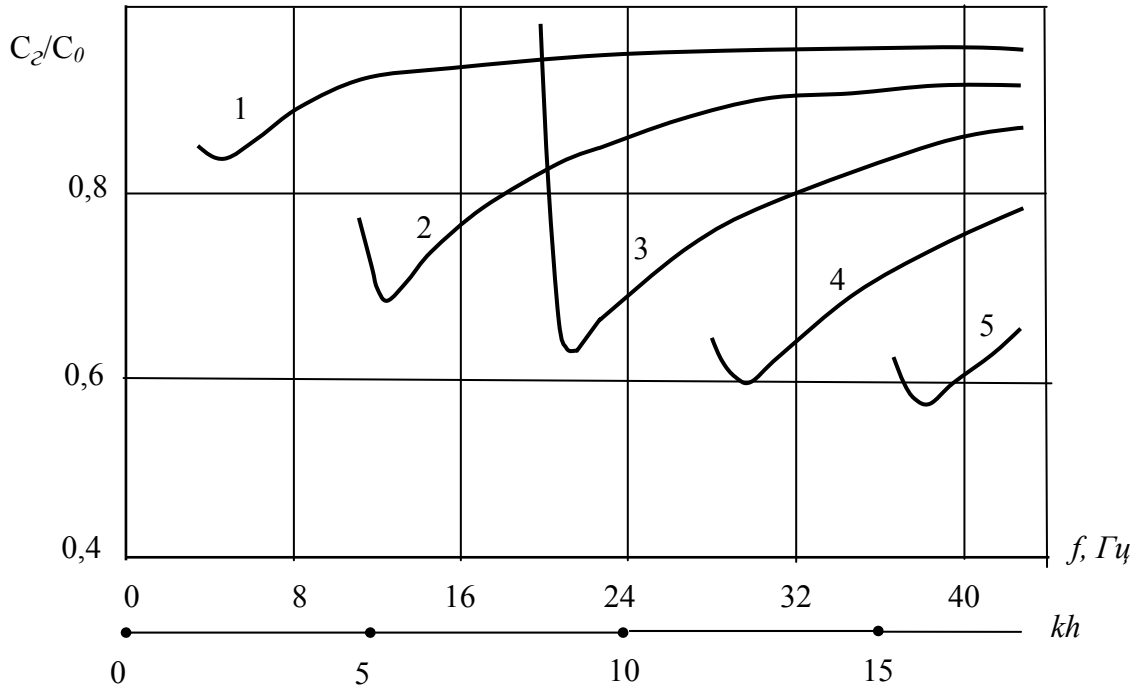


Рис. 2. Дисперсионные кривые групповой скорости
Fig. 2. The dispersion curves of group velocity

Список литературы

1. Бреховских, Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских. – М.: Наука, 1973. – 344 с.
2. Завадский, В.Ю. Вычисление волновых полей в открытых областях и волноводах / В.Ю. Завадский. – М.: Наука, 1972. – 558 с.
3. Касаткин, Б.А. Некорректные задачи и обобщенные волны в акустике слоистых сред / Б.А. Касаткин, Н.В. Злобина. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 406 с.
4. Касаткин, Б.А. Корректная постановка граничных задач в акустике слоистых сред / Б.А. Касаткин, Н.В. Злобина. – М.: Наука, 2009. – 496 с.

Сведения об авторах: Балабаев Сергей Михайлович,
доктор физико-математических наук, профессор;
Ивина Наталья Федоровна, доктор технических наук, доцент.

УДК 519.22./25

Т.А. Рыжкина, З.П. Старовойтова

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

На примерах генерации определенным образом случайных последовательностей описываются достаточно простые устойчивые модели с возможностью воспроизводства данных в условиях одного испытания. Авторегрессия как линейный фильтр последовательности случайных чисел позволяет на выходе получать свойства устойчивости или стационарности. Указанное свойство ставится в зависимость от длины входящего потока.

Ключевые слова: последовательность случайных чисел, имитационная модель, стационарность, авторегрессия, автокорреляция, характеристический многочлен, теорема Руше.

T.A. Ryzhkina, Z.P. Starovoytova

MODELING SUSTAINABLE FILTERS FOR STOCHASTIC PROCESSES

In the examples generate a certain way random sequences described is quite simple sustainable model with the possibility of reproduction of data in terms of a single trial. The autoregressive linear filter sequence of random numbers allows you to get the output properties of stability or stationarity. This property is dependent on the length of the incoming stream.

Key words: the sequence of random numbers, simulation model, stationarity, autoregressive, the autocorrelation of the characteristic polynomial, theorem Ruše.

Введение

Объектами исследования служат стохастические процессы и их реализации в виде временных рядов.

Набор случайных переменных $X(t)$, где t – время (в общем случае – подмножество или множество действительных чисел) называется стохастическим процессом.

В работе не делается различия между стохастическим процессом $X(t)$ и порожденным с его помощью временным рядом, если процесс обладает свойством стационарности, хотя бы в слабом смысле.

Стационарным процессом в слабом смысле называют стохастический процесс, для которого среднее и дисперсия независимо от рассматриваемого периода времени имеют постоянное значение. Автоковариация зависит только от длины лага $\tau = t_1 - t_2$ между рассматриваемыми переменными t_1, t_2 . С физической точки зрения такой процесс представляет колебания относительно некоторого постоянного значения, а стохастическая зависимость между двумя сечениями регулируется только расстоянием между ними.

Интерес в данной работе представляет получение моделей, лежащих в основе процедуры прогнозирования. Предполагается, прежде всего, получение информации о развитии процесса в настоящий момент, предсказание показателей процесса в течение кратковременного периода с учетом преобладания данных и степени их влияния на процесс. Применяется метод имитационного моделирования. Он позволяет строить модели, описывающие процессы так, как они проходили в действительности. При этом моделировании используются ана-

логии с сущностью физических явлений (например, случайные сигналы, «шумы»), описываемых моделируемыми законами распределения. Изучаемый реальный объект заменяется моделью с достаточной степенью точности его описания. Экспериментирование с моделью называют имитацией [1].

Работа является естественным продолжением и уточнением начатого исследования в [2]. Применяются методы композиции, генерации, регрессии, корреляции [1, 3, 4].

1. Цель исследования. Основные понятия и определения.

Целью является разработка достаточно устойчивой статистики. Под устойчивостью результатов имитации понимается степень их нечувствительности к изменению входных условий. Оценка устойчивости может быть выполнена разными способами. Чаще всего контролируют дисперсию результатов модели в зависимости от интервала моделирования. Если увеличения дисперсии не происходит, результаты применения модели считаются устойчивыми. На базе созданного случайного поля с помощью авторегрессионных моделей (преобразователей) ставится задача аппроксимации изучаемого явления с меньшим числом параметров и с более простыми свойствами.

Случайное поле $X(t)$ генерируется методом композиции с помощью встроенных в ППП Excel статистических функций и надстройки «Пакет анализа».

В данном исследовании аппроксимируем теоретические характеристики процесса $X(t)$, т.е. математическое ожидание $m_x(t)$, дисперсию $D_x(t)$, среднее квадратическое отклонение $\sigma_x(t) = \sqrt{D_x(t)}$, состоятельными выборочными средними величинами \bar{x} , \bar{d} , σ временного ряда x_t как реализации $X(t)$ соответственно. Состоятельность выборочной оценки – это гарантированная сходимость по вероятности к теоретической оценке с увеличением массива наблюдений.

Для упрощения записи формул практикуется переход к центрированным стандартизованным случайным функциям $X(t)$ с характеристиками $m_x(t) = 0$, $\sigma_x(t) = 1$. Реализации x_t случайных функций стандартизуются и центрируются аналогично.

Автокорреляционной функцией стандартизованного центрированного процесса $X(t)$ называется выражение

$$\rho_x(t_1, t_2) = M[\overset{\circ}{X}(t_1) \cdot \overset{\circ}{X}(t_2)], \quad (1)$$

где $\overset{\circ}{X}(t_1)$, $\overset{\circ}{X}(t_2)$ – сечения центрированного стандартизованного $X(t)$. Эта функция характеризует тесноту линейной связи между разными сечениями стандартизованного центрированного процесса.

Предполагается, что $X(t)$ является **эргодическим**. Оценивание его характеристик возможно по одной достаточно длинной реализации x_t этого процесса. **Достаточным условием для эргодичности стационарного $X(t)$** по математическому ожиданию и автоковариации является сходимость автоковариации $K_x(\tau)$ к нулю при $\tau \rightarrow \infty$, [1–6].

Автоковариация и дисперсия связаны формулой

$$K_x(0) = D_x(t). \quad (2)$$

Очевидно, что дисперсия эргодического стационарного процесса также стремится к нулю.

Под «гауссовским белым шумом» в данной работе будем понимать нормальный стохастический процесс как совместное нормальное распределение двух его разных сечений.

Можно доказать, что стационарный «белый шум», представляющий собой систему одинаково распределенных нормальных, независимых случайных величин, не является нормальным. Действительно, по закону совместного распределения двух разных сечений этого процесса следует, что сечения, имеющие вероятность, отличную от нуля, совпадают. Это противоречит определению нормального процесса. Вероятность равенства двух случайных величин по нормальному закону равна нулю. Однако стационарность в слабом смысле у этого процесса имеется [1–9].

2. Генерация одномерного (многомерного) случайного поля

В качестве одномерного случайного поля (одномерной случайной величины) рассматриваем последовательность случайных чисел (ПСЧ), для которых моделируется нормальное распределение $N(a, \sigma)$ методом композиции. Под многомерным случайным полем понимается система случайных величин (СВ), совместно характеризующих какое-либо случайное явление. Проще всего моделировать систему с независимыми компонентами. Дифференциальный закон распределения такой системы имеет вид

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n f_i(x_i),$$

т.е. каждую из компонент системы можно моделировать независимо от других в соответствии с ее плотностью вероятностей (например, нормальной).

На основании предельных теорем теории вероятностей доказывается возможность представления одной СВ в виде комбинации достаточно большого числа СВ, имеющих более простые и легко реализуемые законы распределения. Известно, что распределение СВ z в виде преобразования

$$z = \frac{1}{\sqrt{12}} \left(\sum_{i=1}^k R_i - \frac{k}{2} \right), \quad (3)$$

где R_i – равномерно распределенные на интервале $[0;1]$ ПСЧ, при неограниченном возрастании k приближается к нормальному распределению $N(0;1)$.

Действительно, равномерное распределение R имеет параметры $m = 1/2$, $d = 1/12$. Введем СВ $x = \sum_{i=1}^k R_i$, $m_x = \sum_{i=1}^k \frac{1}{2} = \frac{k}{2}$, $\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{1}{12}} = \sqrt{\frac{k}{12}}$. СВ z , таким образом, является центрированной величиной, нормально распределенной по закону $N(0;1)$, $z = (x - m_x) / \sigma_x$. В практике вычислений достаточно взять $k \geq 12$.

Кроме равномерно распределенных ПСЧ, по центральной предельной теореме [8], для моделирования нормального распределения возможно использование сумм достаточно большого числа СВ с одинаковым (неизвестно каким) распределением и конечными числовыми характеристиками. Параметры моделируемого распределения приближаются к величинам $a = km_x$, $\sigma = k\sigma_x$ при $k \rightarrow \infty$.

Технически генерация случайных (точнее, псевдослучайных) чисел может быть выполнена в «Пакете анализа» приложений Excel. Выбирается инструмент «Генерация случайных чисел», указывается одномерный (n -мерный с независимыми компонентами) случайный вектор заданной длины. В раскрывающемся списке выбирается тип распределения (например, нормальное распределение с заданными параметрами), на основе которого генерируются случайные числа. При таком построении ПСЧ имеет место псевдослучайность [1]. Это понимается в том смысле, что числа так или иначе являются детерминированными, дробная часть которых выражается конечной десятичной дробью. Следует также иметь в виду, что совокупность одинаково распределенных нормальных СВ как система распределена, вообще говоря, не по нормальному закону. В окне «Генерация случайных чисел» имеется поле «Случайное рассеивание». В этом поле указывается некоторое целое число для инициализации генератора случайных чисел. Следует это число фиксировать. Это позволяет генерировать каждый раз одну и ту же ПСЧ.

3. Общее описание авторегрессионной модели одномерного процесса

В этой модели, как известно, текущее значение временного ряда (случайного процесса или СВ) x_t выражается через конечную линейную совокупность предыдущих значений x_{t-p} ($p \geq 1$) и остатки ε_t , реализующие «белый шум». Для упрощения записи последующих операций центрируем x_t , т.е. перейдем к отклонению x_t от среднего значения. Обозначим это отклонение символом $\tilde{x}_t = x_t - \bar{x}$. Формула авторегрессии принимает следующий вид:

$$\tilde{x}_t = \alpha + \sum_{i=1}^p b_i \tilde{x}_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = p+1, \dots, n, \quad b_i = \text{const}. \quad (4)$$

Иногда постоянный входящий поток α не включают в формулу для получения прямой зависимости текущего значения от предыдущих значений, т.е.

$$\tilde{x}_t = \sum_{i=1}^p b_i \tilde{x}_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = p+1, \dots, n, \quad b_i = \text{const}. \quad (5)$$

Коэффициенты формулы (5) могут быть получены методом наименьших квадратов (МНК) в простой форме при условии, что остатки ε_t образуют «белый шум».

Матричное уравнение для вычисления коэффициентов имеет вид

$$W^T W B = W^T X, \quad (6)$$

где матрица $W = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_p \\ x_2 & x_3 & \dots & x_{p+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n-1} & x_{n-2} & \dots & x_{n-p} \end{pmatrix}$, W^T – транспонированная матрица по отношению к

W , матрица $B = (b_1, b_2, \dots, b_p)^T$, $X = (x_{p+1}, \dots, x_{n-p})^T$.

Другой вариант расчета коэффициентов регрессии с нулевым свободным членом возможен с помощью встроенной в ППП Excel функцией «Линейн».

Введем линейный оператор сдвига назад L (оператор лага) как в [1, 3], действующий так: $Lb_p \tilde{x}_{t-p} = b_p L^p$, $p \geq 0$. Авторегрессионный оператор порядка p как функция оператора лага примет вид $\varphi(L) = 1 - \sum_{i=1}^p b_i L^i$. Формулы (4), (5) преобразуются соответственно:

$$\left(1 - \alpha - \sum_{i=1}^p b_i L^i\right) x_t = \varepsilon_t, \quad \left(1 - \sum_{i=1}^p b_i L^i\right) x_t = \varepsilon_t. \quad (7)$$

Компактно формулы (4), (5), (7) записываются так:

$$\varphi(L) \tilde{x}_t = \varepsilon_t. \quad (8)$$

Инструментом построения устойчивой (стационарной в слабом смысле) формулы (7) служит автокорреляционная функция (1). Величины \tilde{x}_{t-k} для разных k являются разными центрированными сечениями x_t . Для получения формулы (1) последовательно выполняем следующие действия. Умножаем (5) на \tilde{x}_{t-k} , $k > 0$; после умножения берем математическое ожидание; учитываем, что математическое ожидание совмещения $\tilde{x}_{t-k} \cdot \varepsilon_t$ некоррелированных величин равно нулю; полученное разностное уравнение делим на σ^2 (некоррелированными, для уточнения, являются величины ε_{t-k} , ε_t).

Таким образом, автокорреляционная функция выражается в виде линейной комбинации коэффициентов автокорреляции, с такими же коэффициентами, что и в формуле (8):

$$\rho_k = \sum_{i=1}^p b_i \rho_{k-i}, \quad k = 1, \dots, n/4. \quad (9)$$

Ограничиваем число k величиной $n/4$, чтобы не ослаблять поле корреляции [3, 6]. Используя автокорреляционный оператор, (9) можно записать так:

$$\varphi(L) \rho_k = 0. \quad (10)$$

Равенство нулю в соотношении (10) возможно только при условии, что норма $\|\varphi\| = 0$.

Норма – это конечная выпуклая неотрицательная числовая функция с некоторыми дополнительными свойствами, действующая в линейном, например, комплексном, пространстве. Для любого ограниченного оператора справедлива теорема [10]

$$\|\varphi\| = \sup_{|z| < 1} \|\varphi(z)\| = \sup_{z \neq 0} \frac{|\varphi(z)|}{|z|}. \quad (11)$$

Это означает, что равенство нормы оператора нулю приводит к алгебраическому уравнению степени p вида

$$1 - \sum_{i=1}^p b_i z^i = 0. \quad (12)$$

Это уравнение называют характеристическим [3, 6] по отношению к (8). Устойчивость формулы (8) зависит от корней характеристического уравнения (12). Обозначим его корни (действительные или комплексно-сопряженные) символами $(\zeta_i)^{-1}$, $i = 1, \dots, p$ с учетом их кратности. Оператор $\varphi(L)$ через корни характеристического уравнения можно записать следующим образом:

$$\varphi(L) = \prod_{i=1}^p (1 - \zeta_i L), \quad \|L\| < 1. \quad (13)$$

Если все корни характеристического уравнения различны, то значения автокорреляционной функции представляются через ζ_i в виде следующей комбинации действительных или комплекснозначных экспонент

$$\rho_k = \sum_{i=1}^p A_i \zeta_i^k, \quad k = 1, \dots, n/4. \quad (14)$$

С другой стороны, для различных корней характеристического уравнения текущие значения процесса представляются в виде

$$\tilde{x}_t = \varphi^{-1}(L) \varepsilon_t = \sum_{i=1}^p \frac{K_i}{(1 - \zeta_i L)} \cdot \varepsilon_t. \quad (15)$$

Исходя из автокорреляционной функции вида (14) и принимая во внимание формулу (15), получаем сходящуюся последовательность значений ρ_k и самого процесса с ростом k при корнях уравнения (12) вне единичного круга, т.е.

$$|1/\zeta_i| > 1, i = 1, \dots, p, \quad |\zeta_i| < 1. \quad (16)$$

Например, для формул (14) первого и второго порядков соответственно имеем

$$\rho_1 = b_1 d_1 = A \zeta, \quad \rho_2 = b_1 \rho_1 + b_2 d_2 = A_1 \zeta_1^2 + A_2 \zeta_2^2.$$

В частности, текущие значения процесса в случае p -кратного корня $1/\zeta$, $|\zeta| < 1$ приобретают вид

$$\tilde{x}_t = \sum_{i=1}^p (-1)^{i+1} C_p^i \zeta^i \tilde{x}_{t-i} + \beta \varepsilon, \quad t = p+1, \dots, n. \quad \beta = \frac{\sigma_x}{\sigma_\varepsilon} \sqrt{\frac{(1-\zeta^2)^{2p-1}}{\sum_{i=0}^{p-1} (C_{p-1}^i \zeta^i)^2}}. \quad (17)$$

Формула (17) содержит некоторый коэффициент усиления устойчивости модели [11]. В общем случае автокорреляционная функция стационарного процесса состоит из смеси затухающих экспонент и затухающих синусоидальных волн [3].

4. Нули аналитической функции в замкнутой области

Однозначная дифференцируемая комплекснозначная функция $f(z)$ в любой точке некоторой области называется аналитической функцией в этой области.

Известно, что число μ нулей аналитической функции в замкнутой области, ограниченной контуром C , определяется по принципу аргумента [12], а именно:

$$1 / 2\pi \Delta_C \text{Arg } f(z) = \mu,$$

где $\text{Arg } f(z)$ – аргумент функции; $f(z) = |f(z)| e^{i \text{Arg } f(z)}$; Δ_C – приращение $\text{Arg } f(z)$ при обходе контура C .

Это утверждение может быть применено, в частности, к нахождению нулей характеристического многочлена $f(z) = 1 - \sum b_i z^i$, $i = 1, \dots, p$, в круговой области. В другой формулировке стоит задача найти корни характеристического уравнения $f(z) = 0$ в круге $D = \{|z| < 1\}$.

Известно также, что максимум и минимум аналитической функции в замкнутой области достигается на границе области. Аналитическую функцию достаточно задать на границе замкнутой области. Значения функции в любой точке внутри области могут быть представлены через граничные значения функции по теории Коши.

Решение вопроса о количестве корней уравнения $1 - \sum_{i=1}^p b_i z^i = 0$ может быть достигнуто на основании теоремы Руше [12].

Теорема Руше. Пусть функции $f(z)$ и $\varphi(z)$, аналитические в замкнутой области \bar{D} , ограниченной контуром C , во всех точках этого контура удовлетворяют неравенству $|f(z)| > |\varphi(z)|$. Тогда их сумма $F(z) = f(z) + \varphi(z)$ и функция $f(z)$ имеют в области D одинаковое число нулей (с учетом их кратности).

Пример. Определить число корней уравнения $z^4 - 5z + 9 = 0$ внутри круга $D = \{|z| < 1\}$.

Решение. Пусть $f(z) = 9$, $\varphi(z) = z^4 - 5z$. На окружности $C = \{|z|=1\}$ для введенных функций получаем следующие ограничения: $|f(z)| = 9$; $|\varphi(z)| \leq |z^4| + 5|z| = 6$. Имеем на C неравенство $|f(z)| > |\varphi(z)|$. Функция $f(z)$ не имеет корней внутри $D = \{|z| < 1\}$. Таким образом, по теореме Руше не имеет нулей в $D = \{|z| < 1\}$ функция $F(z) = z^4 - 5z + 9$. Итак, корней данного уравнения внутри круга $D = \{|z| < 1\}$ нет.

5. Примеры генерирования ПСЧ и построения авторегрессионных моделей

В основу моделирования положена формула интегрального закона нормального распределения $N(a, \sigma)$ [13]

$$P(X < x) = 0,5 + \Phi(x - a / \sigma), \quad (18)$$

где P – вероятность; $\Phi(x) = \int_0^x e^{-t^2/2} dt$ – функция Лапласа.

С помощью этой формулы по заданной вероятности P попадания нормально распределенной СВ X в интервал $(-\infty, x)$ возвращается точка x . Для этого используется встроенная в ППП Excel функция «Норм. обр». ПСЧ для вероятностей генерируется с помощью инструмента «Генерация случайных чисел» в «Пакете анализа». Поле «Случайное рассеивание» в первом примере построения ПСЧ не было активировано.

Произвольно сформированная ПСЧ равномерного распределения $R(0,1)$ была упорядочена, табл. 1, для придания процессу x_t некоторого прикладного смысла. Каждое число из ПСЧ понимается как вероятность $R_t = P(X < x_t)$, t – текущий момент времени.

Таблица 1

Случайное равномерное распределение

Table 1

Casual even distribution

t	R_t	t	R_t	t	R_t
1	0,988525	11	0,607685	21	0,450789
2	0,895962	12	0,607166	22	0,445692
3	0,858943	13	0,601764	23	0,37788
4	0,82284	14	0,585009	24	0,364452
5	0,808741	15	0,571184	25	0,352123
6	0,802606	16	0,563585	26	0,350291
7	0,783319	17	0,531663	27	0,303995
8	0,746605	18	0,519883	28	0,30195
9	0,710501	19	0,513535	29	0,193304
10	0,663045	20	0,479873	30	0,174108

Полученная последовательность показывает, что реализации случайного процесса x_t с ростом t становятся менее возможными. Попробуем текущие значения x_t , табл. 2, представить в виде взвешенной суммы предыдущих значений. Оператор сдвига назад L^p применим для $p = 4; 3; 2; 1$. Выбор числа наблюдений $n=30$ сделан с учетом возможных значений лага p и свойств автокорреляционной функции.

На основании табл. 1 функция «Норм. обр» формирует ПСЧ нормального распределения с заданными параметрами $a = 1, \sigma = 0,1$, табл. 2.

Относительно элементов табл. 2 вычислим их отклонения от среднего значения

$$\tilde{x}_t = x_t - a = x_t - 1.$$

Таблица 2

Случайное нормальное распределение

Table 2

Casual normal distribution

t	x_t	t	x_t	t	x_t
1	1,2274	11	1,0273	21	0,9876
2	1,1259	12	1,0272	22	0,9863
3	1,1076	13	1,0258	23	0,9689
4	1,0926	14	1,0215	24	0,9653
5	1,0873	15	1,0179	25	0,9620
6	1,0851	16	1,0160	26	0,9615
7	1,0783	17	1,0079	27	0,9487
8	1,0664	18	1,0050	28	0,9481
9	1,0555	19	1,0034	29	0,9134
10	1,0421	20	0,9950	30	0,9062

Таблица 3

Отклонения от среднего значения

Table 3

Deviations from a mean value

t	\tilde{x}_t	t	\tilde{x}_t	t	\tilde{x}_t
1	0,2274	11	0,0273	21	-0,0124
2	0,1259	12	0,0272	22	-0,0137
3	0,1076	13	0,0258	23	-0,0311
4	0,0926	14	0,0215	24	-0,0347
5	0,0873	15	0,0179	25	-0,0380
6	0,0851	16	0,0160	26	-0,0384
7	0,0783	17	0,0079	27	-0,0513
8	0,0664	18	0,0050	28	-0,0519
9	0,0555	19	0,0034	29	-0,0866
10	0,0421	20	-0,0050	30	-0,0938

Составим формулу (4) с лагом $p = 4$ для отклонений в табл. 3, пользуясь инструментом «Регрессия» в надстройке «Пакет анализа». Значения \tilde{x}_t , $t = 5, \dots$ выражаются через \tilde{x}_t , $t = 1, 2, 3, 4$:

$$\tilde{x}_t = -0,00690 + 0,91045 \tilde{x}_{t-1} + 0,38030 \tilde{x}_{t-2} - 0,31180 \tilde{x}_{t-3} + 0,04339 \tilde{x}_{t-4} + \varepsilon_t. \quad (19)$$

Стандартная ошибка этой формулы (с учетом случайности) $\sigma_{ост} = 0,00786$. В поле корреляции формула (19) описывает явление по дисперсии результата на величину 0,9782.

Для исходного x_t имеем:

$$x_t = 0,01545 + 0,91045 x_{t-1} + 0,38030 x_{t-2} - 0,31180 x_{t-3} + 0,04339 x_{t-4} + \varepsilon_t. \quad (20)$$

В формуле (20) сохраняется постоянный входящий поток. Получим далее формулу вида (5), без постоянной величины, с лагом $p = 4$ для отклонений в табл. 3. Коэффициенты этой формулы вычислим с помощью матричного уравнения (6) или функции «Линейн»:

$$\begin{pmatrix} 0,060403 & 0,06099 & 0,065327 & 0,077722 \\ 0,06099 & 0,064476 & 0,070039 & 0,085348 \\ 0,065327 & 0,070039 & 0,077632 & 0,096008 \\ 0,077722 & 0,085348 & 0,096008 & 0,126723 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,059149 \\ 0,058534 \\ 0,061468 \\ 0,072258 \end{pmatrix}.$$

Имеем: $b_1=1,20494$; $b_2=0,54774$; $b_3=-0,81424$; $b_4=0,07916$;

$$\tilde{x}_t = 1,20494 \tilde{x}_{t-1} + 0,54774 \tilde{x}_{t-2} - 0,81424 \tilde{x}_{t-3} + 0,07916 \tilde{x}_{t-4} + \varepsilon_t. \quad (21)$$

Стандартная ошибка формулы (21) равна $\sigma_{ост} = 0,00858082$.

По аналогичной схеме составим формулы вида (5) без свободного члена, с лагом $p = 3; 2; 1$:

$$\tilde{x}_t = 1,30664 \tilde{x}_{t-1} - 0,12935 \tilde{x}_{t-2} - 0,01727 \tilde{x}_{t-3} + \varepsilon_t, \quad \sigma_{ocm} = 0,009199. \quad (22)$$

$$\tilde{x}_t = 1,20446 \tilde{x}_{t-1} - 0,22414 \tilde{x}_{t-2} + \varepsilon_t, \quad \sigma_{ocm} = 0,00968. \quad (23)$$

$$\tilde{x}_t = 0,797481 \tilde{x}_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \sigma_{ocm} = 0,0167685. \quad (24)$$

Второй пример организуем следующим образом. Инициализируем генератор случайных чисел в поле «Случайное рассеивание» «Пакета анализа» цифрой 2. Формируем ПСЧ равномерного распределения $R(0,1)$ и возвращаем по этой последовательности нормальное распределение x_t встроенной в ППП Excel функцией «Норм. обр.» с заданными параметрами $a = 1, \sigma = 0,1$, табл. 4, 5, 6. Решение задачи моделирования составим из двух частей.

Первая часть решения **второго примера** выполняется при условии сортировки вероятностей от большего к меньшему значению в табл. 4. В соответствии с упорядочиванием значений вероятностей происходит перестановка СВ x_t в табл. 5, 6.

Таблица 4

Случайное равномерное распределение (генератор 2)

Table 4

Casual even distribution (generator 2)

t	R_t	t	R_t	t	R_t
1	0,001373	11	0,169591	21	0,336894
2	0,891629	12	0,860286	22	0,918149
3	0,738487	13	0,38612	23	0,577319
4	0,543077	14	0,018494	24	0,218726
5	0,899808	15	0,981262	25	0,454573
6	0,599689	16	0,544115	26	0,715354
7	0,445265	17	0,909848	27	0,181951
8	0,806635	18	0,926756	28	0,073977
9	0,326701	19	0,203192	29	0,906735
10	0,558977	20	0,883847	30	0,229255

Таблица 5

Случайное нормальное распределение (генератор 2)

Table 5

Casual normal distribution (generator 2)

t	x_t	t	x_t	t	x_t
1	0,700525	11	0,904422	21	0,957904
2	1,123524	12	1,108161	22	1,139273
3	1,063869	13	0,971055	23	1,019504
4	1,010819	14	0,791411	24	0,92235
5	1,128046	15	1,208053	25	0,988588
6	1,025254	16	1,01108	26	1,056909
7	0,986237	17	1,133982	27	0,909205
8	1,086556	18	1,145205	28	0,85532
9	0,955096	19	0,916973	29	1,132092
10	1,014838	20	1,119444	30	0,92587

Таблица 6

Отклонения от среднего значения (генератор 2)

Table 6

Deviations from a mean value (generator 2)

t	\tilde{x}_t	t	\tilde{x}_t	t	\tilde{x}_t
1	-0,29948	11	-0,09558	21	-0,0421
2	0,123524	12	0,108161	22	0,139273
3	0,063869	13	-0,02894	23	0,019504
4	0,010819	14	-0,20859	24	-0,07765
5	0,128046	15	0,208053	25	-0,01141
6	0,025254	16	0,01108	26	0,056909
7	-0,01376	17	0,133982	27	-0,0908
8	0,086556	18	0,145205	28	-0,14468
9	-0,0449	19	-0,08303	29	0,132092
10	0,014838	20	0,119444	30	-0,07413

Вторая часть решения задачи моделирования в **примере 2** упорядочивание вероятностей не предполагает.

В **первой части** получены модели:

$$x_t = -0,00547 + 1,666065 x_{t-1} - 0,21468 x_{t-2} - 0,48356 x_{t-3} + 0,09019 x_{t-4} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,016156, \quad (25)$$

$$x_t = 1,74641 x_{t-1} - 0,17214 x_{t-2} - 0,513 x_{t-3} - 0,01605 x_{t-4} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,01607, \quad (26)$$

$$x_t = 1,83844 x_{t-1} - 0,44985 x_{t-2} - 0,334383 x_{t-3} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,015837, \quad (27)$$

$$x_t = 1,829673 x_{t-1} - 0,75444808 x_{t-2} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,017918, \quad (28)$$

$$x_t = 1,039321 x_{t-1} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,0283364. \quad (29)$$

Во **второй части** имеем:

$$x_t = 0,018001 - 0,30482 x_{t-1} + 0,004034 x_{t-2} + 0,237016 x_{t-3} - 0,1443 x_{t-4} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,010194, \quad (30)$$

$$x_t = -0,27168 x_{t-1} + 0,055031 x_{t-2} + 0,308748 x_{t-3} - 0,2054 x_{t-4} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,10013, \quad (31)$$

$$x_t = -0,26784 x_{t-1} + 0,087262 x_{t-2} + 0,246727 x_{t-3} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,099023, \quad (32)$$

$$x_t = -0,27872 x_{t-1} - 0,07241 x_{t-2} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,1005, \quad (33)$$

$$x_t = -0,29088 x_{t-1} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,09745. \quad (34)$$

6. Проверка полученных моделей на устойчивость

Для формулы (19) учтем, что $M(-0,0069 \tilde{x}_{t-k})=0$. Характеристическое уравнение этой модели принимает вид

$$z^4 - 7,18603 z^3 + 0,87650 z^2 + 20,98345 z - 23,04742 = 0. \quad (35)$$

Применим теорему Руше к этому уравнению. Левую его часть представим суммой $F(z) = f(z) + \varphi(z)$, где $f(z) = -7,18603 z^3 + 20,98345 z - 23,04742$, $\varphi(z) = z^4 - 0,87650 z^2$.

Модули функций $f(z)$, $\varphi(z)$ удовлетворяют следующим неравенствам:

$9,25 \leq |f(z)| \leq 51,2169, 0,1235 \leq |\varphi(z)| \leq 1,8765$ на окружности $C = \{|z| = 1\}$. Число корней уравнения (35) в $D = \{|z| < 1\}$ определяется числом нулей функции $f(z)$ в круге D . Из трех нулей $f(z)$ один, действительный, попадает внутрь D , два других, комплексно-сопряженных, оказываются вне окружности $C_I = \{|z| = 2\}$. Таким образом, функция $F(z)$ также имеет один нуль в $D = \{|z| < 1\}$. Другими словами, среди корней уравнения (35) один корень попадает внутрь круга $D = \{|z| < 1\}$. Формула (19) характеризует нестационарный процесс, не годится для прогноза значений случайного процесса вне поля корреляции. Последовательность коэффициентов автокорреляции расходится.

Характеристическое уравнение формулы (21) имеет вид

$$z^4 - 10,2860 z^3 + 6,9194 z^2 + 15,2216 z - 12,6326 = 0. \quad (36)$$

По теореме Руше левую часть (36) рассматриваем как сумму функций:

$$f(z) = z^4 + 6,9194 z^2 + 15,2216 z, \quad \varphi(z) = -10,2860 z^3 - 12,6326.$$

Модули этих функций удовлетворяют неравенствам на окружности $C = \{|z|=1\}$:

$$7,3022 \leq |f(z)| \leq 23,141, \quad 2,3466 \leq |\varphi(z)| \leq 22,9186, \quad |f(z)| > |\varphi(z)|.$$

Это означает, что число корней уравнения (36) в $D = \{|z| < 1\}$ совпадает с числом нулей $f(z)$ в этой области. Функция $f(z)$ имеет, по крайней мере, один нуль $z = 0$ в $D = \{|z| < 1\}$. Процесс (21) неустойчивый.

Для модели (22) с лагом 3 характеристическое уравнение принимает форму

$$z^3 + 7,4899 z^2 - 75,6600 z + 57,9039 = 0. \quad (37)$$

Левую часть (37) представим в виде суммы функций:

$$f(z) = -75,66 z, \quad \varphi(z) = z^3 + 7,4899 z^2 + 57,9039.$$

Модули этих функций на окружности $C = \{|z| = 1\}$:

$$|f(z)| = 75, \quad |\varphi(z)| \leq 66,3938, \quad |f(z)| > |\varphi(z)|.$$

Очевидно, что уравнение (37) имеет в $D = \{|z| < 1\}$ хотя бы один корень, так как хотя бы один корень в D имеет функция $f(z)$. Формула (22) не обладает свойством устойчивости.

Модель (23) с лагом 2 имеет характеристическое уравнение вида

$$z^2 - 5,3737 z + 4,4615 = 0. \quad (38)$$

Корни этого уравнения $z_1 = 4,347$, $z_2 = 1,0262$. Таким образом, на основании (16) модель (23) устойчивая, на грани единичного корня [3, 6].

Для формулы (24) на основании ее характеристического уравнения

$$1 - 0,797481z = 0 \quad (39)$$

и корня $z = 1,2539484$ справедливо суждение об устойчивости (24).

Таким образом, прогноз будущих значений результата x_t в **примере 1** на несколько шагов вперед при условии, что ПСЧ равномерного распределения была упорядочена, возможен только с лагом $p = 1,2$.

По теореме Руше, примененной к моделям (25)–(29), устанавливается их неустойчивость. Стохастичность в этих формулах ограничена упорядочиванием реализаций случайного процесса по вероятностям. Аппроксимация изучаемого явления с помощью формул (25)–(29) возможна только на один шаг вперед.

Проверка по той же методике моделей (30)–(34), полученных без ограничений на реализации случайного процесса (**пример 2**), показывает их устойчивость. Однако случайные ошибки аппроксимации на несколько шагов вперед в этом случае имеют больший порядок, чем в формулах (25)–(29)

Формальный устойчивый линейный фильтр на основе ПСЧ **примера 2** дает формула (17). Характеристическое уравнение для нее имеет кратный корень $z = 1 / \zeta$, $|z| > 1$. Пусть $z = 5$. Тогда (17) с лагом $p = 4$, $\sigma_x = 0,0112$, $\sigma_{ост} = 0,0161$ имеет вид

$$x_t = 0,8x_{t-1} - 0,24x_{t-2} + 0,032x_{t-3} - 0,0016x_{t-4} + \beta\varepsilon_t, \quad \beta = 0,379. \quad (40)$$

Формула (40), фильтруя входящий поток, табл. 6, не показывает тенденции в изменении уровней x_t и представляет колебательный процесс относительно нуля.

При необходимости в полученных стационарных формулах можно вернуться к исходному среднему значению.

Заключение

Итоги проведенных исследований на основании приведенных примеров могут быть представлены следующим образом:

- используются известные механизмы построения случайных полей с точки зрения, определенной авторами;
- достаточно строго математически описан инструмент проверки модели авторегрессии на стационарность в виде характеристического уравнения;
- предложен способ проверки стационарности модели с помощью теоремы Руше;
- установлено, что чем больше элемент случайности, тем проще сформировать стационарную модель лаговой длины $p \geq 4$ с постоянным входным потоком или без него;
- для физических случайных процессов подтверждается оптимальная длина стационарной модели авторегрессии $p \leq 2$.

Список литературы

1. Эконометрика: учебник / под ред. В.Б. Уткина. – М.: Изд-во «Дашков и К°», 2009. – 564 с.
2. Рыжкина, Т.А. Преобразования плоского «белого шума» с определенными свойствами выходных характеристик / Т.А. Рыжкина, З.П. Старовойтова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Вып.27. – С.71–82.

3. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие / Ю.П. Лукашин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
4. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. пособие / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
5. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: учеб. пособие / И.В. Хрущева, В.И. Щербаков, Д.С. Леванова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 336 с.
6. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.
7. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций: учеб. пособие / под общ. ред. А.А. Свешникова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 448 с.
8. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов / Е.С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 1999. – 575 с.
9. Гурский, Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики: учеб. пособие / Е.И. Гурский. – М.: Высш. шк., 1971. – 328 с.
10. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа: учебник / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1972. – 496 с.
11. Кловский, Д.Д. Обработка пространственно-временных сигналов (в каналах передачи информации) / Д.Д. Кловский, В.А. Сойфер. – М.: Связь, 1976. – 208 с.
12. Лаврентьев, М.А. Методы теории функций комплексного переменного: учеб. пособие / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – М.: Наука, 1965. – 716 с.
13. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высш. шк., 1972. – 368 с.

Сведения об авторах: Рыжкина Тамара Александровна,
кандидат физико-математических наук, доцент;
Старовойтова Зоя Павловна, доцент.

УДК 551.463.21

П.А. Стародубцев¹, Е.Н. Бакланов², А.П. Шевченко¹, М.В. Мироненко³

¹Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

³Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований
Дальневосточного отделения Российской академии,
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Горького, 25

НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПРОЦЕСС РЕАЛИЗАЦИИ ПРОСВЕТНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Рассмотрена методика акустической томографии акватории просветным методом с целью выявления неоднородностей среды различного происхождения. Даны примеры дальнего параметрического измерения характеристик гидрофизических волн движущихся объектов. Сделаны выводы о возможной концепции реализации систем мониторинга.

Ключевые слова: акустическая томография, просветная гидролокация, мониторинг акватории.

P.A. Starodubtcev, E.N. Baklanov, A.P. Shevchenko, M.V. Mironenko SOME CURRENT THEORETICAL VIEWS ON THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF LUMINAL MONITORING SYSTEMS OF THE MARINE ENVIRONMENT HYDROPHYSICAL FIELDS CHARACTERISTICS

The article shows the technique of acoustic tomography of a water area by luminal method in order to detect environmental inhomogeneity of various origins. Examples of long-distance parametric measurement of characteristics of moving objects hydro-physical waves are presented. Conclusions about the possible concept of implementation of the monitoring systems are made.

Key words: acoustic tomography, luminal sonar, water area monitoring.

Введение

История развития и практическая реализация идеи просветных систем мониторинга характеристик гидрофизических полей методом акустической томографии, основанной на высокочастотной и низкочастотной накачке «нелинейной» водной среды, достаточно подробно изложены в работах [1–3].

В них дан общий анализ теории низкочастотного просветного метода гидролокации водной среды, объединяющего закономерности преобразования просветного акустического поля излучениями объектов различной физической природы, а также пространственно развитыми неоднородностями морской среды. И отмечено, что наиболее эффективно проявляются закономерности амплитудно-фазовой модуляции и параметрического преобразования просветных сигналов акустическими и электромагнитными излучениями объектов при их совместном распространении в морской среде.

Основная часть

Такая система мониторинга обладает новизной в своем построении, и в ней в основном измеряются спектральные (или статистические) характеристики флуктуаций амплитуды (фа-

зы) просветных сигналов, обусловленные модуляцией и параметрическим преобразованием просветных сигналов полями движущихся объектов различной физической природы [4–6].

Для пояснения сути процесса реализации мониторинга характеристик измеряемых полей методом акустической томографии на рис. 1 представлена спектрограмма шумов крабовых скоплений.

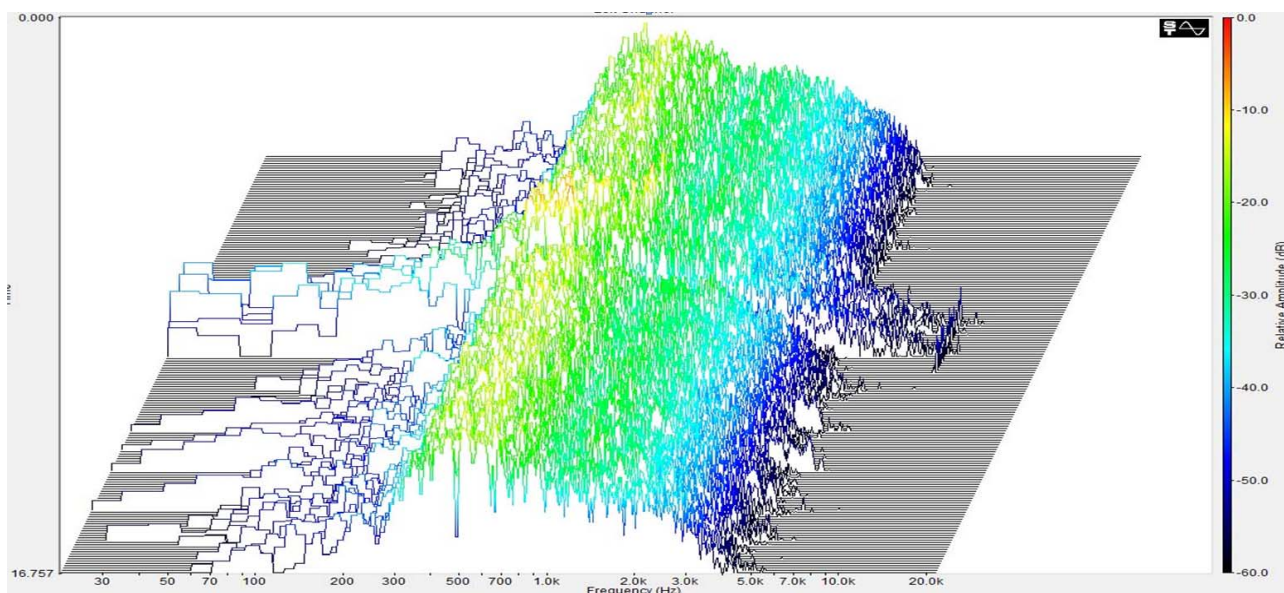


Рис. 1. Спектрограмма шумов крабовых скоплений.

Параметрический прием с низкочастотной и высокочастотной накачкой среды

Fig. 1. Spectrogram of crab clusters noise.

Parametric reception with low and high frequency pumped medium

Далее кратко рассмотрен пример нелинейного взаимодействия трех волн различных по физической природе источников в проводящей морской среде [5], а именно:

- волна с частотой ω_1 от дополнительного источника накачки среды;
- измеряемая (информационная) низкочастотная волна с частотой Ω от источника излучений;
- просветная волна накачки с частотой ω_2 , сформированная с условием $\omega_1 \approx \omega_2$.

Будем считать, что суммарный сигнал от источника, поступающий в область взаимодействия с просветной волной, является амплитудно-модулированным. В случае использования в качестве источника звука шумовых сигналов, модулированных низкочастотным звуком, характер огибающей $A(t)$ будет определяться частотой низкочастотной модуляции. При этом огибающая $A(t)$ по форме будет совпадать с модулирующей функцией $S(t)$, которая описывается гармоническими колебаниями

$$S(t) = S_0 \sin(\Omega t + \psi). \quad (1)$$

Амплитуду модулированного колебания при взаимодействии трех волн можно представить как

$$A(t) = A_0 + K_{ам} S(t) = A_0 + A_m \sin(\Omega t + \psi), \quad (2)$$

где Ω – частота модуляции, определяемая информационной волной; A_0 – амплитуда несущего колебания в отсутствие модуляции; S_0 – амплитуда несущего колебания при наличии модуляции; $K_{ам}$ – коэффициент пропорциональности; A_m – амплитуда изменения огибающей; ψ – начальная фаза огибающей; t – время.

Отношение $A_m / A_0 = m_A$ является коэффициентом модуляции; таким образом, мгновенное значение давления модулирующего колебания можно записать как

$$P(t) = A(t) \sin(\omega_1 t + \varphi) = A_0 [1 + m_A \sin(\Omega t + \psi)] \sin(\omega_1 t + \varphi), \quad (3)$$

где φ – начальная фаза модулирующего колебания; t – время.

Результирующее выражение для давления описывается известной формулой

$$P^*(t) = 0,5P^2 \left\{ J_0(m_p) \cos 2\omega t + J_1(m_p) [\cos(2\omega - \Omega)t - \cos(2\omega + \Omega)t] + \right. \\ \left. + J_2\left(\frac{2A_m}{P}\right) [\cos(2\omega - 2\Omega)t + \cos(2\omega + 2\Omega)t] + J_3\left(\frac{2A_m}{P}\right) [\cos(2\omega - 3\Omega)t - \right. \\ \left. - \cos(2\omega + 3\Omega)t] + \dots \right\}, \quad (4)$$

где $J_n\left(\frac{2A_m}{P}\right) 0,5P^2$ – амплитуды n -х боковых составляющих; n – любое целое число; A_m – амплитуды модулированных волн; m_p – коэффициент модуляции; 2ω – частота нелинейно сформированной волны.

Анализ полученного выражения показывает, что спектр колебаний взаимодействующих волн состоит из большого числа боковых составляющих, расположенных попарно симметрично относительно удвоенной центральной частоты $2\omega \approx \omega_1 + \omega_2$, значения частот которых отличаются от центральной частоты 2ω на величину $n\Omega$. Вклад энергии от различных боковых составляющих спектра в суммарную мощность модулированного колебания определяется величиной $2A_m / P$. При малых значениях коэффициента модуляции m_p спектр колебания состоит приблизительно из гармоник центральной частоты 2ω и двух боковых частот: верхней ($2\omega + \Omega$) и нижней ($2\omega - \Omega$).

Примеры дальнего параметрического измерения характеристик гидрофизических волн движущихся объектов и специальных источников излучения морской среды приведены на рис. 2, 3 [5].

Заключение

На основании такого краткого анализа современных теоретических взглядов на процесс реализации просветных систем мониторинга характеристик гидрофизических полей морской среды необходимо отметить следующее [5].

1. Такая система должна представлять собой:

- многоканальную широкомасштабную систему с низкочастотной подсветкой (накачкой) среды;
- приемная часть такой системы может быть сформирована на базе многолучевой параметрической антенны с низкочастотной накачкой;
- принцип компоновки и функционирования системы в целом должен полностью реализовывать метод гидролокации на просвет с низкочастотной накачкой контролируемой среды.

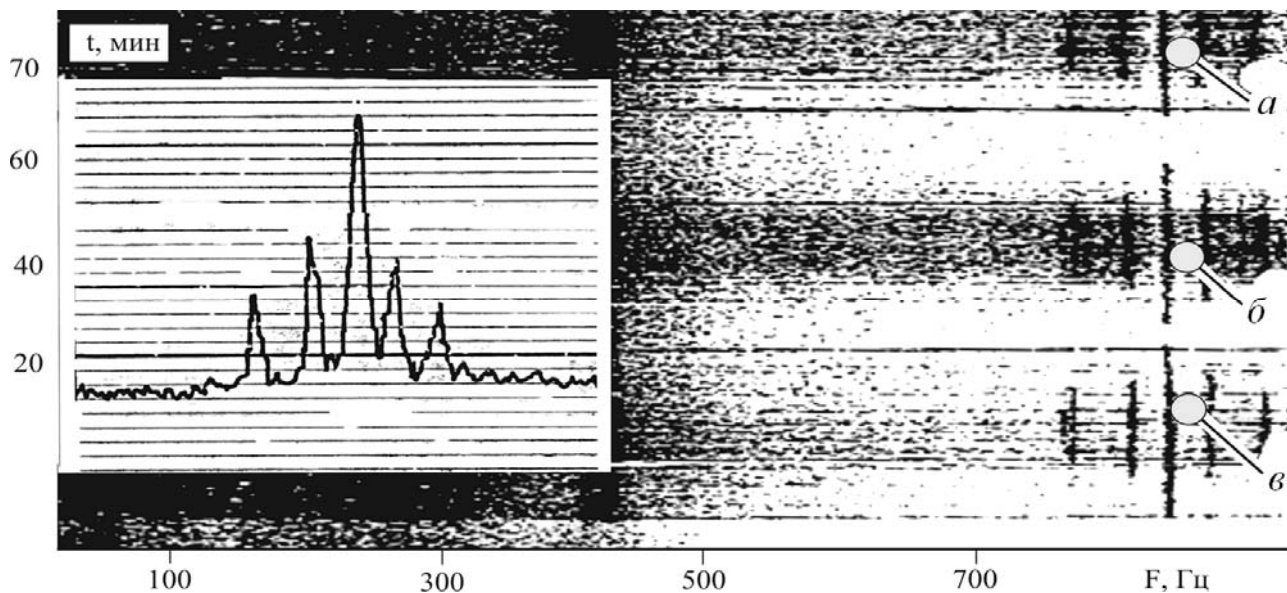


Рис. 2. «Тройное» нелинейное взаимодействие волн: а – просветных акустических (386 Гц); б – электромагнитного поля морского судна (400 Гц); в – вально-лопастного ряда движущегося судна
 Fig. 2. «Triple» nonlinear interaction of waves: а – luminal acoustic waves (386 Hz); б – electromagnetic field of a marine vessel (400 Hz); в – shaft-propeller group of moving ship

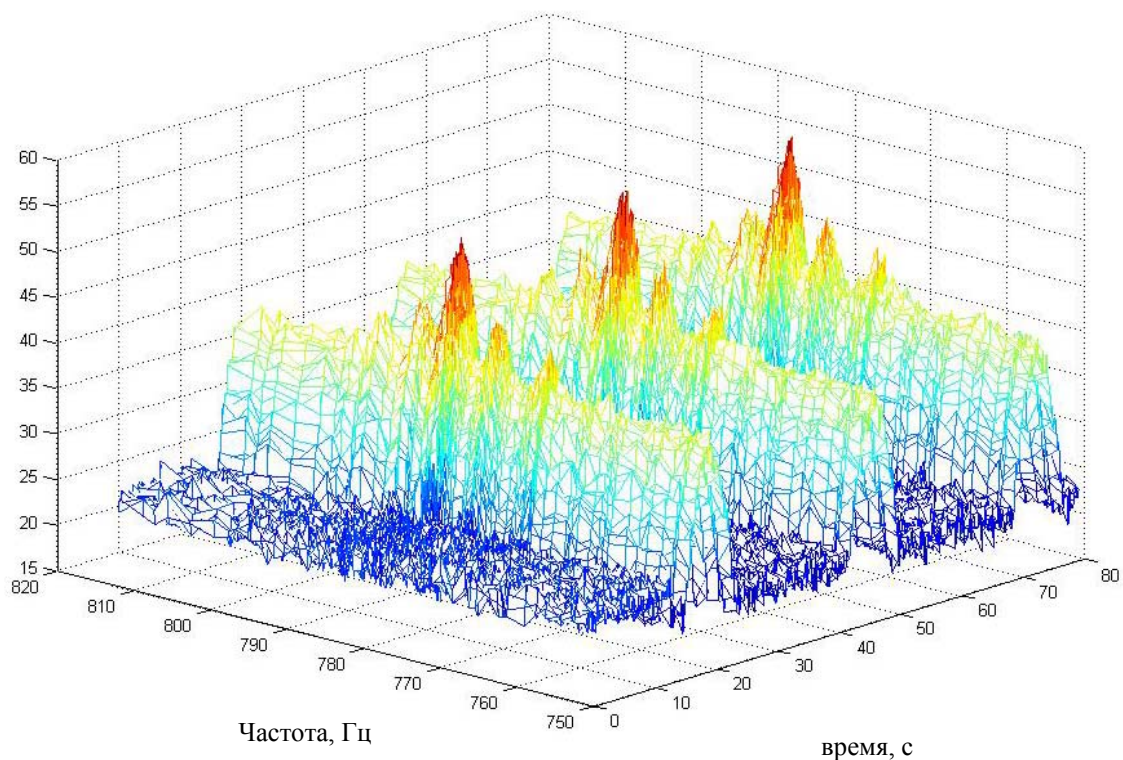


Рис. 3. Спектр предвестника землетрясения. Очаг землетрясения в районе о-вов Курильской гряды, прием – мыс Анива, о. Сахалин
 Fig. 3. The spectrum of earthquake precursors. The earthquake is located in the Kuril Islands area, reception – cape Aniva, Sakhalin Island

2. Важная роль в создании таких широкомасштабных систем контроля и мониторинга характеристик морской среды может быть отведена научно-техническим разработкам радио-гидроакустических средств морского приборостроения СКБ САМИ ДВО РАН.

С использованием этих разработок может быть эффективно реализован дальний параметрический прием гидрофизических волн морской среды в широком диапазоне частот с последующей передачей информации в Единый региональный информационно-аналитический центр анализа и управления.

Список литературы

1. Стародубцев, П.А. Теоретические и экспериментальные исследования возможности применения просветных сигналов в системах применения гидроакустической томографии / П.А. Стародубцев. – Владивосток: ТОВМИ им. С.О. Макарова, 2003. – 258 с.

2. Мироненко, М.В. Метод низкочастотной гидроакустической томографии и измерительная система контроля морских акваторий / М.В. Мироненко, П.А. Стародубцев, А.М. Мироненко // Акустика океана: сб. тр. 11 сессии РАО. – М.: ГЕОС, 2001. – Т.2. – С.7–10.

3. Мироненко, М.В. Помехоустойчивость приема информации при реализации просветного метода гидролокации морских акваторий / М.В. Мироненко, С.В. Шостак // Акустика океана. 12 сессия РАО, 9 школа-семинар им. Л.М. Бреховских. – М.: ГЕОС, 2002. – С. 381–386.

4. Шостак, С.В. Амплитудно-фазовая модуляция акустических волн при их взаимодействии в морской среде / С.В. Шостак, М.В. Мироненко // Сб. ст. ТОВМИ им. С.О. Макарова. – Владивосток, 2001. – Вып. 22. – С. 82–88.

5. Мироненко, М.В. Глубоководный автономный радиогидроакустический комплекс измерения гидрофизических полей морской среды, передачи информации по каналам связи / М.В. Мироненко, Л.Э. Карачун, А.Е. Малашенко // Морские исследования и технологии изучения природы Мирового океана: сб. ст. – Владивосток: СКБ САМИ ДВО РАН, 2005. – Вып. 1. – С.125–128.

6. Шостак, С.В. Современные теоретические объяснения процесса влияния гидроакустического канала на зондирующий сигнал и алгоритм его обработки с целью выделения гармонического эхо-сигнала / С.В. Шостак, Е.Н. Бакланов, П.А. Стародубцев, А.П. Шевченко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 33. – С. 35–40.

7. Шевченко, А.П. Гидроакустическая мультистатическая схема дальнего приема сигналов «малых амплитуд» от сейсмических и синоптических процессов / А.П. Шевченко, П.А. Стародубцев, Е.Н. Бакланов // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 33. – С. 24–34.

Сведения об авторах:

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

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

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

Мироненко Михаил Владимирович, ведущий сотрудник, доктор технических наук,
профессор, e-mail: professor@mail.primorye.ru.

УДК 551.463.21

С.В. Шостак¹, П.А. Стародубцев², Е.Н. Бакланов³, А.П. Шевченко²

¹Дальневосточный федеральный университет,

690600, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус А

²Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,

690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6

³Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,

690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФОРМЫ СИГНАЛА

Рассматривается задача выделения сигнала с конкретным набором значений и параметров на фоне помех и других сигналов при помощи многомерной линейной фильтрации. Распространяющиеся в пространстве акустические сигналы представлены в виде пространственно-временных функций, обработка которых производится методами многомерного Фурье-анализа.

Ключевые слова: многомерная фильтрация, преобразование Фурье, акустическая волна, антенная решетка, пространственно-временной спектр сигнала.

S.V. Shostak, P.A. Starodubtcev, E.N. Baklanov, A.P. Shevchenko ELEMENTS OF THE THEORY OF LINEAR SYSTEMS IN THE PROBLEM OF RECONSTRUCTING THE WAVEFORM

The paper considers the problem of extracting a signal with a specific set of values and parameters from noise and other signals using multivariate linear filtering. Propagating in space acoustic signals are represented as space-time functions, processing of which is produced by methods of multidimensional Fourier analysis.

Key words: multidimensional filtering, Fourier transform, acoustic wave, antenna array, spatio-temporal spectrum of signal.

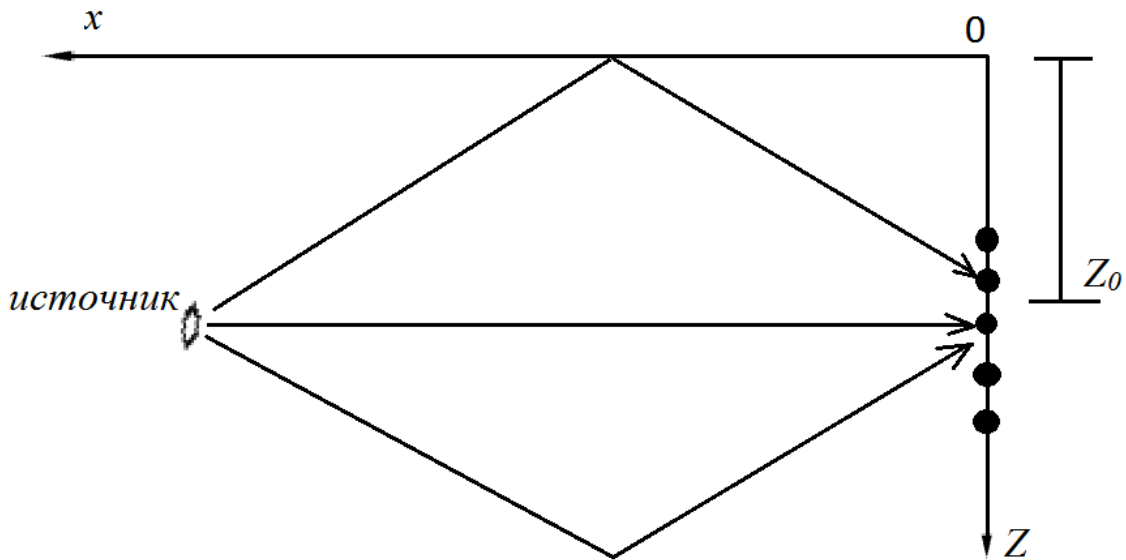
Как правило, обработка сигналов, передаваемых с помощью распространяющихся волн, ставит своей целью выделение сигнала на фоне шума, помех или других сигналов. Поэтому данную задачу можно интерпретировать как локализацию энергии сигнала по времени, по частоте, направлению распространения или какой-то другой переменной. Задача обработки включает в себя приём и анализ распространяющихся сигналов с помощью как пассивных, так и активных систем.

Пассивная система принимает сигналы, распространяющиеся от удалённого источника, и затем анализирует их. В противоположность ему активная система сама излучает акустические волны, которые можно фокусировать в определённом направлении в виде луча. Это излучение отражается объектами (фактически разрывами непрерывности среды распространения) и возвращается к приёмнику, где оно анализируется. Многомерную фильтрацию можно применять для извлечения информации из сигнала, передаваемого с помощью распространяющихся пространственных волн, так как она даёт методологию выделения сигналов с конкретным набором значений параметров. Можно также использовать многомерный спектральный анализ применительно к задачам выделения сигналов. Измерение многомерного спектра позволяет выделять компоненты сигнала в различных частотных диапазонах и оценивать их интенсивность [1, 2]. Распространяющиеся в пространстве волны и сигналы,

которые они переносят, можно представить в виде пространственно-временных функций, поэтому их анализ может производиться методами многомерного Фурье-анализа [1, 2].

Рассмотрим применение методов многомерной линейной фильтрации к задачам представления сигнала на различных дальностях и глубинах относительно приёмной антенны.

Основная задача моделирования условий распространения сигнала, как правило, заключается в вычислении потерь на распространение волн, создаваемых гармоническим точечным источником [3, 4, 7]. Между тем при решении задач обработки сигналов нередко возникает необходимость восстановления формы сигнала (не обязательно гармонического) в зависимости от глубины и дальности от приёмной антенны. Идеализированная геометрическая постановка этой задачи представлена на рисунке.



Пример распространения акустического сигнала
Example of acoustic signal propagation

Переменная x задаёт дальность от приёмной антенной решётки, а величина Z_0 определяет глубину положения антенны. Предполагается, что гидроакустическая волна $p(x, z, t)$ распространяется от источника с постоянной во всех точках скоростью c . Её распространение описывается двумерным гиперболическим волновым уравнением [3, 4]

$$\frac{\partial^2 p(x, z, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p(x, z, t)}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 p(x, z, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где t – координата времени; z – глубина.

Антенная решётка измеряет значения $p(x, z, t)$ в точке с координатами $x = 0, z = z_0$, что даёт граничные условия для дифференциального уравнения в частных производных $p(0, z_0, t)$.

Нашей задачей является определение функции $p(x, z, t)$, т.е. профиля волны, на дальностях x и глубинах z . Эту задачу можно отнести к области обратных задач. Определим двумерные преобразования Фурье волнового поля на расстоянии x следующим способом [2, 5]:

$$P(x, k_z, f) = \int \int_{-\infty}^{\infty} p(x, z, t) \exp[-j(2\pi ft - k_z z)] dt dz, \quad (2)$$

$$P(x, z, t) = \int \int_{-\infty}^{\infty} P(x, k_z, f) \exp[-j(2\pi ft - k_z z)] df dk_z, \quad (3)$$

где k_z – волновой вектор, который представляет собой пространственную частоту, показывает количество волн, укладываемых в единичной длине координаты z ; f – временная частота; $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Произведём преобразование Фурье обеих частей волнового уравнения (1), учитывая его следующие свойства:

$$\frac{\partial^2 p(x, z, t)}{\partial z^2} = \int \int_{-\infty}^{\infty} (-jk_z)^2 P(x, k_z, f) \exp[j(2\pi ft - k_z z)] df dk_z, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 p(x, z, t)}{\partial z^2} = \int \int_{-\infty}^{\infty} (j2\pi f)^2 P(x, k_z, f) \exp[j(2\pi ft - k_z z)] df dk_z. \quad (5)$$

В результате получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 p(x, k_z, t)}{\partial x^2} + (-jk_z)^2 \cdot P(x, k_z, f) - \frac{1}{c^2} (j2\pi f)^2 \cdot P(x, k_z, f) = \\ = \frac{\partial^2 P(x, k_z, f)}{\partial x^2} - k_z^2 P(x, k_z, f) + \frac{(2\pi f)^2}{c^2} P(x, k_z, f) = \\ = \frac{\partial^2 p(x, k_z, f)}{\partial x^2} + \left(\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2 \right) \cdot P(x, k_z, f) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Полученное уравнение является обычным дифференциальным уравнением второго порядка по переменной x с характеристическим уравнением вида

$$r^2 + \left[\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2 \right] = 0, \quad (7)$$

корнями которого будут

$$r_{12} = \pm j \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}. \quad (8)$$

Тогда общее решение уравнения (6) можно записать в виде

$$P(x, k_z, f) = A \cdot \exp\left(-jx \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right) + B \cdot \exp\left(jx \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right). \quad (9)$$

Положительная экспонента соответствует волне, которая распространяется вправо, а отрицательная – волне, распространяющейся влево. Поскольку предполагается, что нас интересует волна, распространяющаяся влево, можно положить $B = 0$. В результате (9) преобразуется к виду

$$P(x, k_z, f) = A \cdot \exp\left(-jx\sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right). \quad (10)$$

Далее произведём двумерное преобразование Фурье по t и z принятого сигнала на антенной решётке $p(0, z, t)$ и получим

$$P(0, k_z, f) = \int \int_{-\infty}^{\infty} p(0, z, t) \exp[-j(2\pi ft - k_z z)] dt dz. \quad (11)$$

Отсюда видно, что теперь граничные условия имеют вид $P(0, k_z, f)$. И тогда

$$P(x, k_z, f)|_{x=0} = A = P(0, k_z, f). \quad (12)$$

Подставляя (12) в (10), получим окончательное выражение для волнового поля

$$P(x, k_z, f) = P(0, k_z, f) \cdot \exp\left[-jx\sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right]. \quad (13)$$

Определим некоторый интервал экстраполяции Δx . С учётом Δx выражение (13) можно переписать в виде

$$P(x + \Delta x, k_z, f) = P(x, k_z, f) \cdot \exp\left[-j\Delta x\sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right]. \quad (14)$$

Обозначим

$$H(k_z, f) = \exp\left[-j\Delta x\sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c^2} - k_z^2}\right]. \quad (15)$$

Учитывая (15), выражение (14) запишется в следующем виде:

$$P(x + \Delta x, k_z, f) = P(x, k_z, f). \quad (16)$$

Выражение (16) представляет собой хорошо известное соотношение фильтрации в частотной области [1,6], когда некоторый сигнал, представленный $P(x, k_z, f)$, фильтруется фильтром с частотной характеристикой $H(k_z, f)$. При этом $H(k_z, f)$, как видно из (15), является линейным фазовым фильтром, инвариантным к сдвигу, и имеет смысл линейного оператора экстраполяции. Кроме того, как следует из выражений (13), (14) и (16), процедура расчётов имеет рекуррентный вид. В этом случае для вычислений на следующем шаге необходимо, если требуется, изменить величину Δx и скорость распространения звука c , которая может изменяться в зависимости от дальности и глубины.

Для перехода в пространственно-временную область в соответствии с (2) требуется выполнить обратное преобразование Фурье выражения (16), в результате получим

$$p(x + \Delta x, z, t) = \int \int_{-\infty}^{\infty} P(x, k_z, f) \cdot H(k_z, f) \exp[j(2\pi ft - k_z z)] df dk_z. \quad (17)$$

Рассмотрим теперь случай, когда скорость звука изменяется с расстоянием и глубиной.

Снова обратимся к граничным условиям, когда $x=0$. Будем считать, что на антенную решётку под углом θ приходит плоская волна. В этом случае сигнал $p(0, z, t)$ будет иметь вид

$$p(0, z, t) = p\left(t - \frac{z}{c} \sin \theta\right), \quad (18)$$

где θ – угол между нормалью к решётке и фронтом волны.

Тогда двумерное преобразование такого сигнала имеет следующее выражение:

$$\begin{aligned} P(0, k_z, f) &= \int_0^L \int_0^T p(0, z, t) \cdot \exp[-j(2\pi ft - k_z z)] dt dz = \\ &= \int_0^L \int_0^T p\left(t - \frac{z}{c_0} \sin \theta\right) \cdot \exp[-j(2\pi ft - k_z z)] dt dz, \end{aligned} \quad (19)$$

где L – размеры апертуры антенны; T – длительность сигнала; c_0 – скорость звука при $x = 0, z_0$.

Произведём в выражении (18) замену переменной $\tau = t - \frac{z}{c_0} \sin \theta, t = \tau + \frac{z}{c_0} \sin \theta, dt = d\tau$,

подставим в (18) и получим

$$\begin{aligned} P(0, k_z, f) &= \int_0^L \int_{\left(-\frac{z}{c_0} \sin \theta\right)}^{\left(T - \frac{z}{c_0} \sin \theta\right)} p(\tau) \cdot \exp\left\{-j\left[2\pi f\left(\tau + \frac{z}{c_0} \sin \theta\right) - k_z z\right]\right\} d\tau dz = \\ &= \int_{\left(-\frac{z}{c} \sin \theta\right)}^{\left(T - \frac{z}{c} \sin \theta\right)} p(\tau) \cdot \exp(-j2\pi f\tau) d\tau \cdot \int_0^L \exp\left[-j\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)z\right] dz = \\ &= P(f) \cdot \frac{\sin\left[0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right]}{0,5\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)} \cdot \exp\left[-j0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right] \end{aligned} \quad (20)$$

где $P(f) = \int_{\left(-\frac{z}{c} \sin \theta\right)}^{\left(T - \frac{z}{c} \sin \theta\right)} p(\tau) \exp(-j2\pi f\tau) d\tau$ – временный спектр принятого сигнала.

Окончательно

$$P(0, k_z, f) = P(f) \cdot \frac{\sin\left[0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right]}{0,5\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)} \cdot \exp\left[-j0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right]. \quad (21)$$

Положим теперь, что на расстоянии Δx от антенной решётки и на глубине z скорость звука имеет значение c_1 . В этом случае выражение (15) для экстраполирующего фильтра примет следующий вид:

$$H(k_z, f) = \exp\left(-j\Delta x \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c_1^2} - k_z^2}\right). \quad (22)$$

И тогда согласно формуле (13) на расстоянии Δx и на глубине z , на которой скорость звука имеет величину c_1 , окончательно получим выражение для пространственно-временного спектра сигнала:

$$\begin{aligned} P(\Delta x, k_z, f) &= P(0, k_z, f) \cdot H(k_z, f) = P(0, k_z, f) \cdot \exp\left(-j\Delta x \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c_1^2} - k_z^2}\right) = \\ &= P(f) \cdot \frac{\sin\left[0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right]}{0,5\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)} \cdot \exp\left[-j0,5L\left(\sqrt{\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z}\right)\right] \times \\ &\quad \times \exp\left(-j\Delta x \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c_1^2} - k_z^2}\right). \end{aligned} \quad (23)$$

Для получения сигнала в пространственно-временной области теперь необходимо выполнить обратное преобразование Фурье в соответствии с выражением (2):

$$\begin{aligned} p(x, z, t) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int P(\Delta x, k_z, f) \cdot \exp[j(2\pi ft - kz)] df dz = \\ &= \int_0^{f_b} \int_0^{k_{zb}} P(f) \cdot \frac{\sin\left[0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)\right]}{0,5\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z\right)} \times \\ &\quad \times \exp\left[-j0,5L\left(\frac{2\pi f}{c_0} \sin \theta - k_z + \frac{2\Delta x}{L} \sqrt{\frac{(2\pi f)^2}{c_1^2} - k_z^2}\right)\right] df dz, \end{aligned} \quad (24)$$

где f_b – верхняя временная частота; k_{zb} – верхнее волновое число по координате z .

Список литературы

1. Даджион, Д. Цифровая обработка многомерных сигналов / Д. Даджион, Р. Мерсеро. – М.: Мир, 1988.
2. Гусев, В.Г. Системы пространственно-временной обработки гидроакустической информации / В.Г. Гусев. – Л.: Судостроение, 1988.
3. Бреховских, Л.М. Теоретические основы акустики океана / Л.М. Бреховских, Ю.П. Лысанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.
4. Распространение волн и подводная акустика / под ред. Дж. Б. Келлера, Дж.С. Пападикаса. – М.: Мир, 1980.
5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1987.
6. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1989.
7. Бакланов, Е.Н. Некоторые акустические особенности морских биологических объектов и их использование для обнаружения / Е.Н. Бакланов, М.В. Мироненко, П.А. Стародубцев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 32. – С. 32–41.
8. Карасев, В.В. Процесс формирования дальней зоны излучения и приема гидроакустических преобразователей рыбопоисковых систем при нелинейном взаимодействии гидроакустических сигналов / В.В. Карасев, П.А. Стародубцев, С.В. Гуторова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – Т. 21. – С. 41–48.

Сведения об авторах:

Шостак Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: servash@mail.ru;
Стародубцев Павел Анатольевич, доктор технических наук, профессор,
e-mail: spa1958@mail.ru;
Бакланов Евгений Николаевич, доцент, e-mail: baklanoven@mail.ru;
Шевченко Александр Петрович, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru.

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

УДК 656.2+639.2.081

С.Б. Бурханов, Л.В. Кучеренко

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

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОБЫВАЮЩИХ СУДОВ ОХОТОМОРСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Представлены результаты анализа экономических показателей рыбопромыслового флота ОАО «ТУРНИФ» в период 2010-2012 гг. Авторы предложили вариант транспортного обслуживания для повышения эффективности работы рыболовных судов в составе экспедиции.

Ключевые слова: экономические показатели, рыбопромысловый флот, управление, эффективность, транспортное обеспечение.

S.B. Burkhanov, L.V. Kucherenko

LOGISTICS OF THE FISHING VESSELS OF THE SEA OF OKHOTSK FISHERY GROUND

The results of the analysis of the economic indices of fishing fleet operation JSC "TURNIF" within the period 2010 – 2012 years. The authors have proposed a variant of transport service to improve the efficiency of fishing vessels in the fishery ground.

Key words: Economic indices, fishing fleet, management, efficiency, transport logistics.

Введение

Рыбохозяйственный комплекс Российской Федерации включает в себя несколько видов экономической деятельности – от промысловой разведки, прогнозирования сырьевой базы отрасли до организации лова, обработки, выгрузки, транспортировки и продажи продукции в стране и за рубежом [1].

В ряде регионов отрасль является градообразующей, одной из главных источников занятости и доходов населения. Основой производственного потенциала рыбопромышленного комплекса является рыбодобывающий флот [2].

Рыбопромысловый флот работает в различных условиях, которые оказывают существенное влияние на его технико-эксплуатационные характеристики и экономическую эффективность. Эффективность работы океанического флота зависит и от того, каким способом он используется. В большинстве случаев океанические суда работают в так называемом экспедиционном режиме [3].

Промысел в составе экспедиций является наиболее приемлемой организационной формой работы, хорошо отработанной и подкрепленной многолетней практикой [4]. На эффективность работы судов, прежде всего, влияют: производительность работы в конкретном промысловом районе, видовой состав облавливаемых биологических ресурсов и способ переработки уловов [3].

В структуре себестоимости рыбной продукции удельный вес затрат на сырье составляет порядка 65–70 %. Основными направлениями в снижении общих промысловых затрат и, как следствие, повышении эффективности работы добывающего флота являются оптимальное и рациональное управление добычей рыбы и морепродуктов, поставка сырья в последующие

подсистемы для оптимизации всей сквозной логистической цепи. Любая логистическая операция сопровождается потенциальными потерями, а оптимизация логистических операций ведет к сокращению потерь [5]. Получить положительный финансовый результат можно при разработке оптимальных вариантов транспортного обеспечения промысловых экспедиций.

Объект, цель и методы исследования

Объектом исследования является организация работы судов ОАО «ТУРНИФ» по обслуживанию Охотоморской промысловой экспедиции, осуществляющей промысел минтая и сельди в 2010–2012 гг.

Цель работы заключается в решении проблемы организации транспортного обслуживания рыбопромысловой экспедиции.

В работе использовались методы статистического и экономического анализа, системный и сравнительный анализ и общенаучные методы, такие, как систематизация, группировка, обобщение, описание.

Результаты и их обсуждение

Для достижения цели работы были сформулированы задачи:

- выбор исходных и отчетных данных для проведения анализа;
- произведение расчетов показателей для выбора типа судна для конкретного направления;
- проработка вариантов решений задачи по критерию оптимальности;
- определение потребности в тоннаже, анализ результатов сравнения и выбор оптимального варианта, обеспечивающего максимум эффективности при его реализации по принятому критерию.

Основным видом производственной деятельности открытого акционерного общества «ТУРНИФ» является добыча и обработка рыбы и морепродуктов.

Освоение промышленных квот предприятие осуществляло как собственным флотом, так и арендованными судами. Все задействованные рыбопромысловые суда приспособлены к океаническому рыболовству, имеют большую автономность плавания и оснащены современным обрабатывающим оборудованием. Основными видами продукции, обеспечивающими наибольший объем реализации (выручки) компании, являются рыба мороженая и икра минтая.

Из табл. 1 видно, что добывающие суда компании осуществляли вылов основных объектов промысла в различных промысловых районах [6].

Как видно из рис. 1, основная доля вылова приходится на район Охотского моря.

На рис. 2 представлена структура видового состава добычи. Из рис. 2 видно, что основными объектами промысла являются минтай и сельдь.

Таблица 1

Объем вылова основных объектов промысла по районам, т

Table 1

The catch of basic objects by areas, tons

Районы промысла	Годы		
	2010	2011	2012
Охотоморская экспедиция (ОМЭ)	52405,3	48986,7	45792,1
Беренгоморская экспедиция (БМЭ)	13682,0	15452,1	19583,6
Южные, Северные Курилы	7809,9	10107,4	13183
Карагинская подзона	1624,0	1147,0	12649,1
Петропавловск-Камчатская подзона	1224,3	1221,6	1300,6
Западно-Камчатская подзона	933,7	989,8	-
Итого	77679,0	77904,6	92508,4

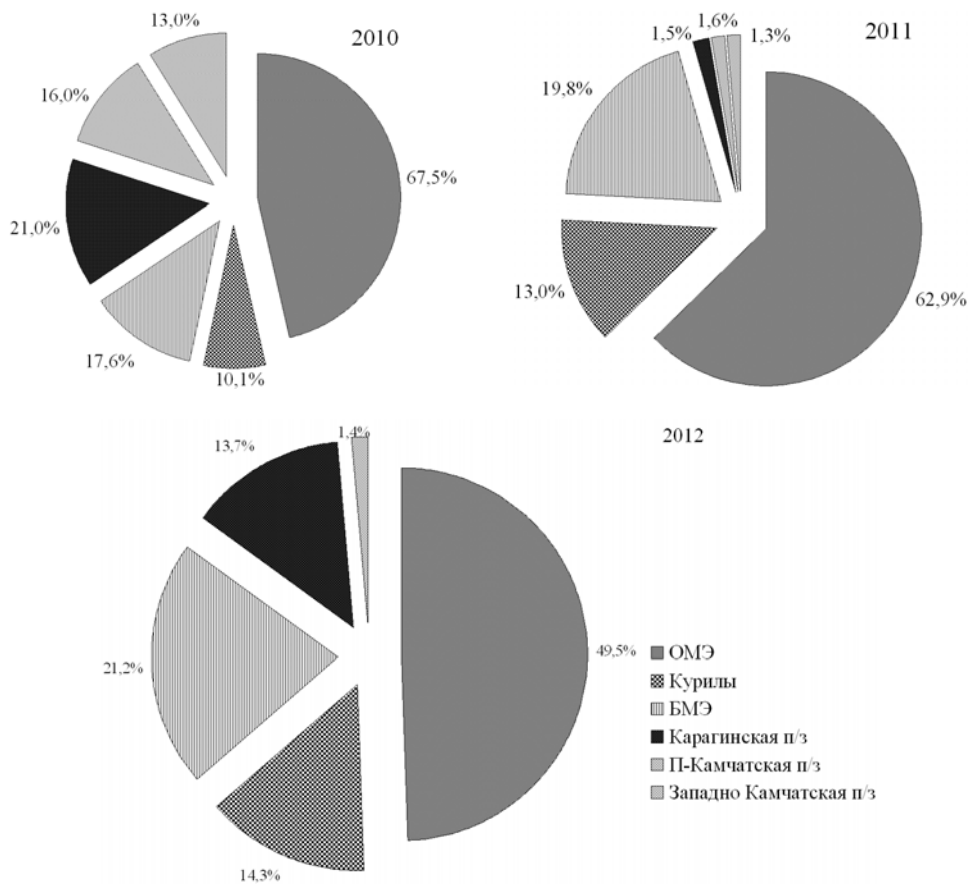


Рис. 1. Доля основных районов промысла в общем объеме вылова
Fig. 1. The share of the main fishing ground in the total catch values

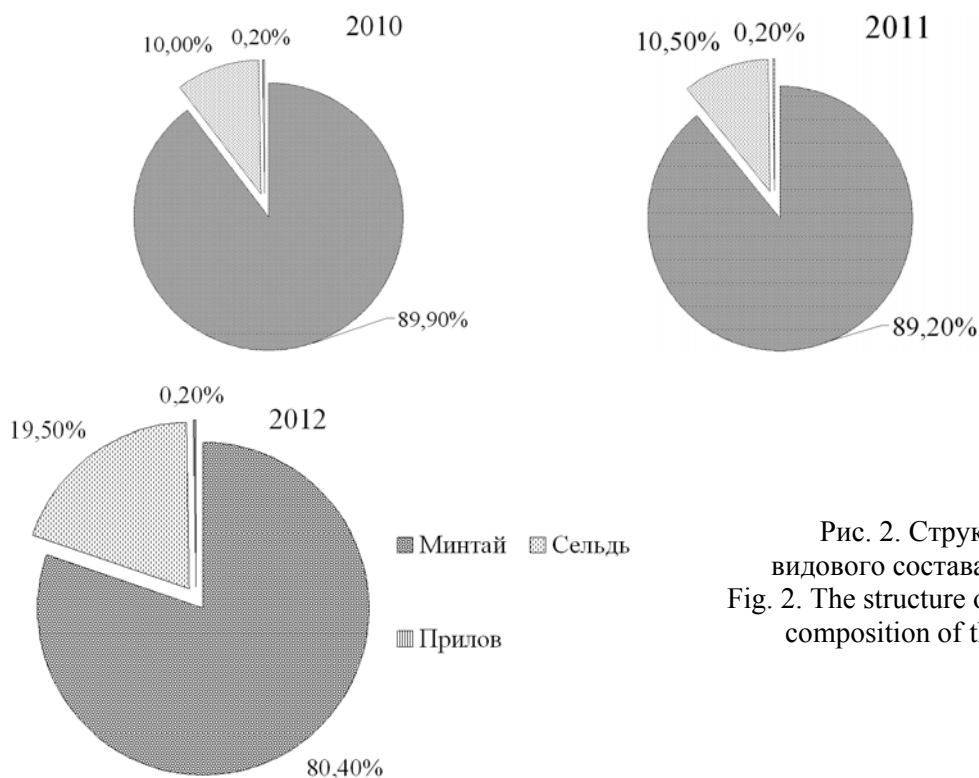


Рис. 2. Структура
видового состава добычи
Fig. 2. The structure of the species
composition of the catch

Основными показателями, отражающими характер производства на судах флота рыбной промышленности, являются показатели добычи рыбы и выпуска продукции. В табл. 2 представлены качественные показатели работы флота.

Одним из основных количественных эксплуатационных показателей работы флота является режим использования судов во времени. Изменение составляющих календарного периода работы судов ОАО «ТУРНИФ» представлено на рис. 3.

Внеэксплуатационный период включает в себя непроизводительные простои. Из рис. 4 прослеживается постоянное их увеличение с каждым годом.

Таблица 2

Качественные показатели работы флота

Table 2

Qualitative indices of fleet operation

Показатели	Годы		
	2010	2011	2012
Суточный объем добычи рыбы, т/сут	74,5	87,6	91,2
Суточный выпуск рыбопродукции, т/сут	53,9	62,1	65,8
Вылов на среднесписочное судно, т/судно	13075,2	16384,8	20403,5
Выпуск на среднесписочное судно, т/судно	9454	11620,7	14733,3

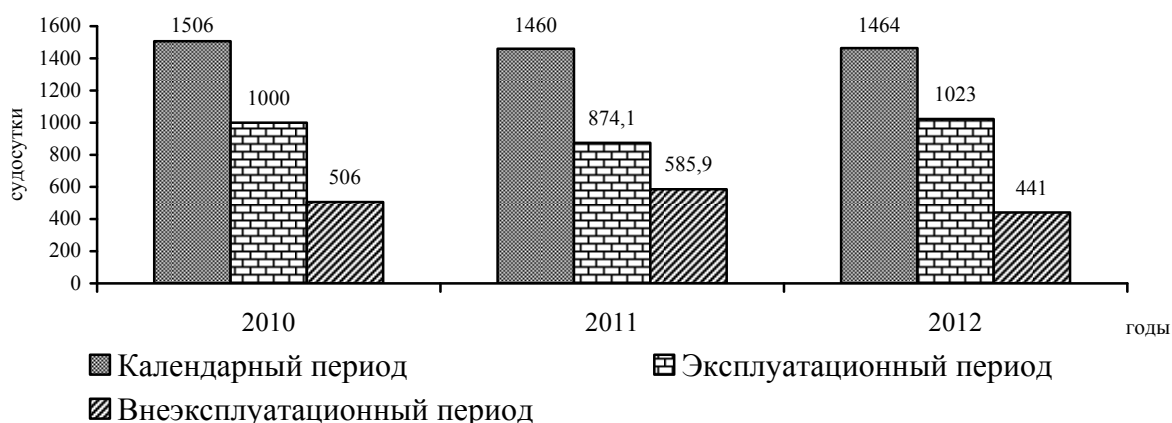


Рис. 3. Изменение составляющих календарного периода

Fig. 3. Change of the calendar period

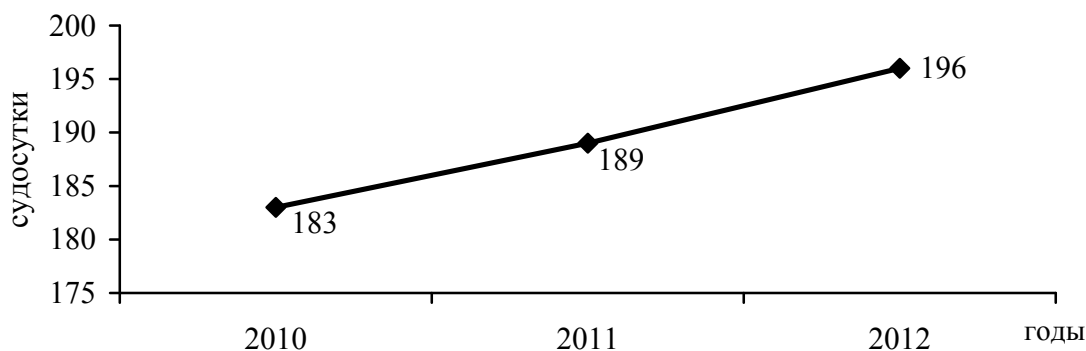


Рис. 4. Непроизводительные простои

Fig. 4. The unproductive delay

Непроизводительные простои обусловлены длительным периодом ожидания перегруза рыбной продукции, бункеровкой топливом и получением снабжения.

В исследуемый период отмечается положительная динамика по увеличению времени нахождения судов на промысле, объемам добычи и выпуска продукции, вместе с тем заметно увеличивались расходы и, как следствие, наблюдалось увеличение себестоимости продукции.

В табл. 3 представлены основные экономические показатели работы флота ОАО «ТУРНИФ».

Таблица 3

Основные экономические показатели работы флота

Table 3

The main economic indices of fleet operation

Показатели	Годы		
	2010	2011	2012
Выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов), тыс. руб.	1998828	1995984	2849666
Себестоимость реализации товаров, продукции, работ, услуг, тыс. руб.	1247506	1233770	1585042
Расходы, тыс. руб.	313195	364324	439703
Финансовый результат, тыс. руб.	438127	397890	824921
Рентабельность, %	35,1	32,2	52

Увеличение расходов происходило вследствие неэффективного транспортного обслуживания добывающих судов. Для решения проблемы организации транспортного обслуживания рыбопромысловых экспедиций были выбраны транспортные рефрижераторы: «Брестская крепость», «Сибирь», «Актюбинск». Выбор этих судов обусловлен тем, что все они приспособлены под перевозку рыбопродукции.

В табл. 4 представлены основные технико-эксплуатационные характеристики транспортных судов.

Себестоимость содержания транспортных судов представлена в табл. 5.

Данные по расчету элементов рейса транспортных судов сведены в табл. 6.

Таблица 4

Основные технико-эксплуатационные характеристики судов

Table 4

The main technical and operational characteristics of vessels

Показатели	«Брестская крепость»	«Сибирь»	«Актюбинск»
Длина	139	130	131
Ширина	18	16,8	16,8
Осадка	7,8	7,2	6,3
Водоизмещение	10720	9800	10250
Дедвейт	6560	5170	5840
Чистая грузоподъемность, т	4520	4000	3850
Нормативы загрузки рыбы мороженой / рыбной муки, т	4320/200	3800/200	3650/200
Эксплуатационная скорость, миль/сут	418	336	336

Таблица 5

Себестоимость содержания транспортных судов

Table 5

The prime cost of transport vessels maintenance

Тип т/р	Себестоимость содержания, руб./сут			Всего расходов
	на ходу	на стоянке	на промысле	
«Брестская крепость»	205000	179000	188000	530200
«Сибирь»	182000	158000	169000	507700
«Актюбинск»	189000	168000	174000	512700

Таблица 6

Элементы рейса транспортных судов

Table 6

Element of the transport vessels voyages

Показатель, сут	«Брестская крепость»	«Сибирь»	«Актюбинск»
Время стоянки в порту	9	10	9
Время на ходу	7	9	9
Время на промысле	12	11	11
Время рейса	28	30	29

В табл. 7 представлены основные качественные показатели работы транспортных судов на Охотоморском направлении.

Расчет количественных показателей работы транспортных судов показан в табл. 8.

В табл. 9 приведены расчеты провозной способности транспортных судов на направлении Владивосток – ОМЭ – Владивосток.

Таблица 7

Качественные показатели работы транспортных судов

Table 7

The qualitative indicators of transport vessels' operation

Показатель	«Брестская крепость»	«Сибирь»	«Актюбинск»
Коэффициент использования чистой грузоподъемности	0,55	0,55	0,55
Средняя дальность перевозки 1 т груза	1430	1430	1430
Коэффициент сменности груза	2	2	2
Интенсивность загрузки тоннажа	1,1	1,1	1,1

Таблица 8

Количественные показатели работы транспортных судов

Table 8

The quantitative indicators of transport vessels' operation

Показатель	«Брестская крепость»	«Сибирь»	«Актюбинск»
Количество перевезенного груза, т	4983,2	4409,4	4244
Грузооборот, тонна-миля	7125976	6305442	6068920
Тоннаже-мили	12927200	11440000	11011000

Таблица 9

Показатели работы транспортных судов на линии

Table 9

The indicators of transport vessels' operation on the line

Показатель	«Брестская крепость»	«Сибирь»	«Актюбинск»
Потребность в транспортном тоннаже, т (минтай/сельдь)	11789 / 2818,5		
Провозная способность судна за рейс, т	4972	4400	4235
Провозная способность судна за эксплуатационный период, т (минтай/сельдь)	24860 / 19888	17600 / 17600	21175 / 16940
Количество рейсов (минтай/сельдь)	5 / 4	4 / 4	5 / 4
Себестоимость перевозки 1 т груза, руб./т	1066,4	1154	1210

Исходя из того, что в качестве критерия оптимальности при выборе судов для обслуживания заданной линии принимается минимальная себестоимость перевозки 1 т грузов и максимум провозоспособности, можно сделать вывод, что заданным критериям отвечает транспортный рефрижератор «Брестская крепость».

Заключение

Анализ качественных и количественных эксплуатационных показателей судов при работе в Охотоморской экспедиции позволил выбрать самый выгодный вариант транспортного судна по направлению промысловой экспедиции, которое обеспечит максимум провозной способности флота при минимуме себестоимости единицы продукции, а также увеличение рентабельности. В результате это позволит увеличить общий объем добычи рыбы, выпуск рыбопродукции, доходы, уменьшив себестоимость продукции, а также получить экономический эффект.

Список литературы

1. Храпов, В.Е. Современное состояние рыбопромыслового флота России: проблемы и перспективы / В.Е. Храпов // Вестн. МГТУ. – 2010. – Т. 13, № 1. – С. 154–157.
2. Тупикина, Е.Н. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов / Е.Н. Тупикина // Проблемы современной экономики. – 2009. – № 2(30). – URL: <http://www.m-economy.ru/author.php?nAuthorId=1649> (дата обращения 20.04.2015).
3. Иванов, А.В. Экономические аспекты проектирования рыбопромысловых судов России / А.В. Иванов, Е.В. Маслюк // Науч. журн. Известия КГТУ. – 2014. – № 35. – С. 265–273.
4. Возрождение экспедиционного рыбного промысла в Мировом океане становится актуальной задачей // Новости отрасли: электрон. период. изд. «Fishnet.ru». 2011 – URL: <http://www.fishnet.ru/news/news-22220.html> (дата обращения 21.04.2015).
5. Лисиенко, С.В. Концептуальный подход к построению эффективной системы организации промысла морских биоресурсов / С.В. Лисиенко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – Вып. 20. – С. 321–326.
6. Годовые и квартальные отчеты ОАО «ТУРНИФ» за 2010 г., 2011 г., 2012 г. – URL: <http://www.turnif.com/rus/stockinfo.php?part=4> (дата обращения 24.04.2015).

Сведения об авторах:

Бурханов Сергей Борисович, кандидат экономических наук, e-mail: burkhanov@list.ru;
Кучеренко Лилия Владимировна, доктор технических наук, профессор,
e-mail: lvk-07@mail.ru.

УДК 621.182.3:629.2-843.9

Л.К. Капран, В.В. Маницын, З.П. Старовойтова

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

**АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛАВНОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СРЕДНЕГО ЯРУСОЛОВА-
МОРОЗИЛЬЩИКА « КОРОЛЕВА ЭМЕРАЛЬДА»**

Приводятся общие сведения о среднем ярусолове-морозильщике «К. Эмеральда» и его главной энергетической установке, уравнение винтовой характеристики, кривая распределения мощности главного дизеля на режимах «переход» и «работа на промысле», уравнение топливной характеристики ГД, зависимость относительного расхода топлива от относительной мощности ГД.

Ключевые слова: *главный дизель, кривая распределения мощности на режимах «переход» и «работа на промысле».*

L.K. Kapran, V.V. Manyisyn, Z.P. Starovoytova

**ANALYSIS OF THE MODES OF OPERATION THE MAIN POWER INSTALLATION
MEDIUM ÂRUSOLOVA MOROZIL'ŠIKA QUEEN ÈMERAL'DA»**

Provides an overview of average ârusolova morozil'sika «Èmeral'da» k. and his main power installation, equation of spiral curve of power distribution characteristics of main diesel engine on the blend modes «and» work on fisheries, the main characteristics of diesel fuel equation. the dependence of the relative fuel consumption from the relative power of the DG.

Key words: *main diesel, power distribution curve to the mode «move» and «the job».*

Введение

Проблема повышения эффективности технической эксплуатации ГЭУ на судах ярусного флота до настоящего времени является предметом исследований научно-исследовательских и проектных организаций и относится к весьма актуальным. Решение этой проблемы предусматривает анализ режимов эксплуатации ГЭУ, направленных на оптимизацию мощности ГД и затрат на горюче-смазочные материалы.

Общие сведения

Ярусный лов – это лов рыбы на крючки. Ярусами ловят треску, акул, меч-рыбу, тунцов, палтуса и другие виды рыб. Технология ярусного лова состоит из постановки яруса, лова рыбы и выборки яруса.

На сегодняшний день ярусный лов рыбы обеспечивает 12–15 % мировой добычи рыбы, в частности, в Великобритании на долю крючковых орудий лова приходится 12–14 % общего лова, в Норвегии 18 %, в Японии 50 %. Это один из наиболее экологически «чистых» способов лова рыбы.

На Дальнем Востоке примерно работает около 50 судов. В их число входят среднетоннажные ярусники-морозильщики типа «Антиас» немецкой постройки, типа «Капитан Карташов» норвежской постройки, типа «Капитан Степанов» португальской постройки, несколько типов судов, построенных в Японии и США. В России для ярусного лова рыбы были модернизированы добывающие суда отечественной постройки (СРТМК проекта 502ЭМ, СТР проекта 503 типа «Альпинист», РС 300, РС 388М, СТР 410, ТР типа «Радужный» и судно американской постройки «К. Эмеральда»).

Объектом анализа режимов эксплуатации ГЭУ в нашем случае является средний ярусолов-морозильщик «К. Эмеральда».

Цель анализа режимов эксплуатации ГЭУ направлена на оптимизацию мощности ГД и затрат на горюче-смазочные материалы.

ГЭУ состоит из двух автономных дизель-редукторных агрегатов (ДРА), работающих на дизельном топливе. Один ДРА включает двенадцатицилиндровый, V-образный дизель марки 3412E мощностью 537 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1800 мин⁻¹, реверс-редуктор марки MG 520 с передаточным числом 5 : 1 и винт фиксированного шага. Два ДРА работают постоянно на режимах эксплуатации «переход» и «работа на промысле».

Тактико-технические характеристики СЯМ «К. Эмеральда»

Характеристики судна

Водоизмещение, т	885
Длина габаритная, м	42,67
Ширина, м.....	10,36
Высота борта, м.....	6,71
Осадка, м.....	3,18
Скорость судна, уз	9

Винт

Диаметр, м	1,67
Количество лопастей	4

Главный дизель

Количество, шт.	2
Марка	CATERPILLAR-3412E
Номинальная мощность, кВт	537
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1800
Диаметр цилиндра, мм	137
Ход поршня, мм	152

Определение текущей мощности ГД в эксплуатации

Текущая мощность ГД в процентах на каждом дизеле регистрируется на компьютере. С целью сравнения мощности, полученной на компьютере и расчетным путем, воспользуемся результатами испытаний ГД (табл. 1). В качестве косвенного показателя принята частота вращения коленчатого вала дизеля. Для перехода частоты вращения коленчатого вала к его мощности используется зависимость. Такая зависимость называется винтовой характеристикой дизеля.

Для построения графика винтовой характеристики дизеля воспользуемся результатами испытаний ГД (табл. 1).

Таблица 1

Данные испытаний ГД марки 3412E

Table 1

Data of tests of the State Duma

Относительная мощность \bar{N}	0,01	0,1	0,22	0,31	0,40	0,49	0,63	0,84	0,97	1,0
Частота вращения коленчатого вала n , мин ⁻¹	550	697	1000	1208	1409	1454	1608	1749	1797	1874

Где \bar{N} – относительная мощность дизеля; n – частота вращения коленчатого вала. Винтовая характеристика дизеля в аналитической форме с достаточной точностью рассчитывается в виде кубической параболы $\bar{N} = c \cdot n^3$.

Используя данные стендовых испытаний (табл. 1) и метод наименьших квадратов, получен коэффициент $c = 1,57 \cdot 10^{-10}$. Тогда винтовая характеристика в аналитической форме будет иметь вид

$$\bar{N} = 1,57 \cdot 10^{-10} n^3.$$

Графики эмпирической (см. табл. 1) и теоретической $\bar{N} = 1,57 \cdot 10^{-10} n^3$ зависимостей относительной мощности \bar{N} от частоты вращения коленчатого вала n представлены на рис. 1. Средняя квадратическая ошибка при этом равна 0,04.

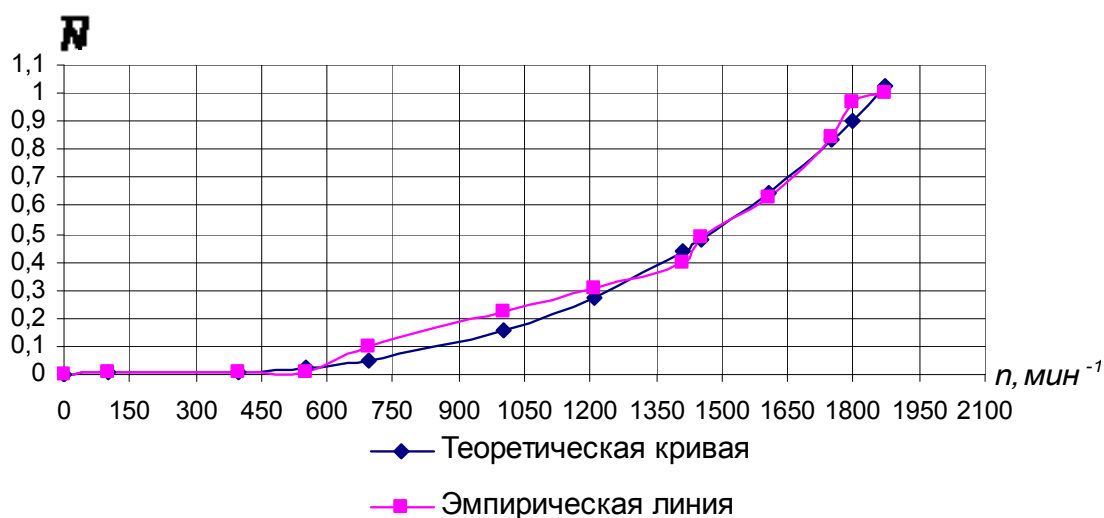


Рис. 1. Винтовая характеристика ГД 3412Е
Fig. 1. Propeller characteristics

Расчет параметров распределения мощности ГД на режимах эксплуатации ГЭУ ярусолова «переход» и «работа на промысле»

Эксплуатация ярусолова включает четыре режима: переход, постановка яруса, лов рыбы и выборка яруса.

На режиме «переход» два ГД работают постоянно. Данные по мощности ГД для режимов «переход на промысел» и «переход в порт» объединены в одну группу.

Данные по распределению мощности ГД ярусолова на режиме «переход» приведены в табл. 2.

По данным табл. 2 построена кривая распределения мощности ГД на режиме «переход» (рис. 2).

На режиме «переход» ГД работает с относительной мощностью, изменяющейся от 0,35 до 0,95 при среднем значении относительной мощности $\bar{N}_c = 0,59$ и среднеквадратическом отклонении $\bar{\sigma} = 0,09$. Характер распределения мощности ГД, как видно из кривой распределения, одномодальный. Интервал отклонения мощности ГД от среднего значения на режиме «переход» составляет от 268,5 до 365,15 кВт. $((\bar{N}_c - \bar{\sigma}) \cdot N_{ном}; (\bar{N}_c + \bar{\sigma}) \cdot N_{ном})$.

Таблица 2
Статистические данные по распределению мощности ГД на режиме «переход»

Table 2

Statistic data of distribution in power of the ME in the «passage» mode

Интервалы мощности в относительных единицах	Середина интервала	Продолжительность работы ГД t , ч	Относительная продолжительность работы ГД \bar{t}
0–0,10	0,05	-	-
0,10–0,20	0,15	-	-
0,20–0,30	0,25	-	-
0,30–0,40	0,35	-	-
0,40–0,50	0,45	1194	0,193
0,50–0,60	0,55	2067	0,335
0,60–0,70	0,65	2312	0,374
0,70–0,80	0,75	510	0,083
0,80–0,90	0,85	81	0,013
0,90–1,00	0,95	10	0,002
Итого:		6174	1,000

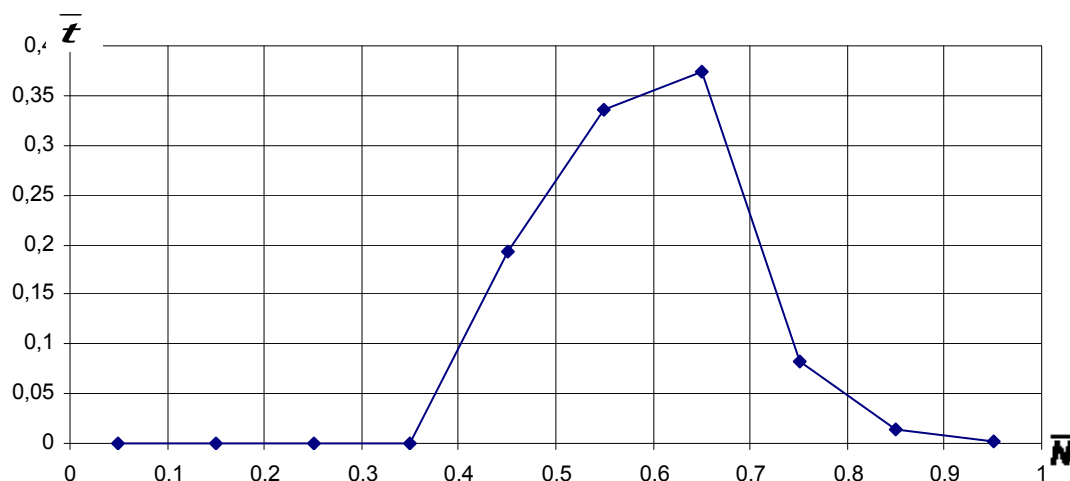


Рис. 2. Кривая распределения мощности ГД на режиме «переход»
Fig. 2. A curve distribution range of the main engine in the «passage» mode

Средняя скорость судна на переходе составляет около 8 уз при частоте вращения ГД от 700 до 1600 мин⁻¹.

На режиме «работа на промысле» два ГД работают постоянно. Технология ярусного лова рыбы состоит из трех операций: постановка яруса, лов рыбы и выборка яруса.

Статистические данные по распределению мощности ГД ярусолова на режиме «работа на промысле» приведены в табл. 3.

По данным табл. 3 построена кривая распределения мощности ГД на режиме «работа на промысле» (рис. 3).

На режиме «работа на промысле» ГД работает с относительной мощностью, изменяющейся от 0,01 до 0,55, при этом среднее значение относительной мощности равно $\bar{N}_c = 0,16$ и среднее квадратическое отклонение $\bar{\sigma} = 0,12$. Интервал отклонения мощности для одного

ГД от среднего значения на режиме «работа на промысле» составляет от 21,48 до 150,36 кВт.
 $((\bar{N}_c - \sigma) \cdot N_{ном}; (\bar{N}_c + \sigma) \cdot N_{ном})$.

По статистическим данным на промысле средняя скорость судна составляет от 0,5 до 3,5 уз при частоте вращения дизеля от 550 до 700 мин⁻¹, средний и малый ход у судов ярусного лова на промысловом режиме составляют около 98 %, а полный ход – только 2 %.

Таблица 3

Статистические данные по распределению мощности ГД на режиме «работа на промысле»

Table 3

Statistical data on distribution of capacity of GD on a mode «work on trade»

Интервалы мощности в относительных единицах	Середина интервала	Продолжительность работы ГД t , ч	Относительная продолжительность работы ГД \bar{t}
0,00–0,10	0,05	29,5	0,00108
0,10–0,20	0,15	11084,4	0,407
0,20–0,30	0,25	967,9	0,036
0,30–0,40	0,35	1389,25	0,0657
0,40–0,50	0,45	3420,9	0,1256
0,50–0,60	0,55	1355,1	0,0497
0,60–0,70	0,65	1060,8	0,0385
0,70–0,80	0,75	6511,35	0,2389
0,80–0,90	0,85	992,6	0,0364
0,90–1,00	0,95	32,55	0,0112
Итого:	-	27244,35	1,00

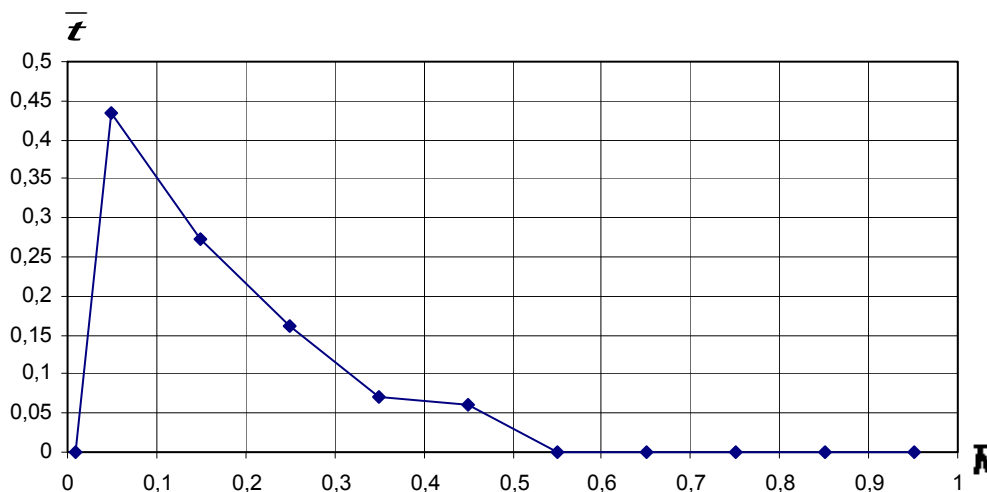


Рис. 3. Кривая распределения мощности ГД на режиме «работа на промысле»
 Fig. 3. A curve of distribution of capacity of GD on a mode «work on trade»

Расчет расхода топлива ГД CATERPILLAR-3412E

В эксплуатации текущая эффективная мощность ГД носит случайный характер. Она изменяется во времени в зависимости от режима эксплуатации, от условий внешних факторов и от состояния пропульсивного комплекса. Поэтому в основу расчета расхода топлива положен вероятностно-статистический метод обработки фактической мощности ГД. Этот метод

наиболее полно учитывает многообразие внешних факторов, влияющих на элементы судового комплекса.

Для расчета расхода топлива необходима топливная характеристика ГД CATERPILLAR-3412E с электронным впрыском топлива. Топливная характеристика дизеля – это зависимость часового расхода топлива от его мощности, определяется по результатам стендовых испытаний.

Для расчета коэффициентов топливной характеристики ГД использовались результаты стендовых испытаний, которые приведены в табл. 4.

Таблица 4

Данные испытаний ГД марки 3412E

Table 4

Data of tests of the State Duma

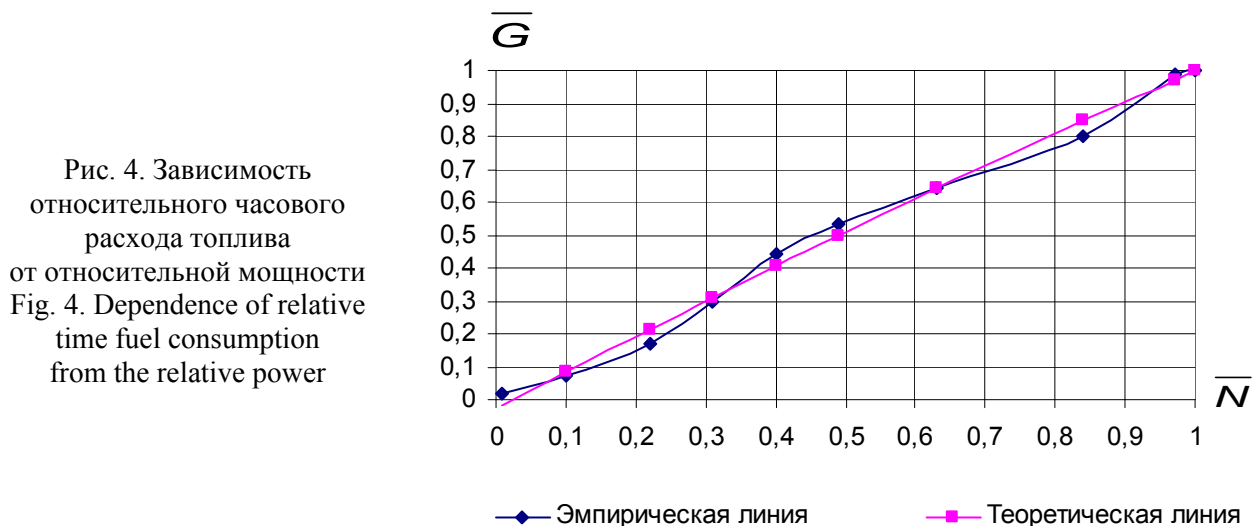
Относительная мощность \bar{N}	0,01	0,1	0,22	0,31	0,40	0,49	0,63	0,84	0,97	1,0
Расход топлива, л/ч	2,11	10	22,9	39,3	59	71	86	107	132	133,5
Относительный расход топлива \bar{G}	0,016	0,075	0,172	0,294	0,442	0,532	0,644	0,801	0,989	1,0

$$N_n = 537 \text{ кВт}, G_n = 133,5 \text{ л/ч}, \bar{G} = \frac{G_T}{G_n}, \bar{N} = \frac{N_e}{N_n}.$$

Зависимость относительного часового расхода топлива от относительной мощности можно представить графически (рис. 4) или в аналитической форме в виде полинома второй степени, параметры которого определены по методу наименьших квадратов, используя данные табл. 4. Топливная характеристика дизеля 3412E в аналитической форме будет иметь вид

$$\bar{G} = -0,1\bar{N}^2 + 1,13\bar{N} - 0,03.$$

Средняя квадратическая ошибка при этом составляет 0,03.



На основании топливной характеристики ГД CATERPILLAR-3412E и параметров распределения мощности на основных режимах эксплуатации СЯМ «К. Эмеральда» определен расход топлива. Результаты расчета параметров мощности и расхода топлива для ГД на режимах «переход» и «работа на промысле» приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Параметры мощности и расхода топлива ГД CATERPILLAR-3412E
на режимах «переход» и «работа на промысле»**

Table 5

**Power rating and fuel oil consumption of the ME ГД CATERPILLAR-3412E
in the «passage» and «fishing» modes**

Наименование	Режим «переход»	Режим «работа на промысле»
Число наблюдений, ч	6174	27244
Средняя относительная мощность	0,59	0,16
Среднеквадратическое отклонение	0,09	0,12
Средний часовой расход топлива, л/ч	80,35	19,79
Средний суточный расход топлива, л/сут	1928,46	474,96

Выводы

Получены параметры распределения мощности ГД CATERPILLAR-3412E на режимах эксплуатации «переход» и «работа на промысле», топливная характеристика ГД с электронным впрыском топлива и расчет расхода топлива.

Список литературы

1. Статистические данные на режимах эксплуатации ГД CATERPILLAR-3412E СЯМ «К. Эмеральда».
2. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1985.

Сведения об авторах: Маницын Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: manyitsynv@mail.ru;
Капран Людмила Кузьминична доцент;
Старовойтова Зоя Павловна, доцент.

УДК 629.12.066-52

В.В. Кирюха

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

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА

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

Ключевые слова: пленка, датчик, контроль, параметр, прибор.

V.V. Kiryuha

THE USE OF ELECTROSTATIC TRANSDUCERS FOR MEASURING THE THICKNESS OF THE POLYETHYLENE ENVELOPE DURING MANUFACTURING

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

Key words: envelop, sensor, control, parameter, the device.

При производстве полиэтиленовой пленки на экструдерах необходим текущий контроль толщины такой пленки, чтобы было возможно регулирование системы производства (давление воздуха, температура полиэтиленового расплава).

Текущий контроль толщины пленки осложняется тем, что пленка горячая и легко деформируема. Это исключает механические и прочие силовые воздействия в процессе непрерывного контроля. Представляет определенный интерес применение систем контроля с использованием электростатических (емкостных) преобразователей.

В общем случае электростатический преобразователь (ЭСП) состоит из двух электродов площадью S , параллельно расположенных на расстоянии d в среде с диэлектрической проницаемостью ξ_a . Выходной величиной электростатического преобразователя может быть:

а) изменение емкости C ;

б) сила F ;

в) ЭДС, генерируемая при взаимном перемещении электродов, находящихся в электрическом поле.

Для ЭСП с выходной величиной в виде силы входной величиной является напряжение. Такие преобразователи используются в электростатических вольтметрах. ЭСП с выходной величиной в виде ЭДС являются генераторными преобразователями. Примером такого преобразователя может служить конденсаторный микрофон, преобразующий энергию акустических колебаний в электрическую.

ЭСП с изменяющейся емкостью называются емкостными преобразователями. Этот вид преобразователей получил широкое распространение в датчиках автоматических систем.

Емкостные преобразователи являются параметрическими преобразователями неэлектрических величин в электрические. В емкостных преобразователях используется зависимость емкости конденсатора от расстояния между обкладками, площади обкладок и диэлектрической проницаемости среды между ними.

Для плоскопараллельного конденсатора емкость может быть определена по формуле

$$C = \xi_a \cdot \frac{S}{d} = \xi_a \cdot q,$$

где $\xi_a = \xi_o \cdot \xi$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками конденсатора; ξ – относительная диэлектрическая проницаемость; ξ_o – электрическая постоянная, равная $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/н; S – площадь пластин конденсатора, м²; d – расстояние между пластинами, м; C – емкость конденсатора, Ф; q – геометрическая проводимость зазора, м.

Для измерения искомой неэлектрической величины необходимо, чтобы она оказала пропорциональное воздействие на один из параметров конденсатора и изменяла его.

В емкостных датчиках может меняться один из трех параметров: площадь пластин конденсатора S , расстояние между пластинами d , абсолютная диэлектрическая проницаемость среды ξ_a .

При изменении площади пластин у преобразователя с прямоугольными электродами имеется некоторый диапазон перемещения x пластин относительно друг друга. При этом емкость конденсатора линейно зависит от величины перемещения x .

Схематическое изображение емкостного датчика показано на рисунке, а. Зависимость емкости датчика от изменения площади пластин (изменения смещения пластин) показана на рисунке, б, в.

Вследствие краевого эффекта линейная зависимость несколько искажает. В области линейной зависимости чувствительность такого преобразователя определяется по формуле

$$Q = dC/dx = \xi_o \xi \frac{S}{d} .$$

Чувствительность преобразователя постоянна и увеличивается с уменьшением расстояния между электродами d . При изменении расстояния d между электродами функция преобразования $C = f(d)$ представляет собой гиперболическую функцию, показанную на рисунке, в. Чувствительность преобразователя в этом случае определяется по формуле

$$Q = dC/dd = \xi_o \xi \frac{S}{d^2} .$$

Чувствительность преобразователя в этом случае сильнее зависит от расстояния между пластинами d . Для увеличения чувствительности целесообразно уменьшить расстояние d . Предельное его значение определяется технологическими соображениями и величиной приложенного напряжения. Необходимо учитывать, что при малых значениях d возможен электрический пробой между электродами. Электрический пробой в сухом атмосферном воздухе при нормальном давлении происходит при напряженности электрического поля $E = 3 \cdot 10^5$ кВ/м. Однако расчетное значение напряженности пробоя принимают, как правило, не более 25 % от этой величины.

При изменении диэлектрической проницаемости схематическое изображение емкостного датчика показано на рисунке, г. Если перемещать диэлектрическую пластину в зазоре плоского конденсатора, то можно получить конденсатор с переменной диэлектрической проницаемостью. Емкость такого преобразователя определяется как емкость двух параллельно включенных конденсаторов. Один из них образован частью электродов и диэлектрической пластиной, другой – оставшейся частью электродов с межэлектродным пространством, не заполненным пластиной. Если пластина имеет относительную диэлектрическую проницаемость ξ_1 , а свободное пространство между электродами заполнено воздушной средой с относительной диэлектрической проницаемостью ξ_2 , то функция преобразования преобразователя описывается выражением

$$C = C_1 + C_2 = \xi_0 \xi_1 \cdot \frac{S_1}{d} + \xi_0 \xi_2 \cdot \frac{S_2}{d} = \frac{\xi_0}{d} S_1 (\xi_1 - \xi_2) + \xi_2 S]$$

где S – общая площадь электродов; S_1 – часть площади диэлектрической пластины, находящейся между электродами.

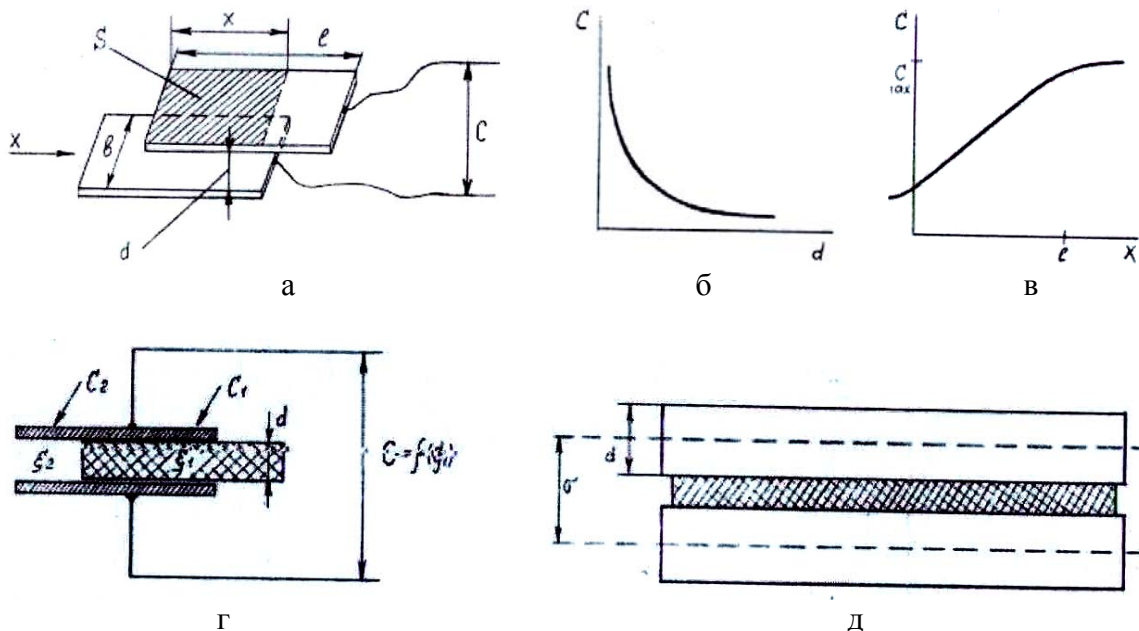
В реальных конструкциях емкостными преобразователями служат не обязательно плоскопараллельные конденсаторы. Например, для контроля толщины тонких немагнитных пленок используются датчики с цилиндрическими обкладками конденсатора. Эта конструкция представляет собой два валика, один из которых находится на неподвижной оси, а второй – на подвижной, прижимаемой пружинами к первому валику. Между валиками протягивается измеряемая пленка. Схематическое изображение данного датчика показано на рисунке, д. При изменении толщины пленки подвижный валик смещается относительно неподвижного. Изменяется зазор между валиками. Валики выполняются из электропроводного материала и являются обкладками конденсатора.

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

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

где σ – расстояние между осями валиков; d – диаметр валиков.

Емкость датчика по приведенной формуле вычисления на единицу длины.



Электростатические преобразователи: а – схематическое изображение емкостного датчика; б, в – зависимость емкости от параметров датчика; г – емкостный датчик с изменяющейся диэлектрической проницаемостью; д – емкостный датчик с цилиндрическими обкладками

Electrostatic converters: а – a schematic representation of a capacitive sensor; б, в – dependence of the capacitance of the sensor; г – a capacitive sensor with variable dielectric constant; д – a capacitive sensor with cylindrical electrodes

В реальных технических устройствах емкость емкостных преобразователей обычно лежит в пределах от единиц до тысяч пикофарад. Емкостное сопротивление определяется по формуле

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC},$$

где f – частота питающего напряжения.

При использовании частоты питающего напряжения 50 Гц внутреннее сопротивление преобразователей достигает значений в десятки и сотни мегаом (10^7 – 10^9) см. При столь высоком сопротивлении возможны погрешности, обусловленные паразитными токами утечки, причем на результат измерений оказывают большое влияние сопротивление изоляции проводов, взаимное расположение деталей устройства, параметры окружающей среды и т.д. Для уменьшения внутреннего сопротивления преобразователя частота напряжения питания увеличивается до нескольких килогерц и выше, вплоть до нескольких мегагерц. Поэтому емкостные преобразователи используют в устройствах со специальными преобразователями частоты.

Емкостные преобразователи преобразуют неэлектрические величины в изменение емкости преобразователя. Для фиксации этого изменения электроизмерительными приборами емкостный преобразователь должен быть включен в измерительную цепь. При этом изменение емкости преобразуется в изменение напряжения или тока, либо в частоту синусоидального или импульсного тока. Существует много различных измерительных цепей включения емкостных преобразователей. Выбор той или иной схемы включения определяется требованиями, предъявляемыми к преобразователю, и техническими характеристиками проектируемых устройств.

Список литературы

1. Кирюха, В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики. Теория, устройство и применение: учеб. пособие / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 216 с.
2. Кирюха, В.В. Датчики в системах автоматики: учеб. пособие / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 150 с.
3. Горбенко, Ю.М. Измерительные преобразователи активного тока / Актуальные проблемы развития судоходства в Дальневосточном регионе: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / Ю.М. Горбенко, В.В. Кирюха. – Владивосток, 2011.
4. 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. – С. 58–64.
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 судов: учеб. пособие / В.Я. Молочков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 193 с.
7. 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, доцент.

УДК 629.12.066-52

В.В. Кирюха¹, Ю.М. Горбенко², В.С. Яблокова²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

²Дальневосточный федеральный университет,
690600, г. Владивосток, о. Русский

АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В СУДОВЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Рассмотрены вопросы построения систем контроля на основе датчиков неэлектрических величин различного типа. Даны рекомендации по применению преобразователей неэлектрических величин в судовых автоматических системах.

Ключевые слова: датчик, преобразователь, преобразовательный элемент, автоматическая система.

V.V. Kiryuha, Yu.M. Gorbenko, V.S. Yablokova

ANALYSIS OF NON-ELECTRICAL QUANTITIES TRANSDUCERS AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR USE IN MARINE AUTOMATED SYSTEMS

The paper deals with the construction of control systems based on the gauges of various types of non-electrical quantities. Recommendations on the use of non-electric converters quantities in marine automated systems.

Key words: sensor, transmitter, transducer element, automatic.

В судовых системах автоматического контроля параметров достаточно часто необходимо производить контроль неэлектрических параметров. Например, контроль давления, температуры, влажности и т.д. Для контроля таких параметров целесообразно использовать датчики на основе преобразователей неэлектрических величин.

На вход измерительного преобразователя воздействует некоторая физическая величина, определяемая видом преобразователя. На выходе преобразователя выделяется электрический сигнал, связанный с входной величиной по какому-либо закону.

Функция преобразования – функциональная зависимость между выходной Y и входной X . Функция преобразования может быть задана аналитически в виде уравнения, графически или в виде таблицы. Измерительный преобразователь – это техническое устройство, построенное на определенном физическом принципе действия и предназначенное для выполнения одного специфического измерительного преобразования.

Измерительное преобразование представляет собой отражение одной физической величины размером от другой физической величины, функционально с ней связанной. Применение измерительных преобразователей является единственным методом практического построения любых измерительных устройств.

На вход измерительного преобразователя воздействует изменяющаяся измерительная величина X , являющаяся входной величиной преобразователя. Входной величиной может быть любая физическая величина, для которой может быть построен преобразователь, преобразующий эту физическую величину в выходную электрическую величину по определенному закону. На выходе преобразователя имеется выходная электрическая величина Y , связанная с входной величиной по определенному закону.

В идеальном случае имеется только входная величина и нет никаких посторонних воздействий, которые влияют на измерительный преобразователь и на значение выходной величины. В реальных условиях есть множество внешних воздействий, влияющих на работу преобразователя и величину его погрешности и искажающих выходную величину.

Одним из методов уменьшения вредных внешних влияний является структурный метод. Согласно этому методу схема преобразователя строится из отдельных преобразователей так, чтобы частные погрешности отдельных преобразователей внезапно компенсировались. Структурная схема прибора во многом определяет его свойства. Преобразователи, построенные по простым схемам, надежнее в работе и дешевле, а преобразователи, построенные по сложным схемам, дороже, но имеют лучшие характеристики. Поэтому задача проектирования таких устройств заключается в выборе оптимальной схемы преобразования, которая отвечала бы предъявленным требованиям.

Наиболее часто используются последовательные схемы соединений, дифференциальные схемы, логометрические схемы и компенсационные схемы включения преобразователей.

Дифференциальной схемой называется схема, содержащая два канала с последовательным соединением преобразователей, причем выходные величины каждого из каналов подаются на два выхода вычитающего преобразователя.

Вычитающий преобразователь – это преобразователь с двумя входами, выходная величина которого представляет собой функцию разности двух входных:

$$y = F(y_1 - y_2),$$

где y_1 – выходная величина первого преобразователя; y_2 – выходная величина второго преобразователя; y – выходная величина дифференциальной схемы.

Структурная схема дифференциального преобразователя показана на рис. 1.

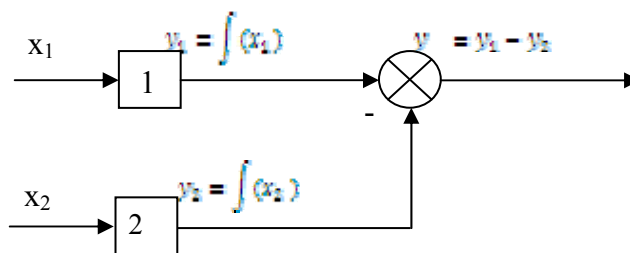


Рис. 1. Структурная схема дифференциального преобразователя
Fig. 1. Block diagram of the differential transducer

Оба канала дифференциального преобразователя находятся в одинаковых внешних условиях, на них воздействуют одни и те же по величине и по значению внешние факторы. Поэтому в дифференциальных преобразователях аддитивные погрешности компенсируются.

Дифференциальные схемы преобразователей имеют две основные модификации. В первой модификации на вход одного канала воздействует измеряемая величина, а на вход второго канала подается сигнал той же природы, но неизменной величины. Чувствительность такой схемы может быть определена как

$$S_D = \frac{dy}{dx} = S, \quad y = y_1 \quad y_2 = S(x_1 x_2),$$

где y_1 и y_2 – выходные величины первого и второго каналов; x_1 и x – выходная величина первого канала; $x_2 = \text{const}$ – выходная величина второго канала.

Во второй модификации дифференциальных преобразователей измеряемая величина действует на оба канала. Поэтому чувствительность преобразователей, построенных по такой же схеме, определяется как

$$S_x = 2S$$

ввиду того, что

$$x_1 = x_0 + x, \quad x_2 = x_0 - x,$$

где x_1 и x_2 – входные величины первого и второго каналов; x_0 – суммарное внешнее входное воздействие, действующее в обоих каналах.

Для уменьшения мультипликативной погрешности применяют логометрические схемы включения преобразователей. Структурная схема такого преобразователя показана на рис. 2.

Схема содержит два канала с последовательно соединенными преобразователями, выходные величины которых подаются на логометрический преобразователь.

Логометрический преобразователь – это преобразователь с двумя входами, выходная величина которого является функцией частного от деления входных величин

$$y = F\left(\frac{y_1}{y_2}\right).$$

Для уменьшения как аддитивной, так и мультипликативной погрешностей применяется компенсационная схема включения преобразователей. Структурная схема такого включения показана на рис. 3.

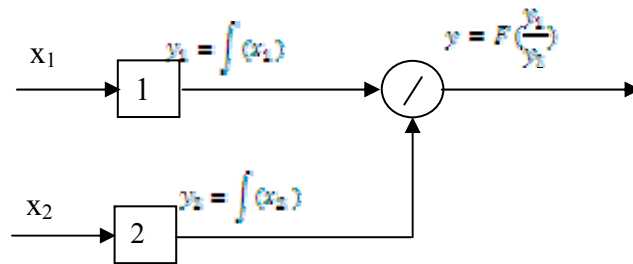


Рис. 2. Структурная схема логометрического преобразователя
Fig. 2. Block diagram of the ratio-metric converter

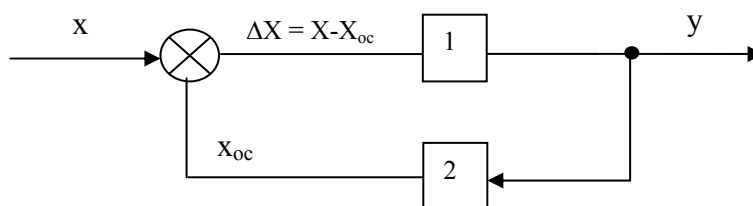


Рис. 3. Структурная схема компенсационного преобразователя
Fig. 3. Block diagram of the compensation converter

Входная величина x подается на один из входов вычитающего преобразователя, на другой его вход подается сигнал x_{oc} той же физической природы, что и входная величина x , причем размер величины x_{oc} определяется размером входной величины y . Разность $\Delta x = x - x_{oc}$ поступает в преобразователь «1». Если преобразователи «1» и «2» имеют линейные функции преобразования, то

$$y = S_1 \Delta x; \quad x_{oc} = S_2 y,$$

где S_1 и S_2 – чувствительности «1» и «2»; x_{oc} – сигнал обратной связи.

Зависимость между входным сигналом и сигналом обратной связи определяется соотношением

$$x_{oc} = S_1 S_2 \Delta x = S_1 S_2 (x - x_{oc}).$$

Выходная величина может быть определена по выражению

$$y = [S_1(1 + S_1 S_2)]x.$$

Чувствительность схемы с обратной связью определяется выражением

$$S = S_1 / (1 + S_1 S_2).$$

Выбор той или иной схемы построения измерительных преобразователей определяется требованиями, предъявляемыми к конкретным устройствам, и кругом задач, которые должны быть решены с помощью этих устройств.

При проектировании судовых автоматических систем целесообразно проводить выбор применяемых измерительных преобразователей. Одну и ту же величину можно контролировать с измерителем преобразователей различного принципа действия. Например, давление можно измерять с помощью реостатных, электростатических, магнитоупругих, тензорезисторных, индуктивных и трансформаторных преобразователей. Для удобства рекомендуемая доля контроля полного параметра преобразователя могут быть сведены в таблицу.

Как было сказано выше, каждый электрический датчик состоит из одного или нескольких измерительных преобразователей. Каждый измерительный преобразователь преобразует неэлектрическую величину в электрическую по определенному физическому закону. При этом для контроля одного и того же параметра можно использовать преобразователи, построенные на использовании разных физических законов. Например, для измерения давления шток мембраны, служащей чувствительным элементом давления, можно связать с движком, скользящим по резистору, включенному в электрическую цепь. Переменное электрическое сопротивление в этом случае будет играть роль датчика, преобразующего механическое перемещение в электрический сигнал-изменение сопротивления. В этом случае в качестве датчика мы используем реостатный преобразователь. Мы можем пойти по другому пути и связать шток мембраны с якорем броневого сердечника с катушкой. Перемещение мембраны будет влиять на величину зазора между сердечником и якорем, что приведет к изменению индуктивности катушки. В данном случае мы используем в качестве датчика индуктивный преобразователь. Можно шток мембраны связать с внутренним стержнем цилиндрического переменного конденсатора, тогда изменение давления будет приводить к изменению емкости конденсатора – это емкостной преобразователь.

Мы видим, что для решения одного и того же вопроса – создания датчика давления – можно использовать различные преобразователи, основанные на различных физических зонах. Применение каждого преобразователя имеет преимущества и свои недостатки. Поэтому задачей проектировщика является выбор такого преобразователя, который для конкретного устройства в конкретном диапазоне изменения измеряемой величины будет наиболее полно удовлетворять предъявляемым требованиям.

Для решения этой задачи необходимо сформулировать критерии выбора и на основе их оптимизации принять соответствующее решение.

Можно выделить основные виды измерительных преобразователей: реостатные, электростатические, пьезоэлектрические, электрохимические, ионизационные, магнитоупругие, тензорезисторные, терморезисторные, термоэлектрические, фотоэлектрические, индукционные, тахометрические, вихретоковые, индуктивные и трансформаторные преобразователи.

Основные задачи контроля можно разделить на следующие группы: измерение механических величин (перемещений, толщины, уровня, силы, давления, частоты вращения, деформаций, скорости, ускорений), измерение температуры, измерение расхода жидкостей и газов, измерение концентрации и измерение количества.

Далее рассмотрены вопросы применения тех или иных преобразователей для решения задач контроля определенных параметров.

Рекомендуемое использование первичных преобразователей неэлектрических величин для различных видов измерений приведено в таблице.

Использование первичных преобразователей неэлектрических величин Use of primary converters of not electrical quantities

Тип преобразователя	Измеряемая величина															
	Перемещение	Толщина	Уровень	Сила	Давление	Частота вращения	Деформация	Скорость	Ускорение	Температура	Расход	Концентрация	Количество	Вибрация	Освещенность	Влажность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Реостатный	+	+	+	+	+											
Электростатический	+	+	+	+	+							+				+
Пьезоэлектрический	+			+	+		+							+		
Электрохимический	+											+				
Ионизационный		+	+										+			
Магнитоупругий				+	+		+									
Тензорезисторный	+			+	+		+									

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Терморезисторный										+						
Фотоэлектрический	+					+				+		+	+		+	
Индукционный						+		+	+		+		+	+		
Тахометрический						+		+								
Индуктивный	+	+	+	+	+		+									
Трансформаторный	+	+		+	+											
Вихретоковый		+														
Термоэлектрический										+						
Пирометрический										+						
Гальванический												+				

Список литературы

1. Кирюха, В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики. Теория, устройство и применение: учеб. пособие / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 216 с.
2. Боктон, У. Нормативный справочник инженера-метролога / У. Боктон. – М.: Додэка-XXI, 2012.
3. Горбенко, Ю.М. Измерительные преобразователи активного тока // Актуальные проблемы развития судоходства в Дальневосточном регионе: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / Ю.М. Горбенко, В.В. Кирюха. – Владивосток, 2011.
4. Кирюха, В.В. Элементы и функциональные устройства автоматики / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – 23 с.
5. 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. – 123 с.
6. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами судов: учеб. пособие / В.Я. Молочков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 193 с.
7. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов: учебник / В.Я. Молочков. – М.: Моркнига, 2013. – 398 с.

Сведения об авторах: Кирюха Владимир Витальевич, доцент;
 Горбенко Юрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
 Яблокова Виктория Сергеевна, кандидат технических наук, доцент.

УДК 629.562 : 621.83.061.1

Ю.А. Корнейчук

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

АВАРИЙНЫЙ РЕМОНТ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА СРЕДНЕОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ

Рассматриваются вопросы ремонта среднеоборотных дизелей после аварийного повреждения подшипниковых узлов. Представлен опыт ремонта на месте и в условиях судоремонтного завода. Даны оценки финансовых и временных затрат на аварийный ремонт коленчатого вала.

Ключевые слова: дизель, коленчатый вал, подшипник, ремонт.

Y.A. Korneychuk

MIDDLE SPEED DIESEL ENGINE CRANKSHAFT EMERGENCY REPAIR

The article discusses the questions of middle speed diesel engine repair after the emergency damage of bearing knots. Experience of repair is presented in place and in the conditions of dockyard. The estimation of crankshaft emergency repair financial and time expenses is given.

Key words: diesel, crankshaft, bearing, repair.

Наблюдается отставание отечественного судостроения и судоремонта. Например, в Японии двое рабочих собирают дизель в течение суток, а у нас – 2 недели. Старение флота, раздробленного по небольшим компаниям, способствует росту аварийных происшествий. Все чаще встречаются инциденты, связанные с дорогостоящим ремонтом или заменой коленчатого вала (далее коленвал). *Цель настоящего исследования* заключается в сборе информации о видах отказов коленвалов среднеоборотных дизелей (СОД) и обобщении опыта их ремонта.

Объектами исследования являются СОД фирм SKL, Pielstick, Caterpillar, Wartsila, MAK, Sulzer, DEUTS. Проблема заключается в ограниченном доступе к источникам информации:

- из-за мер предосторожности в рамках борьбы с пиратством и разбоем;
- конфиденциальности информации об инциденте и его причинах;
- особенностей фирменного ремонта отдельным кругом сертифицированных специалистов, например, Caterpillar;
- высокой стоимости документации по обслуживанию и ремонту дизелей.

Используемые методы исследований определяются наличием указанных проблем. Используется информация от свидетелей инцидента и лиц, принимавших участие в устранении его последствий, акты ревизий, фотоматериал, карты измерений. В качестве основного применяется метод экспертных оценок [2].

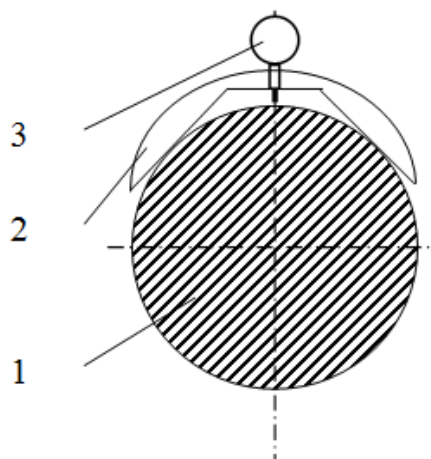
Аварийные случаи с коленчатыми валами дизелей носят разный характер, что определяет стратегию и технологию судоремонта. Встречаются повреждения вкладышей подшипников с наволакиванием металла на шейку коленвала из-за того, что патрубок подачи масла неисправен. Механики самостоятельно зашлифовали шейку и сменили вкладыши.

Известны случаи ремонта коленвала силами экипажа. Поврежденную постель рамового подшипника восстановили «холодной сваркой», в качестве которой используют **Belzona 1111 (Super Metal)** – двухкомпонентный ремонтно-восстановительный материал на основе полимерной системы, укрепленной за счет кремнистой стали, или **Chester Metal Super Fe** – пастообразный, двухкомпонентный, эпоксидный компаунд, содержащий модифицированные эпоксидные смолы, металлические, керамические и волоконные наполнители. Он применяется для восстановления разбитых посадочных мест подшипников, изношенных цапф валов,

фланцев, срезанных винтов, шпоночных пазов, ремонта трещин, выбоин и других разрушений корпусов, дефектов литья в отливках из чугуна, стали и цветных металлов. После отверждения допускается механическая обработка: сверление, фрезерование, токарная обработка, шлифование, нарезание резьбы обычным металлорежущим инструментом. После ремонта судно успешно продолжает работать.

Известны случаи успешного ремонта коленвала, когда обработка шатунной шейки проводилась слесарем-лекальщиком судоремонтного завода напильником повышенной точности. При ремонте в машинном отделении (МО) применяют скобу для оценивания отклонений формы шейки, рис. 1.

Рис. 1. Скоба для контроля формы шейки КВ:
1 – шейка; 2 – скоба;
3 – индикатор часового типа
Fig. 1. Staple for control of form of crankshaft pin:
1 – pin; 2 – staple; 3 – dial gauge



При выполнении эксперимента по выявлению прочностных и усталостных характеристик машин используют как методы активного эксперимента – искусственное разрушение машин, так и методы пассивного эксперимента, связанного с наблюдением эксплуатационных разрушений.

Рассмотрим ремонт дизеля в МО транспортного судна постройки ФРГ дедвейтом 8000 т. Главный дизель DEUTS типа SBV12M, 12-цилиндровый, V-образный, $P_e = 4412$ кВт при частоте вращения 600 мин^{-1} , наработка около 130000 ч, последняя моточистка производилась свыше 40000 ч.

По рекомендации фирмы-изготовителя дизеля при наработке подшипников коленвала свыше 40000 ч необходимо заменить вкладыши, не обращая внимания на их состояние, так как они теряют натяг. Это вовремя не было сделано. Поэтому при выполнении основного рейса из п. Ванино в Китай с грузом круглого леса объемом более 8000 м^3 при наборе полного хода произошло падение давления смазочного масла ГД. ГД был остановлен аварийно с местного поста управления. При осмотре двигателя было обнаружено следующее:

1. Провернуты рамовые вкладыши цилиндров № 3, № 4, № 5.
2. Мотылевые вкладыши не провернуты.
3. Масленный навешенный насос ГД в рабочем состоянии.
4. Уровень масла в циркуляционной цистерне на нормальном уровне.

Из-за деградации судоремонтных предприятий Дальнего Востока ремонт пришлось делать за рубежом. Судно было отбуксировано в п. Пусан. Корейскими дизелистами двигатель был разобран. Особенность дизеля в том, что коленвал не лежит в фундаментной раме, а подвешен к блоку цилиндров. Блок двигателя был поднят на таях, перевернут на 180° и размещен на специально подготовленной сварной раме, рис. 2.

Коленвал демонтирован и выгружен в цех, где произведена наплавка трех поврежденных рамовых шеек. Затем шейки проточили на станке под номинальный размер, рис. 3. Отметим, что в V-образном дизеле рамовая шейка в 2 раза уже, так как на мотылевой шейке крепятся 2 шатуна.

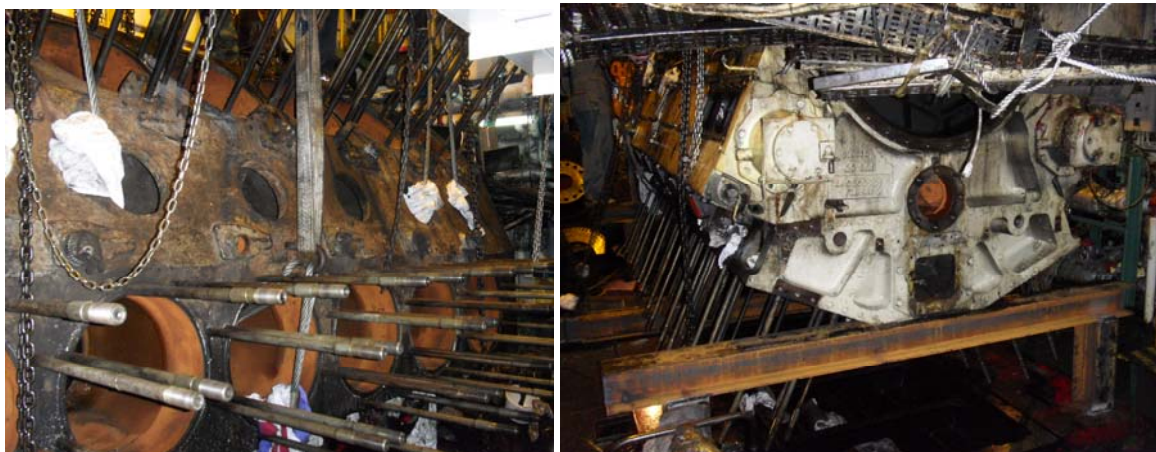


Рис. 2. Подготовка блока к ремонту постелей подшипников
Fig. 2. Preparation of block to repair bearing beds



Рис. 3. Станок для протачивания шеек коленчатого вала
Fig. 3. Machine-tool for gnawing through crankpins

На судне расточены поврежденные постели рамовых подшипников блока цилиндров. На их месте закреплены коксами и приварены новые постели. На рис. 4 показана приваренная новая постель и одетый бугель.



Рис. 4. Рамовый подшипник
Fig. 4. Main bearing

Заменены неисправные шпильки, установлены бугели. Подшипники проточены под номинальный размер шейки коленвала. На рис. 5 показана конструкция вращающейся штанги, приводимой в движение от электродвигателя.

Проверка центровки выполнялась лазерным прибором, рис. 6.

На рис. 7 показаны постели рамовых подшипников после окончательной обработки.

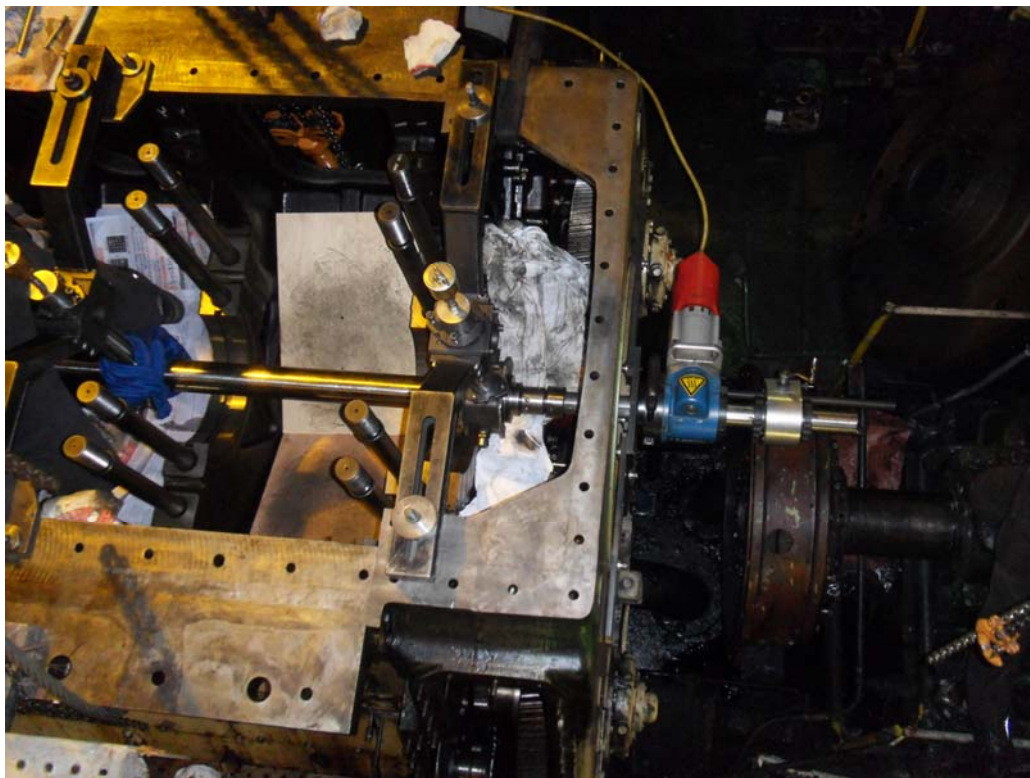


Рис. 5. Центрирующая штанга для крепления инструмента и протачивания постелей подшипников
Fig. 5. The Centering barbell for fastening of instrument and gnawing through bearing beds



Рис. 6. Центрирование постелей подшипников коленчатого вала лазерным прибором
Fig. 6. Centering of crankshaft bearing beds by a laser device

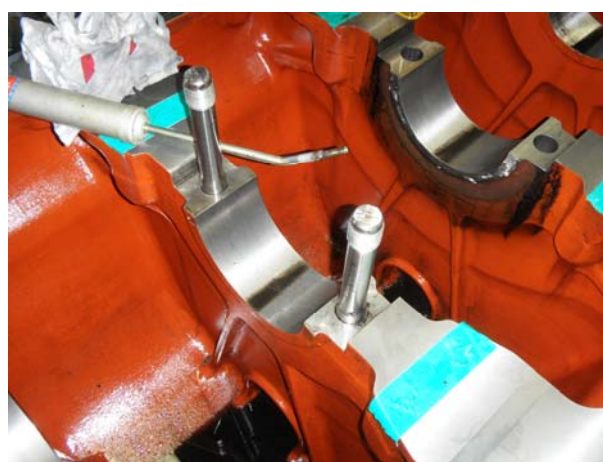


Рис. 7. Постели рамовых подшипников после ремонта
Fig. 7. Main bearing beds after repair

Рассмотрим ремонт дизеля «на месте» в МО на примере замены фундаментной рамы главного дизеля № 2 типа SKL 8VD26/20AL на ТСМ проекта 833 «Профессор Леванидов» с переукладкой коленчатого вала. Замена производилась в связи с проворачиванием 2 рамовых подшипников в постелях, возможно, из-за неисправного демпфера крутильных колебаний. Эти машины страдают тем, что силиконовые демпферы требуют постоянного контроля крутильных колебаний торсиографированием.

Примечание. С торца двигателя предусмотрено контрольное отверстие для измерения смещения демпфера при его износе и деформации, рис. 8. Предлагается просверлить сверху отверстие для оценки радиального биения.

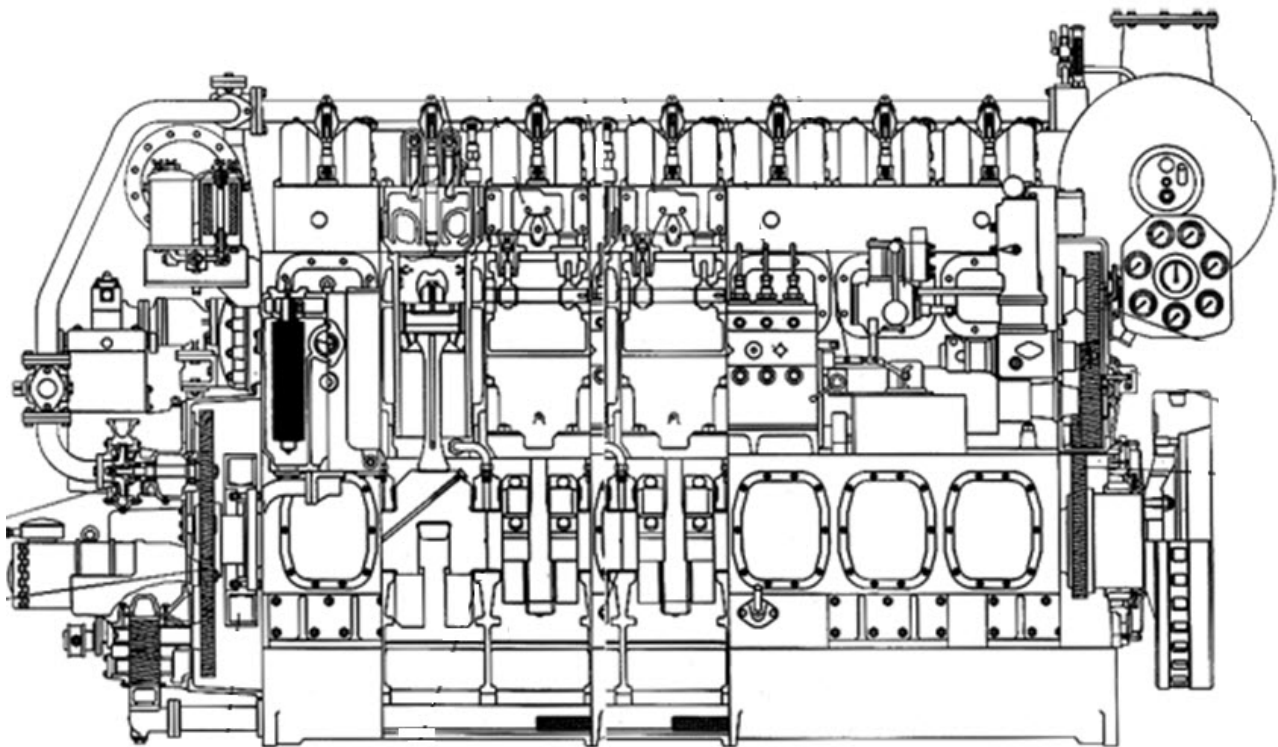


Рис. 8. Дизель SKL 8VD 26/20AL-2
Fig. 8. SKL 8VD 26/20AL-2 diesel engine

Произвели демонтаж крышек цилиндров с сопутствующими трубопроводами, поршней с шатунами, ГТН, демпфера крутильных колебаний, отсоединили маховик, отдали анкерные связи, подняли и отвели в сторону блок цилиндров.

Отдали крышки рамовых подшипников, подняли коленвал, отвели в сторону.

Отдали крепление фундаментной рамы к станине, демонтировали и отвели в сторону фундаментную раму двигателя.

Установили новую фундаментную раму на станину с проверкой равномерности прилегания опор рамы по станине. Установили рамовые подшипники с обжатием крышек, по струне проверили центровку подшипников. При совпадении центров подшипников с продольной осью демонтируем крышки рамовых подшипников, укладываем коленвал.

Проверяем на легкость вращения, на краску проверяем прилегание рамовых шеек к нижним вкладышам, снимаем раскеп. При положительном результате устанавливаем верхние половинки вкладышей, обжимаем крышки подшипников. Проверяем коленвал на легкость вращения, снимаем раскеп.

При положительных результатах устанавливаем блок цилиндров на раму, проверяем прилегание, при положительном результате проверяем раскеп без движения, навешенного привода. Собираем движение, привод распределительного вала, навешиваем маховик, демпфер крутильных колебаний, проверяем легкость вращения вала, раскеп. Проверяем центровку двигателя по валу редуктора, по необходимости установочными болтами, позволяющими перемещать раму в горизонтальной и вертикальной плоскостях, проводим центровку.

Крепим двигатель к раме, проверяем раскеп, соединяем с редуктором, проверяем раскеп. При положительных результатах собираем двигатель, проводим регулировку, ставим на прокачку маслом в течение 48 ч, пускаем двигатель и обкатываем по программе.

Станина на резиновых амортизаторах установлена на судовом фундаменте.

В заключение отметим, что в связи со старением флота и снижением качества несения вахты наблюдается рост крупных аварий судовой техники. Часто встречаются задиры шеек коленчатого вала по причине нарушения режима смазки или несвоевременной замены тонкостенных вкладышей шатунных и рамовых подшипников.

Ремонт коленчатого вала дизеля наиболее значимый по стоимости и затратам времени. При задиры шеек коленчатого вала СОД ремонт займет 2 недели, и стоимость его составит 600000 долл. США.

Организационно такой ремонт выполняется:

- полностью на судне силами экипажа при незначительных повреждениях; существует станок и технология обработки шатунных шеек на дизеле [3];
- ремонтной бригадой судоремонтного завода на судне, но с ремонтом коленчатого вала или фундаментной рамы в цехе;
- полностью в цехе судоремонтного завода.

Рекомендуется обращать внимание молодых ученых на возможности самостоятельного ремонта коленвала с использованием полимеров и эпоксидных компаундов в аварийной ситуации в удалении от баз флота.

Список литературы

1. Маницын, В.В. Технология ремонта судов рыбопромыслового флота / В.В. Маницын. – М.: Колос, 2009. – 536 с.
2. Корнейчук, Ю.А. Экспертная оценка изнашивания деталей дизеля / Ю.А. Корнейчук. – СПб.: Морской инженерный центр, 1991. – № 1. – С. 27–31.
3. Корнейчук, Ю.А. Технологии ремонта судовых дизелей в КНР / Ю.А. Корнейчук // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – № 23. – С. 94–103.

Сведения об авторе: Корнейчук Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: korneych@mail.ru.

УДК 517-629.12

В.В. Маницын, А.Н. Соболенко

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

УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИЙ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Приводятся уравнения регрессий для определения размеров диаметров рамовых шеек коленчатого вала в зависимости от диаметра цилиндрической втулки для среднеоборотных и высокооборотных четырехтактных дизелей и дизелей повышенной оборотности и двухтактных малооборотных дизелей со средним эффективным давлением до 1,0 МПа и отдельно – со средним эффективным давлением свыше 1,0 МПа.

Ключевые слова: диаметр; рамовая шейка; цилиндрическая втулка; дизель; двухтактный; четырехтактный.

V.V. Manyitsyn, A.N. Sobolenko

THE REGRESSION EQUATIONS OF BASIC CHARACTERISTICS OF MARINE DIESEL CRANKSHAFT

Regression equations are given for diameter of crankshaft journals depending on cylinder diameter of middle speed, high speed four stroke engine, engines with increased revolutions and two stroke diesel engines with effective pressure to 1,0 MPa and separately with mean effective pressure higher than 1,0 MPa.

Key words: diameter, crankshaft journal, diesel, four stroke, two stroke.

Коленчатый вал – одна из наиболее дорогостоящих деталей судового дизеля. Стоимость коленчатого вала достигает 30 % стоимости всего дизеля. Коленчатый вал состоит из рамовых, шатунных шеек, щек и выходного фланца. На него действуют силы от давления газов в цилиндрической втулке дизеля, силы инерции поступательно-движущихся и вращающихся масс. Эти силы вызывают значительные знакопеременные скручивающие и изгибающие моменты. Периодически изменяющиеся вращающиеся моменты вызывают, кроме того, крутильные колебания, которые при определенных условиях (например, при резонансе) могут привести к значительным дополнительным напряжениям и вызвать поломку коленчатого вала.

Сложная конфигурация коленчатого вала приводит к появлению концентраций напряжений в отдельных местах вала, например, в галтелях, в масляных канавках для смазки рамовых подшипников.

В эксплуатации иногда происходят поломки коленчатых валов как у двухтактных, так и четырехтактных дизелей.

Примером служит разрушение коленчатого вала главного дизеля 18ДПН23/х30 на т/х «Алагез» (рис. 1) [1].

Проведенным расследованием установлено, что причинами аварии были дефекты на шейках коленчатых валов, которые возникли вследствие наличия механических примесей в циркуляционном масле.

Второй пример – повреждения коленчатых валов главных двигателей 6ЧН40/46 на судах проекта 1288 в виде трещин на опорных поверхностях для крепления противовесов происходили на нескольких судах («Полукс», «Н. Чепик», «Капитан Колесников», «Капитан Масловец») [1]. Трещины имели усталостный характер и проявлялись после достаточно длитель-

ной работы дизелей (более 100 тыс. ч). Во всех случаях трещины образовывались на опорных поверхностях крепления противовесов, что вызывало скол металла (рис. 2). Развитие трещин во внутрь щек не наблюдалось.



Рис. 1. Излом левого нижнего коленчатого вала

Fig. 1. The fracture of left bottom crankshaft
Примечание. На поверхности излома доля усталостной составляющей 45 %. Действующие напряжения на момент разрушения не менее $0,55 \sigma_{0.2}$. Излом многоочаговый, зарождение – от продольных трещин на шейке, переходящих на галтель.



Рис. 2. Расположение трещины на носовой щеке 1-го колена (границы трещины выделены маркером)
Fig. 2. The location of crack on the 1st crankshaft web

Причина повреждения коленчатых валов конструктивная, поскольку излишне завышен момент затягивания болтов крепления противовесов, что вызывает повышенные контактные давления в контактных поверхностях, их перераспределение из-за деформаций захватов противовесов и сколов кромок выступов на щеках коленвала.

Это свидетельствует, что проблема надежности коленчатых валов в эксплуатации до настоящего времени полностью не решена. Важным аспектом решения проблемы является правильный выбор конструктивных размеров коленчатого вала.

От диаметра цилиндрической втулки зависит диаметр рамовой и шатунной шеек коленчатого вала. Это позволяет предположить наличие связи между ними, так как с изменением диаметра цилиндрической втулки изменяются и конструктивные характеристики коленчатого вала, которые приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

**Характеристики четырехтактных среднеоборотных дизелей
и дизелей повышенной оборотности**

Table 1

**Characteristics of four-stroke middle speed diesels
and diesels with revolutions elevated**

Марка дизеля	Диаметр цилинд- ровой втулки, мм	Частота вра- щения, мин ⁻¹	Диаметр рамо- вой шейки, мм	Диаметр шатун- ной шейки, мм
8ЧРН32/48(NVD48A2U)	320	375	215	215
6ЧН36/45	360	375	235	230
ЧН22/32(ВАН-22)	220	500	155	145
6ДН24/34	240	500	230	180
ЧН25/30(AL25/30)	250	500	170	170
12ЧН40/46(PC2-V)	400	500	315	315
6ЧН40/46(PC2)	400	520	288	288
ЧН30/38	300	715	280	220
Ч17,5/24(NVD24)	175	750	105	105
6ЧНС18/22 (150 – 225 л.с.)	180	750	135	120
6ЧНСП18/22 (315 л.с.)	180	750	150	135
ЧН31,8/33(Д50)	318	750	240	210
6ЧН32/35(VassaR32)	320	750	300	270
Ч26/26	260	860	220	200
6Ч23/30	230	750	160	155
ЧН20/26(VD26/20AL-2)	200	1000	177,5	147,5
4Ч10,5/13	105	1500	80	75
6ЧН12/14	120	1500	85	75
6Ч15/18	150	1500	95	85
12ЧН18/20	180	1500	105	96
YANMAR SM/6GH-UTE/6GHA(M)-STE	118	2250	92	75

Таблица 2

Характеристики малооборотных дизелей

Table 2

Characteristics of low speed diesels

Марка дизеля	Диаметр цилинд- ровой втулки, мм	Частота враще- ния, мин ⁻¹	Диаметр рамовой шейки, мм	Диаметр шатунной шейки, мм
8ДР43/61	430	250	275	275
ДКРН60/105E	600	165	450	450
ДКРН68/125	680	150	510	510
ДКРН50/110	500	170	365	365
ДКРН62/140	620	135	520	520
ДКРН70/120С	700	130	480	480
ДКРН74/160	740	115	620	620
8ZD72/48AL-1	480	214	345	345
ДКРН 45/120	450	170	440	460
ДКРН 67/140-4	670	145	630	600
ДКРН 67/140-7	670	150	630	630

Цель работы – найти форму связи между диаметром рамовой шейки и диаметром цилиндрической втулки для получения уравнения регрессии и этим упростить работу конструкторов и проектировщиков.

В известной литературе [2] на основании выполненных конструкций дизелей приводятся весьма приблизительные соотношения для выбора их основных конструктивных характеристик. Однако расчет на основании приведенных в работе [2] соотношений дает существенный разброс.

Например, для дизеля с диаметром цилиндров 620 мм диаметр рамовых шеек может быть в диапазоне 372 ÷ 496 мм. То есть разброс может достигать 33 % от среднего значения.

В данной работе рассматривались двухтактные дизели с диаметрами цилиндра $D_{ц} = 350 ÷ 740$ мм и четырехтактные – с диаметрами цилиндра от 105 до 400 мм.

Типоразмерный ряд конструктивных характеристик судовых дизелей (табл. 1, 2) позволил получить расчетные формулы.

Для повышения точности аппроксимирующих формул исследуемые дизели были разбиты на следующие четыре группы:

- двухтактные малооборотные дизели с нормальным ходом поршня ($S / D < 2,5$) и p_e менее 1,0 МПа;
- двухтактные малооборотные дизели с нормальным ходом поршня ($S / D < 2,5$) и p_e от 1,0 МПа до 1,7 МПа;
- четырехтактные среднеоборотные дизели и дизели повышенной оборотности с p_e менее 1,0 МПа;
- четырехтактные среднеоборотные дизели и дизели повышенной оборотности с p_e от 1,0 МПа до 1,7 МПа.

В результате регрессионного анализа были получены следующие формулы:

- для двухтактных малооборотных дизелей с нормальным ходом поршня и p_e от 1,0 МПа до 1,7 МПа

$$d_{p.ш} = 0,864D_{ц} + 51,36; \quad (1)$$

- для двухтактных малооборотных дизелей с нормальным ходом поршня и p_e менее 1,0 МПа

$$d_{p.ш} = 0,946D_{ц} - 116,9; \quad (2)$$

- для четырехтактных среднеоборотных дизелей и дизелей повышенной оборотности с p_e от 1,0 МПа до 1,7 МПа

$$d_{p.ш} = 0,567D_{ц} + 76,25; \quad (3)$$

- для четырехтактных среднеоборотных дизелей и дизелей повышенной оборотности с p_e менее 1,0 МПа

$$d_{p.ш} = 0,62D_{ц} + 12,5. \quad (4)$$

Значения коэффициентов корреляции для формулы (1) – $R^2 = 1,0$, для формулы (2) – $R^2 = 0,884$, для формулы (3) – $R^2 = 0,871$, для формулы (4) – $R^2 = 0,953$.

Величина коэффициента корреляции показывает наличие сильной линейной зависимости диаметра рамовой шейки от диаметра цилиндрической втулки.

На рис. 3 и 4 приведены полученные графические зависимости и реальные точки диаметров рамовых шеек коленчатого вала судовых дизелей.

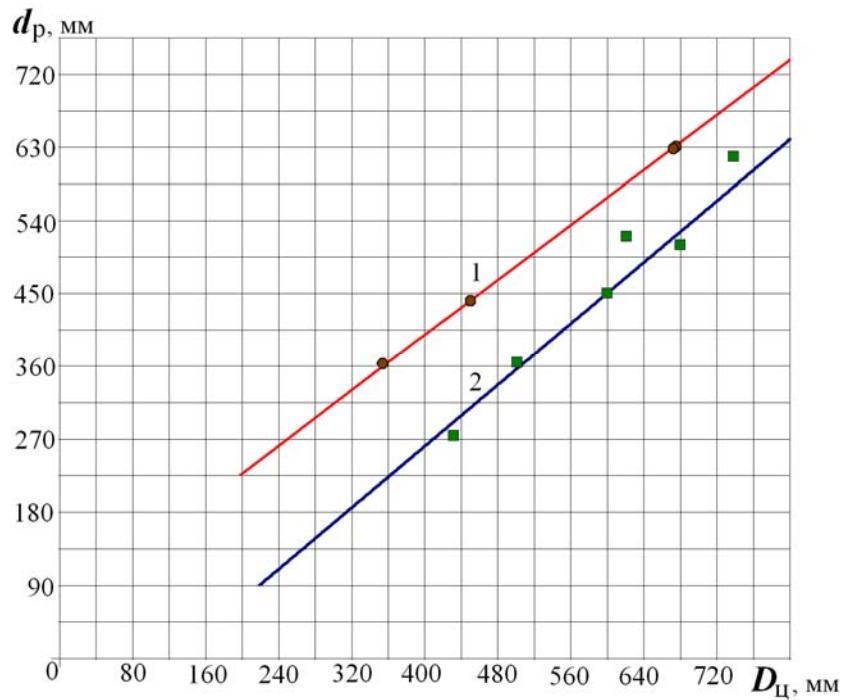


Рис. 3. Зависимости диаметра рамовой шейки d_p от диаметра цилиндровой втулки $D_{ц}$ для судовых двухтактных дизелей: 1 – дизели с p_e от 1,0 до 1,7 МПа; 2 – дизели с p_e до 1,0 МПа

Fig. 3. Plots d_p from $D_{ц}$ for marine two-stroke diesels:

1 – diesels with p_e more than 1,0 up to 1,7 MPa; 2 – diesels with p_e less than 1,0 MPa

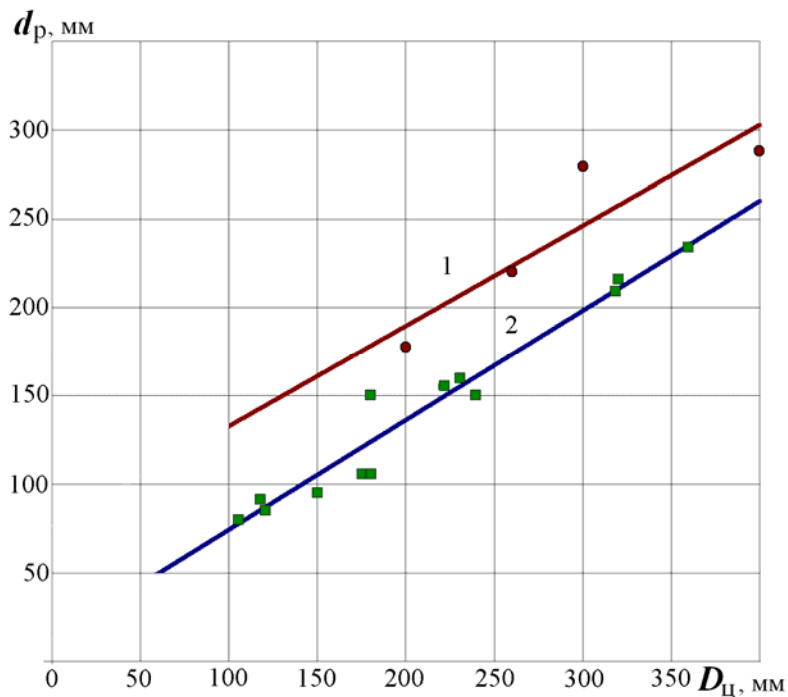


Рис. 4. Зависимости диаметра рамовой шейки d_p от диаметра цилиндровой втулки $D_{ц}$ четырехтактных дизелей: 1 – дизели с p_e от 1,0 до 1,7 МПа; 2 – дизели с p_e до 1,0 МПа

Fig. 4. Plots d_p from $D_{ц}$ for four-stroke diesels:

1 – diesels with p_e more than 1,0 up to 1,7 MPa; 2 – diesels with p_e less than 1,0 MPa

Расхождение эмпирических размеров от теоретических по регрессионным зависимостям (1), (2) и (3) не превышает 10 %.

Что касается шатунных шеек, то для двухтактных малооборотных дизелей они, как правило, равны рамовым шейкам.

Для четырехтактных дизелей шатунные шейки также принимают равными рамовым, иногда для высокооборотных дизелей их принимают на 5–10 % меньше рамовых с целью снижения сил инерции неуравновешенных вращающихся масс.

Таким образом, полученные регрессионные формулы могут быть использованы в конструкторских бюро на этапе эскизного проектирования при выборе размеров шеек коленчатого вала, при проектировании судовых дизелей, а также студентами и курсантами в дипломном и курсовом проектировании.

Список литературы

1. Струтынский, А.В. Повреждения и отказы судовых технических средств / А.В. Струтынский, С.А. Худяков. – Владивосток: Изд-во МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2013. – 170 с.
2. Ваншейдт, В.А. Конструирование и расчет прочности судовых дизелей / В.А. Ваншейдт. – Л.: Судостроение, 1969. – 639 с.

Сведения об авторах: Маницын Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: manyitsynv@mail.ru;
Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: sobolenko_a@mail.ru.

УДК 378.147.026.7:621.3:004

В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова

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

ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНОГО ПОДХОДА В ПОДГОТОВКЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА СУДОВ

Приводятся данные по исследованию, структуризации и ранжированию проблем, возникающих при обслуживании технических средств судов и на их основе разработке аппаратных и программных средств для реализации компетенций при подготовке и переподготовке электротехнического персонала судов на примере обслуживания судовой автоматизированной электроэнергетической системы. Приводятся данные по анализу и структуризации неисправностей электрооборудования судов. Рассматривается разработанная программа, реализующая проблемный подход.

Ключевые слова: суда, исследование, проблемный подход, электротехнический персонал, судовая электроэнергетическая система.

V. Molochkov, I. Molochkova

SOFTWARE AND HARDWARE FOR IMPLEMENTATION PROBLEM APPROACH IN ELECTRICAL TRAINING STAFF OF SHIPS

The article presents the data on research, structuring and ranking problems in servicing ships and technical means based on them, develop hardware and software for the realization of the competence in the preparation and retraining of electricians servicing ships at the example of automated shipboard power system. The data for the analysis and structuring of electrical faults courts. considered developed, the program is implemented problematic approach.

Key words: ships investigation, problems approach, electricians, ship's electric power system.

1. Цель и решаемые задачи исследования

Целью исследования является выработка и совершенствование средств аппаратного и программного обеспечения при реализации компетенций подготовки и переподготовки электротехнического персонала судов, а также помощь электротехническому персоналу судов в решении штатных и нештатных проблем при обслуживании электрооборудования.

Следует отметить, что работа электротехнического персонала судов происходит в отрыве от помощи, характерной для береговых специалистов, требует быстрых решений, от которых зависит как живучесть судна, так и жизнь людей. Здесь, как никогда, «человеческий фактор» и уровень профессиональной и психологической подготовки может определить результаты работы. Решение возникающих нештатных ситуаций требует наличия базы данных проблемного характера.

Учитывая, что 80 % аварий, включая гибель судов, связаны с «человеческим фактором», совершенствование выработки компетенций при подготовке и переподготовке электротехнического персонала судов является в настоящее время весьма актуальной задачей.

Для достижения данной цели решались следующие задачи исследовательского и технического характера:

- исследование, анализ, структуризация и ранжирование штатных и нештатных проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промысловых судов;
- создание базы данных по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов;

- разработка математического аппарата моделирования работы судовой электроэнергетической системы в различных режимах работы, являющегося основой разрабатываемого программного обеспечения;
- разработка программных средств для обучения и переобучения электротехнического персонала судов на основе проблемного подхода.

2. Исследование, выбор, структуризация проблем, выбор аппаратных средств и разработка программных средств

Первые две задачи: исследование, анализ, структуризация и ранжирование проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промысловых судов, и создание базы данных по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов – решались на основе материала многолетнего сотрудничества с предприятием по ремонту судового электрооборудования и средств автоматики Владивостокского отделения ОАО ВП «ЭРА», где находился многие годы филиал кафедры «Электрооборудование и автоматика судов» Дальрыбвтуза. Большое участие в решении этих задач приняли специалисты этого предприятия и опытные специалисты-электромеханики, которые сотрудничали с кафедрой.

На основе собранного материала вначале была создана программа TREN [1-3], имеющая следующие разделы:

- ремонт силовых частей электрооборудования;
- ремонт средств судовой автоматики;
- ремонт механических узлов силовых частей и средств автоматики;
- организационные вопросы по обслуживанию судового электротехнического оборудования.

Третья задача по созданию математического аппарата моделирования работы электроэнергетической системы в различных режимах работы в реальном масштабе времени в штатных и нештатных ситуациях являлась обязательным этапом создания программы SAEES.

В этой программе, кроме базы данных, имеется возможность обучения, тестирования и решения нестандартных ситуаций, возникающих с электроэнергетической системой на судне.

Последняя, четвертая задача по разработке аппаратных и программных средств реализована на кафедре в виде программы-тренажера SAEES, который в отличие от типового стационарного тренажера ERS4000 [4, 5] позволяет работать вне привязки к месту, в том числе и на судне.

При подготовке и особенно при переподготовке электротехнического персонала судов наибольший эффект от применения проблемного подхода можно получить при разработке обучающих и тестовых программ для реализации компетенций по разделу специальных дисциплин [6, 7].

В данной статье реализация этого подхода описана для выработки компетенций по обслуживанию судовой электроэнергетической системы при подготовке электротехнического персонала судов. К ним в соответствии со стандартом последнего поколения для электромехаников судов специальности 180407.65 для дисциплины «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы» относятся: ПК-7, ПК-8, ПК-12.

Проведенный анализ компетенций выявил основные операции при обслуживании САЭС, которые позволяют реализовать вышеперечисленных компетенций [8, 9]. Структура этих операций, охватывающая все возможные режимы работы САЭС, приведена на рис. 1.

Для выработки вышеперечисленных компетенций к разрабатываемой компьютерной программе предъявлены следующие требования:

- доступность программы и возможность индивидуального пользования обучающимися и повышающими квалификацию;

- кроме тестового режима тренажера, наличие обучающего режима в виде электронного учебника, ссылки на разделы которого происходят при обучающем режиме и неправильных действиях с электростанцией;
- наличие всех режимов работы электростанции и синхронных генераторов, в том числе и моделирование аварийных, нештатных;
- возможность моделирования нагрузок судовой электростанции в различных режимах работы судна и особенно в аварийных, нештатных режимах.



Рис. 1. Структура функций-проблем, реализующая компетенции
Fig. 1. Structure-function problems, realizing the competence

Разработка моделирования работы электростанции потребовала следующих исследовательских работ:

- анализ переходных функций составных частей электростанции;
- разработка математического описания работы электростанции в различных режимах.

Программа построена с применением программных средств для работы в среде Windows, выполнена на языке C++ с использованием Microsoft foundation classes (MFC 4.2).

Для моделирования на ЭВМ режимов работы судовой электроэнергетической системы и решения проблемных задач использовался язык векторно-матричных уравнений и аппарат линейной алгебры для многомерных систем произвольного порядка с многими входами и выходами [10].

В стартовую справочную систему (рис. 2) включены описания режимов работы электростанции, описание способов синхронизации, инструкции по работе с программой, а также описания последствий ошибок для САЭЭС.

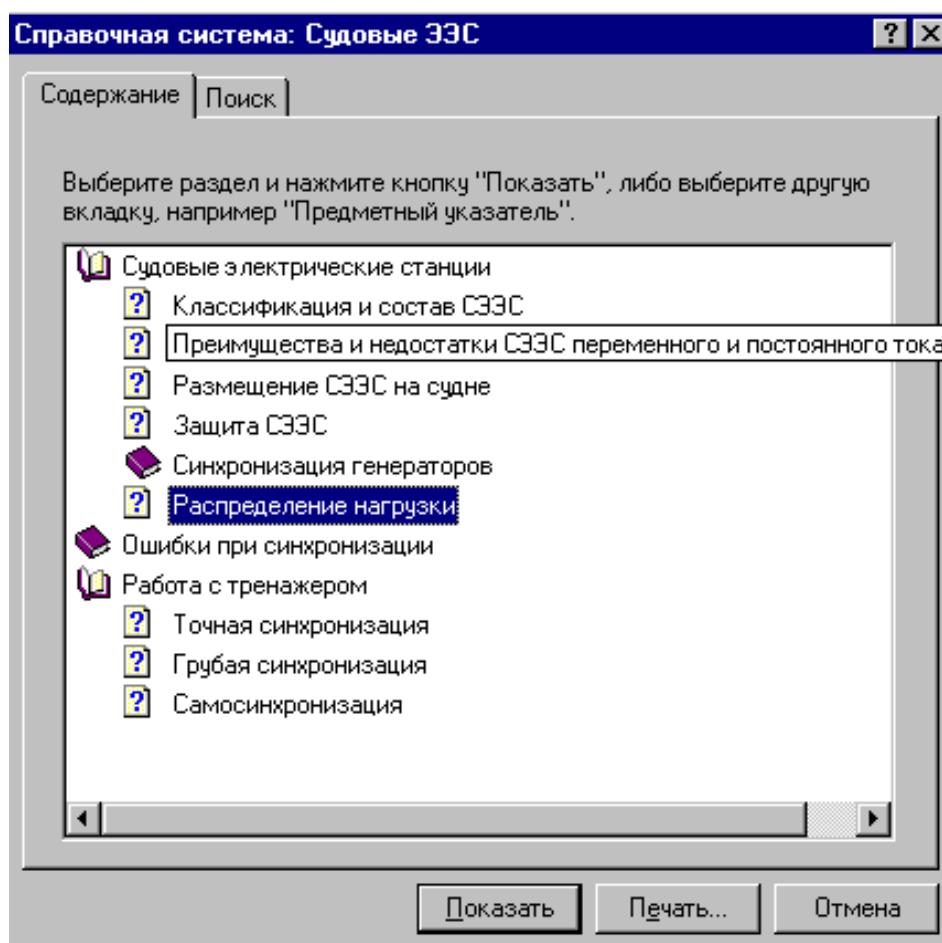


Рис. 2. Справочная система программы
Fig. 2. Software Help

Взаимодействие пользователя с программой

Программа выполнена с использованием стандартных элементов управления Windows, имитирующих органы управления генераторами электростанции. Внешний вид рабочей панели программы-тренажера в режиме точной синхронизации представлен на рис. 3.

Экран программы выполнен в виде диалогового окна Windows, в котором расположены элементы управления двух генераторов, панели синхронизации и распределительной секции.

Пользователь при помощи элементов управления генераторами изменяет параметры их работы (частоту, напряжение) включает и выключает нагрузку и т.д.

В соответствии с этими изменениями изменяется мощность, ток и другие параметры электростанции в целом.

Справочная система программы включает в себя описание режимов работы электрических станций, методов синхронизации, а также указания по работе с программой, назначение органов управления и описания ошибок, возникающих при работе.

Режим работы пользователя с программой:

а) Работа.

В этом режиме пользователь может производить в произвольном порядке все возможные действия с электростанцией: ввод генератора в работу, включение и отключение нагрузки, включение генераторов на параллельную работу, перераспределение нагрузки между параллельно работающими генераторами, отключение генераторов. В случае ошибочных дей-

ствий выводится соответствующее сообщение и предлагается соответствующий раздел справочной системы.

б) Тренировка (обучение).

Режим предназначен для ознакомления пользователя с необходимой последовательностью действий при работе с программой. Элементы управления становятся доступными по мере выполнения необходимых действий. В процессе работы выводятся сообщения, которые описывают порядок действий при вводе генератора в работу, подключении нагрузки и при включении генераторов на параллельную работу. После выполнения всех необходимых действий все элементы управления становятся доступными, и пользователь может совершать любые действия в произвольном порядке. В случае ошибочных действий выводится соответствующее сообщение и предлагается соответствующий раздел справочной системы.

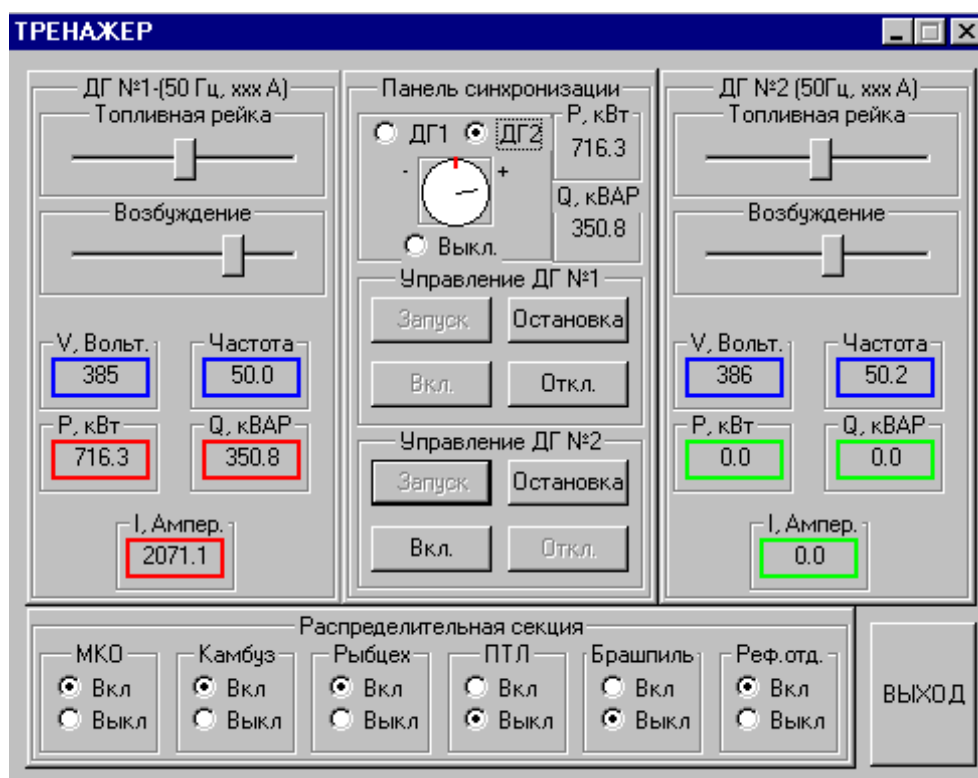


Рис. 3. Внешний вид панелей электростанции
Fig. 3. Appearance of power plant panel

Программа реализует стандартный механизм обработки сообщений Windows и MFC. Каждому элементу управления сопоставлена функция-обработчик, отвечающая за обработку сообщений, адресованных данному элементу управления (или группе элементов). При реализации переходных процессов используется таймер и функция обработки сообщений таймера.

В программе используются алгоритмы вычислений, позволяющие создать видимость работы электростанции в реальном масштабе времени.

Заключение

Итогом данной работы являются:

- результаты исследования, анализа, структуризации и ранжирования проблем, возникающих при обслуживании электрооборудования промышленных судов для создания базы

данных и программы TRFN по решению технических проблем при эксплуатации электрооборудования судов;

- результаты анализа переходных функций составных частей электростанции, разработки математического моделирования работы электростанции в различных режимах, воплощенные в программу SAEES;

- результаты анализа компетенций по судовой электроэнергетической системе специальности 180407.65, воплощенные в программу подготовки с проблемным подходом.

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: учеб. пособие / 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. Молочкова, И.Д. Тренажерная подготовка / И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – 111 с.

5. Молочкова, И.Д. Автоматизация судовой электростанции: учеб. пособие / И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 84 с.

6. Кудрявцев, В.Т. Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы / В.Т. Кудрявцев. – М.: Знание, 1991. – 80 с.

7. Занюк, С. Психология мотивации / С. Занюк. – К.: Ника-Центр; Эльга-Н, 2001. – 352 с.

8. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами судов: учеб. пособие / В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 193 с.

9. Алексеев, Н.А. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промысловых судов / Н.А. Алексеев. – М.: Колос, 2008. – 424 с.

10. 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.

Сведения об авторах: Молочков Валентин Яковлевич, кандидат технических наук, доцент; e-mail: val_mol@mail.ru; Молочкова Ирина Дмитриевна, доцент.

УДК 378.147.026.7:621.3:004

В.Я. Молочков, И.Д. Молочкова

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

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРАКТИКЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУДОВ

Рассматриваются требования к разработке экспертной системы по обслуживанию, диагностике и ремонту судового электрооборудования, приводятся данные по разработке такой системы в Дальрыбвтузе. Приводятся критерии разработки экспертной системы при обслуживании технических средств судов.

Ключевые слова: экспертные системы, диагностика, ремонт, технические средства судов.

V.Y. Molochkov, I.D. Molochkova

EXPERT SYSTEMS IN PRACTICE MAINTENANCE ELECTRICAL EQUIPMENT OF SHIPS

This article discusses the requirements for the development of an Expert System, servicing, diagnostics and repair of ship electrical equipment, provides data on the development of such the system in Dalrybvtuz. Criteria of the development of an expert system for maintenance of technical equipment of ships.

Key words: Expert systems, diagnostics, repair, technical means vessels.

1. Цель и задачи исследования

По оценкам специалистов, причинами 80 % всех аварий на судах являются неправильные действия судового персонала.

Безопасность плавания и выполнения работ на судах зависит не только от степени надежности судна и его элементов, но и от уровня квалификации персонала и организации работы различных служб на судне.

В целом риск для жизни людей возникает как в связи с разрушением конструкций, неисправностью судовых систем, так и вследствие ошибочных действий членов экипажа из-за неточного восприятия информации, неправильного решения или ошибок при реализации принятого решения. Согласно данным статистических отчетов огромные денежные затраты на различные технические усовершенствования не привели к снижению количества аварий судов.

Следует обратить внимание на сложность и многообразие функций, выполняемых командным составом и судовым персоналом, отметить оторванность электротехнического персонала в многомесячном рейсе, отсутствие помощи специалистов высокого класса по различным аспектам ремонта большого ассортимента электрооборудования судов.

Целью данной работы было создание экспертной системы, позволяющей решать возникающие технические проблемы электротехническому персоналу судов в процессе выполнения работ по обслуживанию электрооборудования судов и повышать свою квалификацию в этой области. Кроме того, математический аппарат экспертной системы позволяет производить анализ состояния технических средств и исследовать их динамические характеристики.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие технические задачи:

- создать базы данных по ремонту технических средств судов электротехнического характера [1];
- разработать математическую базу по моделированию работы и исследованию характеристик электротехнических средств судов [2];

- разработать программное обеспечение в двух вариантах: моделирования работы электротехнических устройств и экспертной системы для использования электротехническим персоналом судов;
- создать возможность постоянного дополнения базы данных допущенными специалистами.

2. Предмет исследования

Замечено, что без экспертных систем эффективность труда специалиста среднего уровня при использовании ЭВМ не повышается, а снижается. Ему приходится тратить много времени на формализацию задачи, программирование и отладку программы, что чаще всего ему одному не под силу.

В лице экспертных систем человек получает надежного партнера для решения своих насущных и сложных задач. Именно поэтому ЭС часто называют партнерскими системами.

Несмотря на то, что создание ЭС, работающей в определенной предметной области, дело чрезвычайно сложное, на это нужно идти, чтобы не готовить из каждого специалиста-инженера профессионального программиста (программирующего пользователя) и одновременно математика.

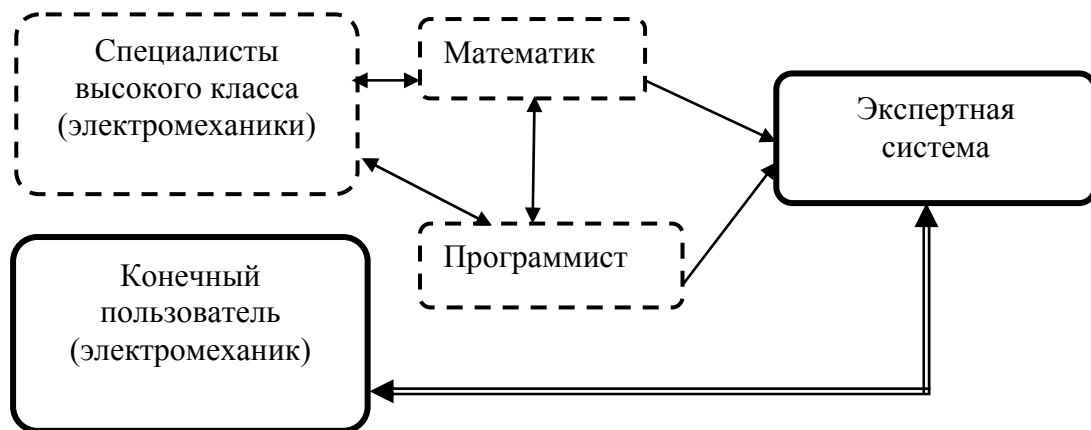
Эта проблема не может быть решена всеобщей компьютерной грамотностью, которая подразумевает лишь знакомство с компьютером и одним из алгоритмических языков, между тем от знакомства до профессионального использования языка программирования дистанция огромного размера. Чтобы использовать все возможности компьютера, надо уметь создавать сложные программы. Здесь необходимы профессиональные знания всех тонкостей программирования, т.е. в таком случае все пользователи, независимо от специальности, должны стать профессиональными программистами. Следует отметить, что развитие языков программирования идет по пути упрощения пользования им, создание объектно-ориентированных библиотек, вспомогательных оболочек и т.п., однако это в полной мере не снимает проблему.

Выход из этого трудного положения – создание экспертных систем, которые гарантируют возможность пользования всей мощью современного компьютера без овладения второй профессией – профессией программиста.

Созданная и постоянно обновляемая база знаний в заданной технической области не только позволяет понимать пользователя, но и отвечать на его вопросы. Для этого она содержит сведения о том, каким образом поступали раньше специалисты в той или иной ситуации и что из этого вышло. Эти знания представлены в виде так называемых продукций, т.е. конструкций вида «если..., то...». Они дают возможность формализовать задачу пользователя, т.е. составить цепочку, связанную причинно-следственными связями, чтобы в ее конце находился ответ на заданный пользователем вопрос или поставлен другой вопрос, на который нужно ответить пользователю.

Следует отметить, что особенно эффективны ЭС по выяснению неисправностей в действующих системах. Их база знаний состоит из продукций вида: «Если характеристика А не в норме, то следует осмотреть блоки Б, В и Г» и т.д. Эти экспертные знания помогут найти неисправности в сложной технической системе.

Если использование созданной экспертной системы возможно специалистом среднего уровня, то создание экспертной системы – содружества специалистов высокого класса в этой области техники, аналитика-математика и программиста высокой квалификации (рисунок). На рисунке жирным выделена часть, используемая конечным пользователем – электротехническим персоналом судов.



Структурная схема создания и использования ЭС
Block diagram of the creation and use of ES

Для эффективной работы ЭС необходимо преобразовать описание исходной задачи в рабочую программу, которая ее решает. Эту функцию выполняет планировщик – программная система, планирующая процесс решения поставленной задачи на ЭВМ. Планировщик постоянно общается с базой знаний, откуда он черпает информацию о способах решения тех или иных задач, и о том, как составляются рабочие программы для ЭВМ.

Использование экспертной системы для моделирования работы технических средств и исследования их характеристик требуется соответствующая математическая база.

В данной работе предпринята попытка создания всех составляющих постоянно обновляемой экспертной системы для электротехнического персонала судов.

3. Опыт разработки составляющих экспертной системы в Дальрыбвтузе

В процессе создания экспертной системы для электротехнического персонала судов была проведена работа по созданию разделов и составляющих экспертной системы.

Создание экспертной системы требует наличия базы данных по данному техническому направлению, математического аппарата для моделирования и исследования электротехнических судовых устройств, формулировки требований для экспертной системы для данной области технических знаний. При этом все компоненты требуют значительного времени и опытных специалистов.

В Дальрыбвтузе на кафедре «Электрооборудование и автоматика судов» ведется многолетняя работа по сбору и классификации характерных неисправностей электротехнических средств судов, методов и средств по диагностике и ремонту с привлечением ремонтных предприятий и ведущих специалистов как с производства, так и учебных заведений. Эти данные явились материалом для создания базы данных [3–6].

Изначально эта база данных явилась основой создания программы TREN, которая многие годы использовалась для аттестации электротехнического персонала рыболовных судов. Описанная выше последовательность разработки и имеющаяся база данных по ремонту и обслуживанию электрооборудования судов позволяет последовательно и целенаправленно формировать и обновлять компьютерную экспертную систему для помощи электромеханикам и судомеханикам при обслуживании судового электрооборудования. Ее дальнейшим развитием, а именно, база данных по ремонту и эксплуатации электрооборудования судов, является создание экспертной системы по этому направлению для электромехаников и судомехаников судов.

В данной разработке (программа TREN) на настоящее время имеются следующие элементы экспертной системы:

- база данных в областях ремонта и эксплуатации электрооборудования, средств судовой автоматики, ремонта механических узлов электрооборудования и автоматики, организации работ на судне, охраны труда и окружающей среды на судах.

Математический аппарат для моделирования и анализа характеристик электрооборудования судов разработан на кафедре и опубликован в Трудах Дальрыбвтуза [1].

Для помощи электротехническому персоналу судов по обслуживанию электрооборудования судов наиболее полно подходит вариант компьютерной экспертной системы с направлением на обслуживание, диагностику и ремонт судового электрооборудования.

Разрабатываемая экспертная система предназначена для общения с непрограммирующим конечным пользователем – в данном случае это электромеханик или судомеханик судна. Он ведет диалог с ЭС на естественном языке (используется язык логических построений Пролог) [7]. В процессе диалога ЭС «понимает» задачу пользователя, формализует ее, составляет программу решения, решает и выдает результат пользователю. Причем полученные решения бывают не только не хуже, а очень часто даже лучше рекомендаций, составленных экспертами-специалистами высокого класса в этой области техники.

Экспертная система для электротехнического персонала судов включает следующие разделы:

- ремонт механических узлов электрооборудования;
- ремонт силовых узлов электрооборудования;
- ремонт средств автоматики;
- организация работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования.

Для эффективного взаимодействия с электротехническим персоналом, не знающим в достаточной степени программирования, экспертная система имеет следующие функции:

- используется естественный язык, на котором пользователь излагает свою задачу;
- строит формальную модель этой задачи, т.е. формализует ее с тем, чтобы применить формальные математические методы решения;
- составляет программу решения задачи (или в простейшем случае находит эту программу в своем архиве – банке данных);
- запускает программу для получения окончательного результата;
- интерпретирует результат, т.е. представляет его в форме, доступной пользователю;
- при необходимости, объясняет, каким образом был получен результат.

Из этих шести пунктов только четвертый (прогон программы) имеет традиционный характер. Остальные же имеют прямое отношение к искусственному интеллекту и используют языки высокого уровня для логических построений (в данном случае используется язык логических построений Пролог).

Дальнейшее развитие предполагает разработку планировщика для работы с введенной базой данных и расширение диагностических функций системы (определение надежности и прогнозирование неисправности судовых электротехнических устройств по надежностным параметрам составляющих элементов судового электрооборудования и средств автоматики; поиск дефекта по информационному алгоритму с использованием информации о состоянии проверяемых объектов; определение неисправности логическими машинными вычислениями с использованием модулей типа «если... то...» и базы данных, полученных практическим путем).

Заключение

На настоящее время выполненная работа по созданию экспертной системы для электротехнического персонала судов представляет собой:

- базу данных по ремонту электротехнических устройств судна, реализованную в виде компьютерной программы;
- математический аппарат, предназначенный для моделирования и исследования работы технических средств судов;
- перечень требований к экспертной системе для электротехнического персонала судов.

Список литературы

1. 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.
2. Молочков, В.Я. Компьютерная система аттестации электромехаников судов рыбной промышленности: учеб. пособие / В.Я. Молочков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1996. – 94 с.
3. Кирюха, В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики: учеб. пособие / В.В. Кирюха. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 218 с.
4. 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.
5. Алексеев, Н.А. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промысловых судов / Н.А. Алексеев. – М.: Колос, 2008. – 424 с.
6. Марселлиус, Д. Программирование экспертных систем на турбо-Прологе / Д. Марселлиус. – М., 1994. – 256 с.
7. Молочков, В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов / В.Я. Молочков. – М.: Моркнига, 2013. – 362 с.

Сведения об авторах: Молочков Валентин Яковлевич,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: val_mol@mail.ru;
Молочкова Ирина Дмитриевна, доцент.

УДК 621.6-7

А.Н. Соболенко

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

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНОЙ РАМЫ ВДГ 6NVD48A2 НА Т/Х «ПРОЛИВ ЛАПЕРУЗА»

На приемно-транспортных рефрижераторах типа «Пролив Лаперуза» установлено четыре дизель-генератора 6NVD48-A2 в машинно-котельном отделении, расположенном в кормовой части судна. В эксплуатации были зафиксированы повреждения фундаментных рам ВДГ.

Был выполнен динамический расчет для определения частот колебаний основного (первого) тона свободных колебаний фундамента ВДГ, т.е. частот первого тона свободных колебаний соответствующей системы перекрестных связей.

Цель расчета – убедиться в отсутствии резонанса этого колебания с действующей на перекрытие известной возмущающей силой, вызванной неуравновешенными поступательно-движущимися массами при работе дизель-генератора.

Определение частоты колебаний первого порядка производилось методом Рэлея. Одновременно выполнялся расчет по формулам Российского Морского Регистра судоходства.

Сравнение результатов расчета свободных колебаний и вынужденных колебаний элементов фундамента показывает, что ни одна из частот не совпадает, что позволяет говорить об отсутствии возможности резонанса колебаний, который мог бы быть причиной повреждения фундаментных рам ВДГ.

Ключевые слова: фундаментная рама, повреждения, свободные колебания, вынужденные колебания, резонанс колебаний.

A.N. Sobolenko

THE DINAMIC CALCULATION OF THE BED FRAME OF 6NVD48A2 AUXILIARY ENGINE ON «LAPERUZA STRAIT» M/S

There are four diesel generators in the engine room of «Laperuza Strait» m/s. The engine room is on the aft end of the ship. Damages of the bed frame took place in operation of 6NVD48A2 auxiliary engine.

Dynamic calculations were made to determine vibration frequencies of main (first) tone of the bed plait free vibrations, i.e. vibration frequencies of main (first) tone of the adequate system of cross ties,

The calculation goal – to be confirmed that there is no vibration resonance these vibrations with known disturbed force, which is result action of unbalanced reciprocating mass during engine operation.

The calculation of the vibration frequencies of first order was made by Relay method. At the same time the calculation was made with using formulas of Russia Marine Register of Seagoing.

Comparison of results shows that free vibrations not coincide with forced vibrations. So we can argue that there is no opportunity of vibration resonance, which could be the reason of bed plate damage.

Key words: bed frame, damages, plait free vibrations, forced vibrations, vibration resonance.

На приемно-транспортных рефрижераторах типа «Пролив Лаперуза» установлено четыре дизель-генератора 6NVD48A2 в машинно-котельном отделении, расположенном в кормовой части судна. В эксплуатации было зафиксированы случаи повреждения фундаментных рам ВДГ.

Одним из отрицательных факторов, влияющих на надежность работы фундаментных рам и рамовых подшипников, является вибрация фундаментной рамы. Опыт работы на судне «Пролив Лаперуза» свидетельствует о значительной вибрации кормовой оконечности, особенно при следовании судна в балласте.

Динамический расчет производился для определения частот колебаний основного (первого) тона свободных колебаний фундамента ВДГ, т.е. частот первого тона свободных колебаний соответствующей системы перекрестных связей.

Цель расчета – убедиться в отсутствии резонанса этого колебания с действующей на перекрытие известной возмущающей силой, вызванной неуравновешенными поступательно-движущимися массами при работе дизель-генератора.

Определение частоты колебаний первого порядка можно с достаточной для практики точностью произвести, пользуясь методом Рэлея [1].

Общее выражение для частоты главных колебаний перекрытия:

$$p^2 = \frac{K_{np}}{M_{np}}. \quad (1)$$

Рассматривая перекрытие как систему перекрестных связей, будем иметь следующее:

- для приведенного коэффициента жесткости

$$K_{np} = E \cdot \sum_1^k \left(\int_0^L I (\eta_1'')^2 dx + \right) E \sum_1^n \left(\int_0^L i (\eta_2'')^2 dy \right); \quad (2)$$

- для приведенной жесткости

$$M_{np} = \sum_1^k \left(\int_0^L M \eta_1^2 dx + \right) \sum_1^n \left(\int_0^l m \eta_2^2 dy \right), \quad (3)$$

где $\eta_1 = f(x, y_k)$ – форма колебаний перекрестных связей; $\eta_2 = f(x_n, y)$ – форма колебаний балок главного направления; I, i – момент инерции сечений и балок главного направления; M, m – массы перекрестных балок и балок главного направления; L – длина перекрытия; l – ширина перекрытия; k, n – число перекрестных балок и балок главного направления.

Перекрытие размером 1000×4000×190, расположенное между шпангоутами 182÷180, представлено на рис. 1.

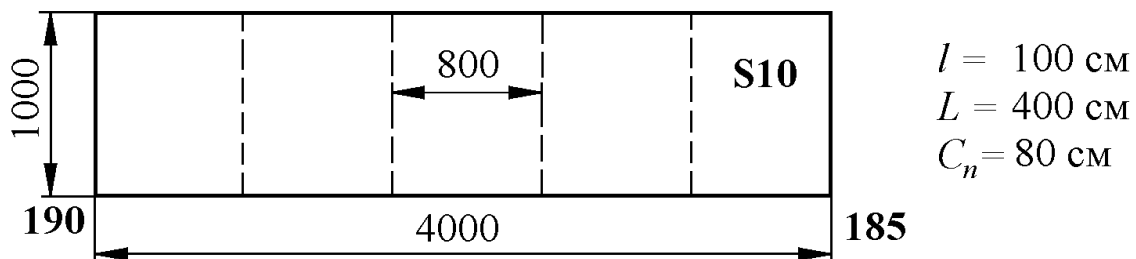


Рис. 1. Эскиз перекрытия, расположенного между шпангоутами 182÷180

Fig. 1. Draft of floor, located between 182÷180 bends

$$K_{np} = E \cdot I \cdot \frac{\pi^4}{2 \cdot l^3} \sum_{n=1}^4 \sin^2 \frac{\pi \cdot C_n}{L}; \quad (4)$$

$$K_{np} = 2 \cdot 10^6 \cdot 11813 \cdot \frac{3,14^4}{2 \cdot 100^3} \sum_{n=1}^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 15856 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1};$$

$$M_{np} = \frac{M \cdot l}{2} \sum_1^4 \sin^2 \frac{\pi \cdot C_n}{L}; \tag{5}$$

$$M_{np} = \frac{0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{2} \sum_1^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 6,63 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1};$$

$$P = \sqrt{\frac{K_{np}}{M_{np}}} = \sqrt{\frac{158560000}{6,63}} = 4890 \text{ с}^{-1}.$$

Перекрытие размером 5400×240×10, расположенное между шпангоутами 185÷182, представлено на рис. 2.

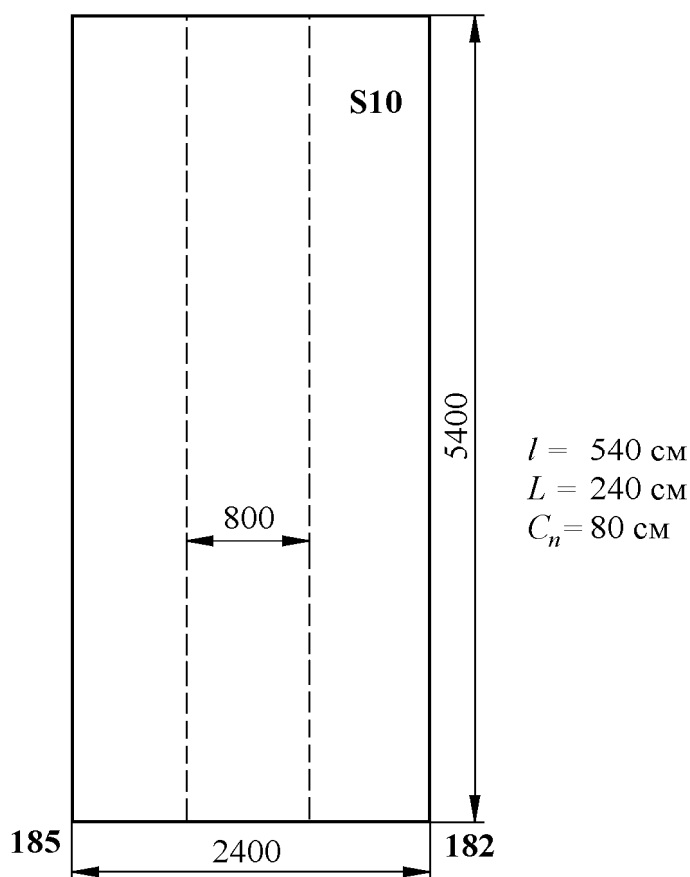


Рис. 2. Эскиз перекрытия, расположенного между шпангоутами 185÷182
 Fig. 2. Draft of floor, located between 185÷182 bends

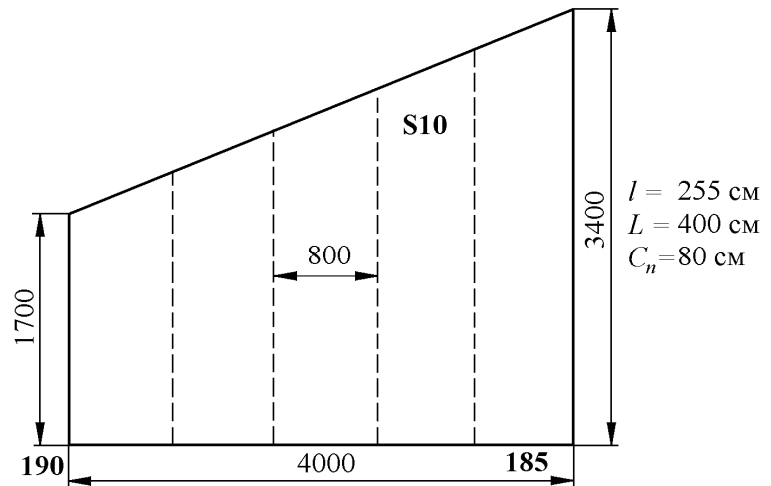
$$K_{np} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 11813 \cdot 3,14^4}{2 \cdot 540^3} \sum_1^2 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{240} = 1093200 \text{ кг/м};$$

$$M_{np} = \frac{0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 540}{2} \sum_1^2 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{240} = 38,9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1};$$

$$P = \sqrt{\frac{1093200}{38,9}} = 167,6 \text{ с}^{-1}.$$

Перекрытие размером 2550×400×10, расположенное между шпангоутами 190÷185, представлено на рис. 3.

Рис. 3. Эскиз перекрытия,
расположенного
между шпангоутами 190÷185
Fig. 3. Draft of floor, located
between 190÷185 bends



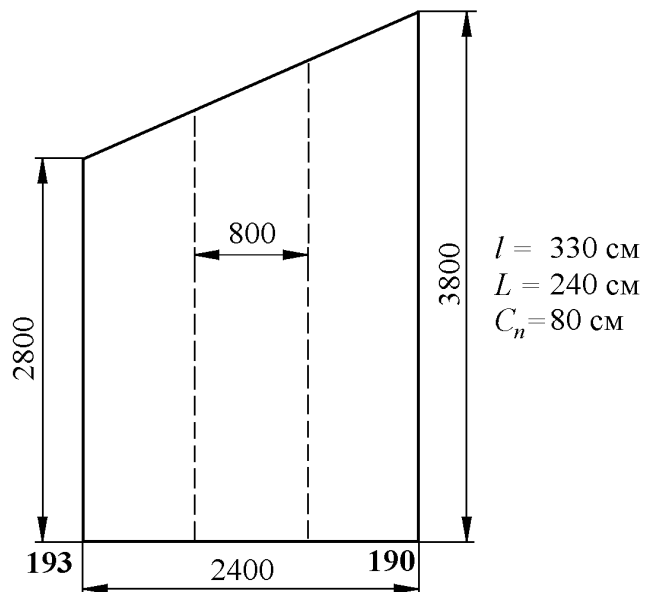
$$K_{np} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 11813 \cdot 3,14^4}{2 \cdot 255^3} \sum_1^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 9562300 \text{ кг/м};$$

$$M_{np} = \frac{0,95 \cdot 10^{-3} \cdot 255}{2} \sum_1^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 16,9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1};$$

$$P = \sqrt{\frac{9562300}{16,9}} = 752 \text{ с}^{-1}.$$

Перекрытие размером 3300×2400×10, расположенное между шпангоутами 193÷190, представлено на рис. 4.

Рис. 4. Эскиз перекрытия,
расположенного
между шпангоутами 193÷190
Fig. 4. Draft of floor, located
between 193÷190 bends



$$K_{np} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 11813 \cdot 3,14^4}{2 \cdot 330^3} \sum_1^2 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{240} = 4790200 \text{ кг/м};$$

$$M_{np} = \frac{0,95 \cdot 10^{-3} \cdot 330}{2} \sum_1^2 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{240} = 23,7 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1};$$

$$P = \sqrt{\frac{4790200}{23,7}} = 449,6 \text{ с}^{-1}.$$

Перекрытие размером 2000×400×10, расположенное между шпангоутами 197÷193, представлено на рис. 5.

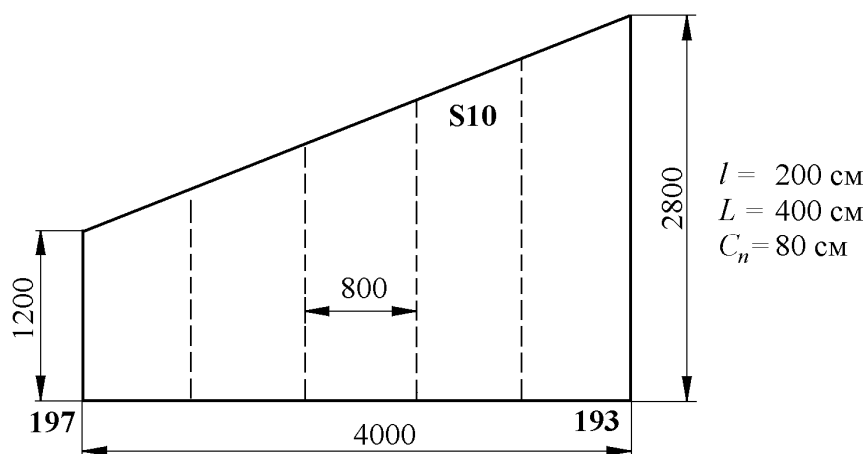


Рис. 5. Эскиз перекрытия, расположенного между шпангоутами 197 ÷ 193
Fig. 5. Draft of floor, located between 197 ÷ 193 bends

$$K_{np} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 11813 \cdot 3,14^4}{2 \cdot 200^3} \sum_1^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 19817000 \text{ кг/м};$$

$$M_{np} = \frac{0,95 \cdot 10^{-3} \cdot 200}{2} \sum_1^4 \sin^2 \frac{3,14 \cdot 80}{400} = 13,2 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1};$$

$$P = \sqrt{\frac{19819700}{13,2}} = 1225 \text{ с}^{-1}.$$

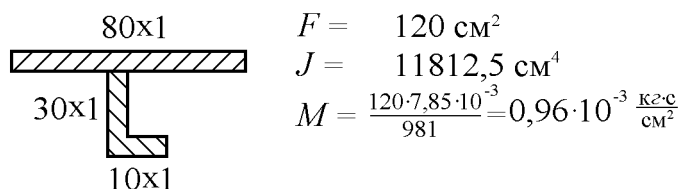


Рис. 6. Эскиз бимса с присоединенным пояском
Fig. 6. Draft of beam, with attached band

Оценка частот колебаний перекрытий по правилам Российского Регистра [2] выполнена ниже.

Частота первого тона свободных колебаний стальных пластин в воздухе, Гц

$$N_1 = 0,25 \alpha^2 \frac{S}{a^2}, \tag{6}$$

где α – коэффициент, зависящий от условий заделки кромок пластины, жестко заделанной по всему контуру

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{a}{b}\right)^2 + \left(\frac{a}{b}\right)^4}, \quad (7)$$

где a – короткая сторона пластины, м; b – длинная сторона пластины, м; S – толщина пластины, м.

Частота первого тона свободных колебаний балок набора в воздухе в предположении свободного опирания концов балки, Гц

$$N_2 = \frac{78,5}{l} \sqrt{\frac{I_2}{F_2}}, \quad (8)$$

где l – длина ребра, м; I_2 – геометрический момент инерции поперечного сечения балки с присоединенным пояском, м⁴; F_2 – площадь поперечного сечения балки с присоединенным пояском, см².

Перекрытие размером 1000×4000×10, расположенное между шпангоутами 182÷180, представлено на рис. 1.

$$\begin{aligned} a &= 0,8 \text{ м;} \\ b &= 1,0 \text{ м;} \\ S &= 10 \text{ мм;} \\ I_2 &= 11812,5 \text{ м}^4; \\ F_2 &= 120 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{0,8}{1,0}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1,0}\right)^4} = 29,27;$$

$$N_1 = 0,25 \cdot 29,27 \frac{10}{0,8^2} = 117,05 \text{ Гц};$$

$$N_2 = \frac{78,5}{1,0} \sqrt{\frac{11812,5}{120}} = 778,8 \text{ Гц.}$$

Пластина $N_1 = 117$ Гц.

Ребра жесткости $N_2 = 778,8$ Гц.

Перекрытие размером 5400×2400×10, расположенное между шпангоутами 185÷182, представлено на рис. 2.

$$\begin{aligned} a &= 0,8 \text{ м;} \\ b &= 5,4 \text{ м;} \\ S &= 10 \text{ мм;} \\ l &= 5,4 \text{ м;} \\ I_2 &= 11812,5 \text{ м}^4; \\ F_2 &= 120 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{0,8}{5,4}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{5,4}\right)^4} = 22,5;$$

$$N_1 = 0,25 \cdot 22,5 \frac{10}{0,8^2} = 87,9 \text{ Гц};$$

$$N_2 = \frac{78,5}{5,4} \sqrt{\frac{11812,5}{120}} = 144,2 \text{ Гц.}$$

Пластина $N_1 = 87,9$ Гц.

Ребра жесткости $N_2 = 144,2$ Гц.

Перекрытие размером $2550 \times 4000 \times 10$, расположенное между шпангоутами 190÷185, представлено на рис. 3.

$a = 0,8$ м;

$b = 2,55$ м;

$S = 10$ мм;

$l = 2,55$ м;

$I_2 = 11812,5 \text{ м}^4$;

$F_2 = 120 \text{ см}^2$.

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{0,8}{2,55} \right)^2 + \left(\frac{0,8}{2,55} \right)^4} = 23,04 ;$$

$$N_1 = 0,25 \cdot 23,04 \frac{10}{0,8^2} = 90,0 \text{ Гц};$$

$$N_2 = \frac{78,5}{2,55} \sqrt{\frac{11812,5}{120}} = 303,7 \text{ Гц.}$$

Пластина $N_1 = 90,0$ Гц.

Ребра жесткости $N_2 = 303,7$ Гц.

Перекрытие размером $3300 \times 2400 \times 10$, расположенное между шпангоутами 193÷190, представлено на рис. 4.

$a = 0,8$ м;

$b = 3,3$ м;

$S = 10$ мм;

$l = 3,3$ м;

$I_2 = 11812,5 \text{ м}^4$;

$F_2 = 120 \text{ см}^2$.

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{0,8}{3,3} \right)^2 + \left(\frac{0,8}{3,3} \right)^4} = 22,82 ;$$

$$N_1 = 0,25 \cdot 22,82 \frac{10}{0,8^2} = 89,13 \text{ Гц};$$

$$N_2 = \frac{78,5}{3,3} \sqrt{\frac{11812,5}{120}} = 236,0 \text{ Гц.}$$

Пластина $N_1 = 89,13$ Гц.

Ребра жесткости $N_2 = 236,0$ Гц.

Перекрытие размером $2000 \times 4000 \times 10$, расположенное между шпангоутами 197÷193, представлено на рис. 5.

$a = 0,8$ м;

$b = 2,0$ м;

$S = 10$ мм;

$l = 2,0$ м;

$I_2 = 11812,5 \text{ м}^4$;

$F_2 = 120 \text{ см}^2$.

$$\alpha^2 = 22,37 \sqrt{1 + 0,605 \left(\frac{0,8}{2,0}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{2,0}\right)^4} = 23,71;$$

$$N_1 = 0,25 \cdot 23,71 \frac{10}{0,8^2} = 92,6 \text{ Гц};$$

$$N_2 = \frac{78,5}{2,0} \sqrt{\frac{11812,5}{120}} = 389,4 \text{ Гц}.$$

Пластина $N_1 = 92,6$ Гц.

Ребра жесткости $N_2 = 389,4$ Гц.

Результаты расчета представлены в табл. 1.

Частота вынужденных колебаний при работе на номинальном режиме ВДГ кратна частоте вращения $n = 428 \text{ мин}^{-1} = 7,143 \text{ с}^{-1}$.

Порядки частот вынужденных колебаний приведены в табл. 2.

Сравнение табл. 1 и 2 показывает, что ни одна из частот не совпадает, что позволяет говорить об отсутствии возможности резонанса колебаний.

Таблица 1

Сводные результаты частот собственных колебаний элементов набора корпуса судна

Table 1

Summary results of free vibrations of components of the ship framing

Размеры перекрытий, мм	Номера шпангоутов	Частоты собственных колебаний, Гц		
		Перекрытия	Пластина	Ребра жесткости
1000×4000×10	182÷180	4890	117	782
5400×2400×10	185÷182	168	88	27
2550×4000×10	190÷185	752	90	120
3300×2400×10	193÷190	450	89	72
2000×4000×10	197÷193	1225	92	195

Таблица 2

Связь между порядком и частотой вынужденных колебаний

Table 2

The connection between degrees and force free vibrations

Порядок колебаний	Частота колебаний, Гц	Порядок колебаний	Частота колебаний, Гц
1	7,133	5	35,67
2	14,27	6	42,80
3	21,40	7	49,93
4	28,53		

Список литературы

1. Шиманский, Ю.А. Динамический расчет судовых конструкций / Ю.А. Шиманский. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 380 с.

2. Вибрация морских судов. Вибрационная прочность и нормы вибрации. Правила классификации и постройки морских судов Российского Регистра. – М.: Транспорт, 1999. – 502 с.

Сведения об авторе: Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: sobolenko_a@mail.ru.

УДК 621.515.001.5

С.В. Чехранов

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

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОРАСХОДНЫХ ТУРБИН В СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Приводится анализ методов оценки малорасходных турбин по эффективности для различных вариантов конструктивного исполнения. Предлагается оценивать область применения различных конструкций таких турбин на основе критерия комплексной мощности.

Ключевые слова: малорасходные турбины, комплексная мощность.

S.V. Chekhranov

ESPECIALLY THE USE OF LOW-COST TURBINES THE MARINE ENERGY

Reviewed the analysis methods to assess the effectiveness of low-cost turbines for different variants of design. Proposed to assess the scope of various designs such turbines based on the criterion of the complex power.

Key words: low-cost turbines, the complex power.

На начальном этапе проектирования малорасходных турбин (МРТ) производится оценка различных типов конструкций МРТ по обобщенным критериальным комплексам. При этом учитывается целый ряд факторов, в том числе и эксплуатационных. В одних случаях ставится задача получения максимального КПД, в других – минимальных массогабаритных показателей, в третьих – технологичность изготовления и простота обслуживания и т.п.

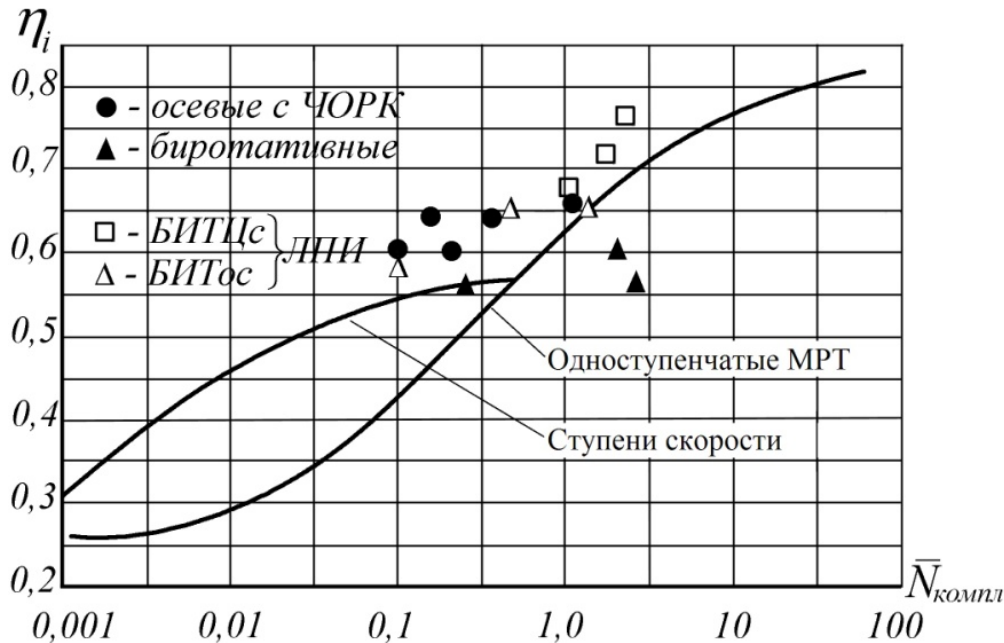
Применение обобщенных критериальных комплексов для проектирования МРТ приобретает все большее распространение, поскольку такая оценка дает наиболее объективную картину преимуществ тех или иных конструкций турбин. Для традиционных конструкций МРТ в работах МЭИ [1, 2] и некоторых других приведены зависимости $\eta_i = f(\bar{N}_{\text{компл}})$, в которых очерчены границы максимально достижимых КПД в одно- и двухступенчатых активных турбинах. Эти зависимости построены с использованием лопаточного КПД, рассчитанного по данным продувок лучших профилей для больших турбин. Влияние малоразмерности предлагается учитывать частными КПД. Однако такой подход не учитывает влияния абсолютных размеров элементов турбин, поэтому в [5] предложено разделить турбины на три категории по абсолютной высоте сопел.

Поскольку в настоящее время существуют обобщенные зависимости только для одной категории, то экспериментальные данные, полученные в других геометрических категориях, приходится пересчитывать по лопаточному КПД.

В первом приближении это можно сделать вычитанием из лопаточного КПД действительных внутренних потерь, полученных в эксперименте. При наличии адекватных математических моделей такой пересчет упрощается еще больше. Однако в любом случае такой пересчет правомерен только тогда, когда в турбине используются такие же профили, какие использовались для получения расчетной зависимости лопаточного КПД. Если же используются другие профили, то придется сначала получить экспериментальную зависимость влияния абсолютных геометрических размеров на лопаточный КПД ступени с профилями выбранного типа.

В настоящей работе экспериментальные исследования проводились с турбинами, имеющими профили, рекомендованные в работах МЭИ. Поэтому пересчет по упомянутым зависимостям лопаточного КПД в данном случае правомерен.

На рисунке представлены графические зависимости $\eta_i = f(\bar{N}_{\text{компл}})$ для традиционных одноступенчатых и двухступенчатых активных турбин по работе [2].



Оценка эффективности различных МРТ по критерию комплексной мощности
БИТЦс – биротативные турбины центростремительные; БИТос – биротативные турбины осевые
Assessment of efficiency of various turbines by criterion of complex power
БИТЦс –birotary turbines centripetal; БИТос – birotary turbines axial

На этот же график нанесены экспериментальные данные по нетрадиционным типам конструкций: турбин ЛПИ с большим углом поворота и турбин с частичным облопачиванием рабочих колес (ЧОРК). По турбинам ЛПИ биротативного типа приведены данные, полученные автором. Данные, полученные при выполнении настоящей работы, представлены затененными точками.

Биротативные турбины с вращающимся сопловым аппаратом (ВСА) конструкции ЛПИ, исследованные как автором, так и другими исследователями, находятся в зоне, близкой к $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$. При этом видно, что при $\bar{N}_{\text{компл}} < 1$ эти турбины по эффективности равны ступеням скорости, а при $\bar{N}_{\text{компл}} > 1$ превышают КПД ступеней скорости, но менее эффективны, чем одноступенчатые традиционного типа. Однако необходимо учитывать, что биротативные турбины ЛПИ с ВСА имеют разную частоту вращения на валах и, следовательно, могут приводить агрегаты без применения редуктора, что недоступно для традиционных одноступенчатых МРТ. Применение же редуктора для обычных турбин снизит их КПД за счет увеличения механических потерь, повысит массогабаритные характеристики и увеличит стоимость турбины. Поэтому в контексте общих эксплуатационных и экономических требований турбины ЛПИ в зоне $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$ предпочтительнее, чем турбины традиционного типа. В частности, биротативные МРТ с неподвижным сопловым аппаратом (СА) и двумя вращающимися РК при $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$ даже более эффективны, чем обычные одноступенчатые. Еще более эф-

фективны турбины ЛПИ центростремительного типа [3]. Тем не менее эксплуатационную эффективность любой турбины необходимо оценивать не только по КПД, но и по габаритным, скоростным и другим характеристикам. С этой точки зрения каждая из исследованных конструкций имеет свою область применения.

Совершенство турбин в любом случае оценивается по КПД. В этой связи показательна эффективность двухступенчатых МРТ с частичным облопачиванием РК. (ЧОРК) [4, 5]. Из графика видно, что в зоне $\bar{N}_{компл} = 1$ эти МРТ могут быть сравнимы по эффективности с биротативными турбинами ЛПИ, но по массогабаритным показателям им уступают. При $\bar{N}_{компл} > 1$ турбины ЛПИ в любом случае более эффективны. Но в зоне $\bar{N}_{компл} < 1$ турбины с частичным облопачиванием РК эффективнее всех других конструкций. При этом выигрыш в КПД составляет 4÷6 % по сравнению с турбинами ЛПИ и 6÷8 % – по сравнению со ступенями скорости. С учетом приведенного анализа можно утверждать, что турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса эффективны и конкурентоспособны в зоне $\bar{N}_{компл} < 1$.

Список литературы

1. Быков, Н.Н. Выбор параметров и расчет маломощных турбин для привода агрегатов / Н.Н. Быков, О.Н. Емин. – М.: Машиностроение, 1972. – 228 с.
2. Емин, О.Н. Воздушные и газовые турбины с одиночными соплами / О.Н. Емин, С.П. Зарицкий. – М.: Машиностроение, 1975. – 216 с.
3. Рассохин, В.А. Турбины конструкции ЛПИ: преимущества, характеристики, опыт разработки и применение / В.А. Рассохин // Тр. СПбГПУ. – 2004. – № 491. – 61 с.
4. Пат. СССР. Парциальная турбина / С.В. Чехранов, И.И. Кириллов; Дальрыбвтуз. – Оpubл. в Б.И. 1988, № 32.
5. Чехранов, С.В. Особенности применения критериальных комплексов для выбора параметров малорасходных турбин / С.В. Чехранов // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2002. – № 1. – С. 73–75.

Сведения об авторе: Чехранов Сергей Валентинович, доктор технических наук, профессор, e-mail: turboroom@yandex.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664

Е.В. Глебова, А.В. Докучаева, О.В. Кузнецова, А.С. Торба, Р.О. Языков
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая 52б

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Целью данной работы является создание научно-практических рекомендаций по аккредитации испытательных лабораторий в системе мониторинга качества и безопасности рыбной продукции.

Ключевые слова: мониторинг, качество, безопасность, аккредитация, показатель, нормативно-техническая документация, технический регламент.

E.V. Glebova, A.V. Dokuchaeva, O.V. Kuznecova, A.S. Torba, R.O. Yazykov
**SCIENTIFIC-PRACTICAL BASES OF FORMING FIELD ACCREDITATION
OF TESTING LABORATORIES IN THE MONITORING SYSTEM QUALITY
AND SAFETY OF FISH PRODUCTS THE FAR EAST**

The aim of this work is to create a scientific and practical recommendations for accreditation of testing laboratories in the system of monitoring the quality and safety of fishery products.

Key words: monitoring, quality, safety, accreditation, rate, regulatory and technical documentation, technical regulations.

Приоритеты и цели государственной политики в рыбохозяйственном комплексе на федеральном и региональном уровнях направлены на обеспечение населения страны безопасной рыбной и иной продукцией из водных биологических ресурсов.

Основные приоритеты и цели государственной политики в рыбохозяйственном комплексе сформулированы в следующих документах [1, 2].

В соответствии с указанными документами одним из основных приоритетных направлений государственной политики в сфере управления качеством в рыбной отрасли Дальнего Востока определено направление по обеспечению системы мониторинга качества и безопасности водных биологических ресурсов, среды их обитания, продуктов их переработки, ведения технологических процессов рыболовства и рыбоводства.

Вовлечение в системы управления качеством рыбной отрасли испытательных лабораторий оценки качества и безопасности рыбной пищевой продукции позволяет всесторонне решать вопросы, связанные с обеспечением конкурентоспособности рыбной продукции.

Реализация вышеуказанного направления государственной политики опирается на целый ряд законодательных и подзаконных актов РФ, а также нормативной документации, регламентирующей требования к качеству и безопасности рыбной продукции. Основной проблемой реализации озвученного направления является изменение требований к аккредитации и функционированию испытательных лабораторий по оценке качества и безопасности рыбной пищевой продукции.

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является создание научно-практических рекомендаций по аккредитации испытательных лабораторий в системе мониторинга качества и безопасности рыбной продукции.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) анализ ассортимента продукции, выпускаемой предприятиями Дальневосточного региона;
- 2) анализ документов, регламентирующих требования качества и безопасности рыбной продукции;
- 3) анализ требований Росаккредитации к формированию области аккредитации;
- 4) разработка рекомендаций по формированию испытательной лаборатории Дальневосточного рыбохозяйственного кластера.

Рыбная отрасль Дальневосточного региона представляет собой сложный, многофункциональный промышленно-хозяйственный комплекс с развитой системой межотраслевой кооперации и международной деятельности. Ассортимент рыбной продукции в настоящее время достаточно разнообразен. Наряду с традиционной рыбной продукцией – солёной, копчёной рыбой, пресервами и консервами – на рыбных прилавках появилась продукция в термоупаковке, под вакуумом, различные соусы и маринады из рыбы и др. Согласно данным 2014 г. выпуск рыбной переработанной и консервированной продукции в Приморье составил 446,7 тыс. т, с общим объемом вылова 654 тыс. т, что позволило предприятиям Приморья изготовить 75,1 млн банок консервов и пресервов, повысить производство замороженного рыбного филе на 26,2 %. В структуре экспорта рыбопромышленных предприятий Приморского края, традиционно направленного в Республику Корея (37 %), КНР (36,4 %) и Японию (11,9 %), отмечаются следующие тенденции: рыба свежая и мороженая – 393 тыс. т, икра, печень, молоки – 10 тыс. т, филе рыбное – 13,5 тыс. т, ракообразные – 10, 5 тыс. т, моллюски – 5,7 тыс. т и др. [3]

В результате проведенного анализа был сформирован перечень объектов рыбной пищевой продукции, производимой предприятиями Дальнего Востока, который лег в основу разработки проекта испытательной лаборатории по мониторингу качества и безопасности рыбной продукции. В него вошли следующие группы:

- рыба свежая, рыба-сырец, рыба охлажденная, мороженая, фарш, филе, мясо морских млекопитающих;
- консервы рыбные;
- пресервы рыбные;
- рыба сушеная, вяленая, копченая, соленая, пряная, маринованная, рыбная кулинария и другая рыбная продукция, готовая к употреблению;
- икра и молоки рыб и продукты из них, аналоги икры;
- нерыбные объекты промысла (моллюски, ракообразные и другие беспозвоночные, водоросли и травы морские) и продукты их переработки [3].

Проведенный анализ документов, регламентирующих требования к безопасности рыбы и рыбной продукции, позволил выявить следующее. Вступивший в силу с 01.07.2013 г. технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) исключает требования к рыбе и рыбной продукции и связанным с ними процессам их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации. До дня вступления в силу ТР ТС, устанавливающего требования к рыбе и рыбной продукции и связанным с ними процессам их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении такой продукции и связанных с ней процессов действуют положения нормативных правовых актов Таможенного союза или законодательства государства-члена Таможенного союза (согласно Решению Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 (редакция от

10.06.2014) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

На настоящий момент требования к безопасности рыбы и рыбной продукции определяются в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, принятыми Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299 (редакция от 18.11.2010) «О применении санитарных мер в Таможенном союзе».

Как отмечено на состоявшемся 18.02.2015 г. форуме «Евразийский экономический союз: расширяя рынки для бизнеса», организованном Евразийской экономической комиссией, проект ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» находится в высокой степени готовности. Это означает, что в его отношении завершено внутригосударственное согласование. По результатам внутригосударственного согласования проект ТР ТС будет рассмотрен на заседании Консультативного комитета с целью представления для рассмотрения на заседание Коллегии комиссии. Следующим этапом должно стать принятие этого закона.

Обобщая все изложенные особенности состояния нормативной базы, регламентирующей требования к качеству и безопасности рыбной продукции, можно заключить, что для формирования области аккредитации испытательной лаборатории, в перспективе входящей в Дальневосточный рыбохозяйственный кластер, следует опираться на проект ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

Деятельность испытательной лаборатории в любой области строится на соответствующей нормативной базе. В настоящее время в РФ реализуется проект «Сближение систем аккредитации России и Евросоюза», направленный на обоюдное признание системы оценки соответствия и системы аккредитации органов по оценке соответствия [4].

Ключевым понятием в процессе аккредитации испытательной лаборатории является область ее аккредитации, т.е. сфера деятельности испытательной лаборатории, определяющаяся перечнем видов продукции и видов испытаний в соответствии с требованиями нормативных и других документов. Область аккредитации представляется в виде документа установленной формы как приложение к аттестату аккредитации испытательной лаборатории.

ГОСТ Р 51000.4-2011 «Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий» рекомендует форму области аккредитации, в которой первый столбец заполняется наименованиями испытываемой продукции, а в последующих столбцах содержатся многократно повторяющиеся измеряемые показатели и нормативные документы на соответствующие им методы испытаний [5].

Однако с выходом ФЗ от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» требования к форме области аккредитации изменены [6]. Новые формы содержатся в Приказе Минэкономразвития России от 23.05.2014 № 288 «Об утверждении форм заявления об аккредитации, заявления о расширении области аккредитации, заявления о сокращении области аккредитации, заявления о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, заявления о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, заявления о выдаче аттестата аккредитации на бумажном носителе, заявления о выдаче дубликата аттестата аккредитации, заявления о прекращении действия аккредитации» [7]. В соответствии с данным приказом приоритетное значение имеют методы испытаний. В первый столбец формы выносятся документы, устанавливающие правила и методы исследований (испытаний) и измерений. Наличие у лаборатории ресурсов, необходимых для постановки и внедрения того или иного метода испытаний, дает ей возможность включить в область аккредитации все показатели во всех видах продукции, входящие в область применения данного метода.

Это изменение направлено на реализацию крупномасштабного проекта – создания Федеральной государственной информационной системы (ФГИС) Росаккредитации – с целью сближения систем аккредитации России и Евросоюза. В рамках ФГИС Росаккредитации для каждого органа по сертификации и испытательной лаборатории будут созданы личные кабинеты, куда будут интегрированы все ресурсы, с которыми приходится работать. [8] Новый вид формы области аккредитации соответствует требованиям к участнику ФГИС.

Другим отличием новой формы является указание диапазона определения измеряемых показателей для каждого метода. Примечание к этому столбцу допускает его заполнение «при наличии» данной информации. Подавляющее большинство стандартов на методы испытаний в рыбных объектах не содержат указаний на диапазон определения. Эта характеристика должна быть установлена в процессе валидации методик измерений. Таким образом, реализуется метрологический подход к формированию области аккредитации, обеспечивающий высокое качество результатов испытаний и измерений.

Одной из задач, поставленных в данной работе, является разработка рекомендаций по формированию испытательной лаборатории Дальневосточного рыбохозяйственного кластера. Основа этой работы – определение области аккредитации испытательной лаборатории в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 23.05.2014 № 288. Информация, входящая в область аккредитации, должна быть представлена в виде таблицы, образец которой приведен в вышеупомянутом приказе.

Область аккредитации испытательной лаборатории **Area of accreditation of test laboratory**

№ п/п	Документы, устанавливающие правила и методы исследований (испытаний), измерений	Наименование объекта	Код ОКП	Код ТН ВЭД ТС	Определяемая характеристика (показатель)	Диапазон определения	Документы, устанавливающие требования к объекту исследований (испытаний), измерений (технические регламенты и (или) документы в области стандартизации)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ГОСТ Р 51650-2000	Продукты пищевые	91 0000	0301-0307	Бенз(а)-пирен	0,0002-0,005 мг/кг	Проект ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции»

При заполнении таблицы необходимо руководствоваться следующими документами:

1. Проект ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и приложения к нему: перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ТР ТС, и перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований ТР ТС.

2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, принятые Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299 (редакция от 18.11.2010) «О применении санитарных мер в Таможенном союзе», на которые ссылается проект ТР ТС по ряду показателей безопасности пищевой рыбной продукции.

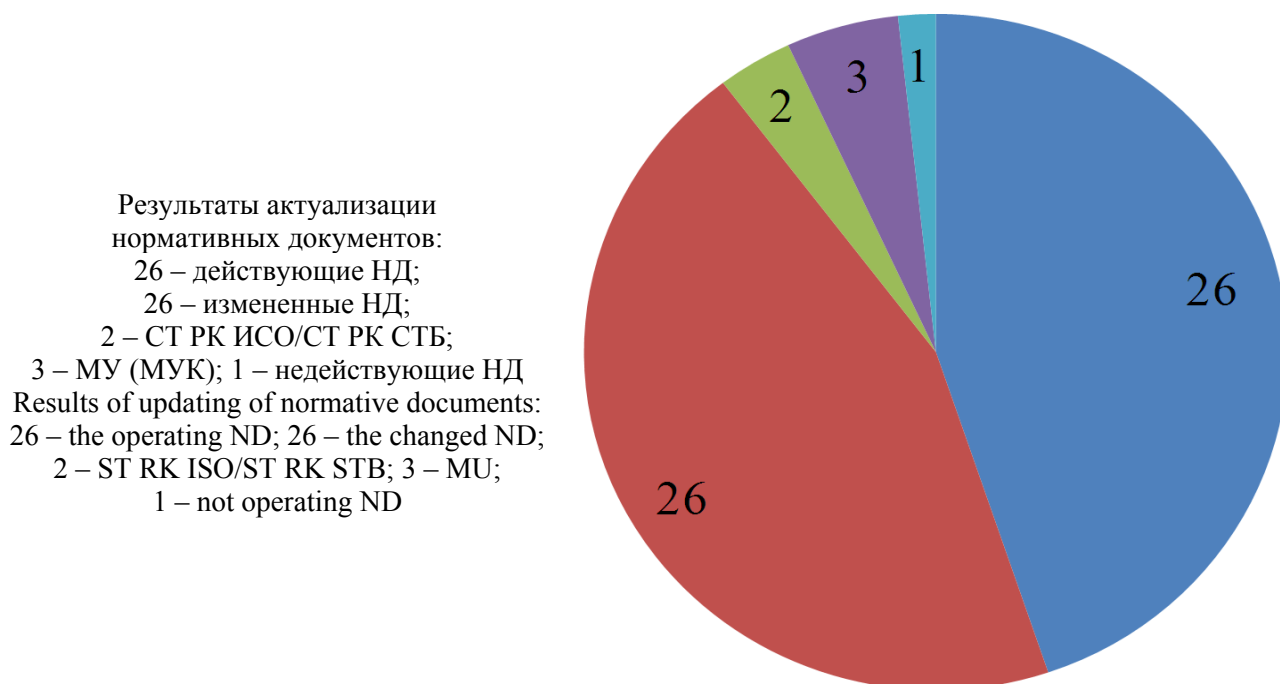
3. Интернет-портал ФГУП «Стандартинформ».

4. Нормативно-технические документы (НД) на различную продукцию.

Исходя из новых требований, работу по формированию области аккредитации отраслевой лаборатории целесообразно было начать с перечня, содержащего НД на правила и методы испытаний и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований соответствующего технического регламента. Однако такой перечень для рыбной продукции можно найти только в качестве приложения к проекту ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Отсутствие утвержденного перечня НД на методы существенно осложняет работу по формированию области аккредитации испытательной лаборатории на сегодняшний день.

Прежде всего перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции», нуждался в актуализации. Поиск и актуализация НД проводились в открытой базе ГОСТ и с использованием электронного ресурса ФГУП «Стандартинформ». В результате было выявлено, что 27 из 58 стандартов, приведенных в перечне к проекту ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции», к настоящему времени оказались недействующими либо замененными.

Кроме того, в данном перечне помимо ГОСТ и ГОСТ Р указаны и национальные стандарты республик Казахстан и Беларусь (СТ РК ИСО и СТ РК СТБ соответственно). На некоторые из них не разработаны национальные стандарты РФ, а имеются только методические указания (МУ или МУК). Необходимо было провести поиск аналогичного стандарта РФ или МУ. Так, например, вместо СТ РК ИСО 24276-201 «Продукты пищевые. Методы выявления генетически модифицированных организмов и полученных из них продуктов. Общие требования и определения» при работе с проектом ТР ТС использовали близкий по содержанию ГОСТ Р 53214-2008 «Продукты пищевые. Методы анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и полученных из них продуктов. Общие требования и определения». «Документы, устанавливающие правила и методы исследований (испытаний), измерений». Результаты актуализации перечня НД, предложенного как приложение ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции», представлены на рисунке.



Актуализация НД позволила заполнить в таблице «Область аккредитации испытательной лаборатории» столбец 2 «Документы, устанавливающие правила и методы исследований (испытаний), измерений» актуализированными, действующими на территории РФ нормативными документами из соответствующего перечня стандартов.

Как правило, в названии стандарта указана определяемая характеристика (показатель), которая вносилась в столбец 6 с аналогичным названием.

На следующем этапе работы заполнялся столбец 3 «Наименование объекта» в согласии с разделом «Область применения» соответствующего стандарта. Пользуясь информацией, представленной в стандартах, заполнялся столбец 7 «Диапазон определения». Как сказано выше, большинство стандартов на методы испытаний в рыбных объектах не содержат указаний на диапазон определения. Эта характеристика должна быть определена в процессе валидации методик измерений в конкретной лаборатории.

Столбец 4 «Код ОКП» и столбец 5 «Код ТН ВЭД ТС» заполнялись с помощью интернет-портала Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, где в соответствии со столбцом 3 «Наименование объекта» определялись коды классификатора и коды товарной номенклатуры.

На завершающем этапе работу по формированию области аккредитации необходимо было продолжить с учетом Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, регламентирующих гигиенические и микробиологические показатели, на которые ссылается проект ТР ТС. В действующие требования включен ряд показателей безопасности пищевой рыбной продукции, которые в проекте отсутствуют. Например, такие, как нитрозамины (МУК 4.4.1.011-93 «Определение летучих N-нитрозаминов в продовольственном сырье и пищевых продуктах») или гистамин (ГОСТ Р 53149-2008 «Рыба, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Количественное определение содержания биогенных аминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»). Поэтому необходимо было сопоставить показатели, приведенные в столбце 6, с вышеуказанными требованиями и дополнить таблицу недостающими строками. Только после этого в область аккредитации были внесены все без исключения показатели безопасности рыбы и рыбной продукции.

В область аккредитации входят 4 основные группы показателей: органолептические, физико-химические, гигиенические и микробиологические, – которые содержатся в документах, устанавливающих нормы и правила исследований. Самый большой объем занимают гигиенические показатели.

Необходимо отметить, что эти показатели весьма разнообразны, и испытательная лаборатория должна обладать необходимыми методическими и материальными ресурсами для определения каждого из них.

Таким образом, разработанные научно-практические рекомендации по формированию области аккредитации могут быть применены при планировании процесса аккредитации испытательных лабораторий в системе мониторинга качества и безопасности рыбной продукции.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. – № 120.
2. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года, одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2003 г. № 1265-р.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://primamedia.ru/news/primorye/21.11.2014/402612/razrabotka-proekta-ribnogo-klastera-v-primore-zavershena.html>. (30.03.2015 г).

4. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://fsa.gov.ru/index/staticview/id/193/> (02.04.2015 г.).
5. ГОСТ Р 51000.4-2011. Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий. Взамен ГОСТ Р 51000.4-96. – Введ. 29.06.2012. № 143-ст. – М: Стандартинформ, 2010. – 14 с.
6. Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации». – Режим доступа: www.consultant.ru.
7. Приказ Минэкономразвития России от 23.05.2014 № 288 «Об утверждении форм заявления об аккредитации, заявления о расширении области аккредитации, заявления о сокращении области аккредитации, заявления о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, заявления о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, заявления о выдаче аттестата аккредитации на бумажном носителе, заявления о выдаче дубликата аттестата аккредитации, заявления о прекращении действия аккредитации».
8. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://fsa.gov.ru/index/staticview/id/322/> (02.04.2015 г.).

Сведения об авторах: Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: levege@mail.ru;
Кузнецова Оксана Владимировна, доцент, e-mail: oksi304@yandex.ru;
Докучаева Антонида Викторовна, доцент, e-mail: nida11@mail.ru;
Торба Анастасия Сергеевна, e-mail: torbinskaya@mail.ru;
Языков Роман Олегович, e-mail: roma125-95@mail.ru.

УДК 664.951

Л.Б. Гусева, Н.Л. КорниенкоДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ
И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ**

Представлена информация по трактовке и корректировке термина «биологическая ценность» продуктов питания.

Выполнены анализ и систематизация литературного материала, характеризующие основные направления повышения биологической ценности рыбных продуктов, в том числе и кулинарных.

Приведена сравнительная оценка позитивных аспектов различных способов повышения биологической ценности рыбных продуктов.

Ключевые слова: обзорный материал, рыбное сырье, нерыбные компоненты, биологическая ценность, термины, систематизация.

L.B. Guseva, N.L. Kornienko**BIOLOGICAL VALUE OF FISH PRODUCTS AND HOW TO IMPROVE**

The information on the treatment and correction of the term «biological value» of foods.

Performed the analysis and systematization of literary material, characterizing the basic directions of increase of biological value of fish products, including cooking.

A comparative assessment of the positive aspects of different ways to improve the biological value of fish products.

Key words: review material, raw fish, non-fish components, biological value terms, systematization.

Введение

Проблема питания является одной из самых важных проблем человечества за всю историю его развития. Это объясняется тем, что с пищей поступают вещества, необходимые для обеспечения всех видов жизнедеятельности человеческого организма [1].

Существует мнение, что за последние десятилетия в силу различных объективных причин произошло резкое снижение потребления биологически ценных продуктов питания – источников полноценных белков, витаминов и минеральных веществ, эссенциальных жирных кислот – при одновременном относительно высоком уровне потребления высокоэнергетических продуктов [2].

В результате имеет место нарушение пищевого статуса и глубокий дефицит незаменимых элементов в повседневном рационе, что приводит к функциональным расстройствам работы человеческого организма в целом. Один из путей ликвидации дефицитных состояний (витаминовой, минеральной недостаточности, анемии, дефицита йода) и повышения резистентности организма к неблагоприятным факторам среды – систематическое употребление продуктов питания, обогащенных комплексом биологически активных добавок с широким спектром терапевтического действия [3]. Таким образом, научно-технические исследования, в том числе теоретического плана, направленные на изыскание технологических способов повышения биологической ценности рыбных продуктов, представляются актуальными и практически значимыми.

Известно, что рыба относится к сырью с высоким содержанием полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ, витаминов. Однако в натуральном виде ее нельзя отнести к сбалансированным продуктам питания, полностью удовлетво-

ряющим потребность человека в пластических веществах и энергии [9]. Следует отметить, что, по мнению современных ученых, создание полностью сбалансированного продукта питания по всем показателям невозможно в принципе. Исходя из этого, современные научно-технические разработки в данной области направлены преимущественно на корректировку отдельных составляющих биологической ценности, которые ведут к повышению биологической ценности продукта в целом. Видимо поэтому информация по повышению биологической ценности рыбных продуктов, несмотря на ее значимость, носит разрозненный и частично фрагментарный характер, что ограничивает возможность ее практического и теоретического использования.

Цель данной работы – систематизация научно-технической информации, направленной на изучение общих закономерностей процессов повышения биологической ценности кулинарных рыбных продуктов.

Результаты исследований

Проектирование новых видов продуктов питания предполагает необходимость наличия четких определений, характеризующих заданные свойства рыбных продуктов, в том числе понятия «биологическая ценность». Однако в научно-исследовательской литературе это понятие трактуется неоднозначно.

Так, например, по словарю терминов В.З. Тарантула *биологическая ценность* (biological food value) [греч. bio(s) – жизнь и logos – понятие, учение] – это степень соответствия состава пищи потребностям организма в факторах питания (напр., в аминокислотах, белках, жирах). При этом автор считает, что биологическая ценность продуктов в значительной мере определяется качеством белкового компонента пищи, связанным со сбалансированностью его аминокислотного состава, а также способностью его максимально перевариваться, усваиваться и использоваться организмом [4].

Согласно методическим рекомендациям Роспотребнадзора *биологическая ценность пищевого продукта* – это совокупность особенностей химического состава пищевого продукта, определяемых содержанием незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, микронутриентов и других минорных компонентов пищи, пищевых волокон и т.п. [5].

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 *биологическая ценность* – это показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка [6].

Имеют место также нечеткие определения, которые фактически подменяют определение биологической ценности понятием ценности физиологической. Например, *биологическая ценность* характеризуется так же, как комплекс свойств пищевых продуктов, отражающий степень соответствия их состава потребностям организма в основных биологически активных веществах [7].

Исходя из этого, в данной работе *биологическая ценность* кулинарных рыбных продуктов трактуется как *комплексный показатель качества, отражающий количество и биологическую ценность отдельных компонентов в пищевых продуктах*.

В соответствии с постулатом, выдвинутым Н.Н. Липатовым, пищевые продукты, адекватные традиционным по органолептическим показателям и структурным формам, должны быть скомбинированы из отдельных составляющих таким образом, чтобы в организме человека обеспечивалось поддержание условного оптимального материального и энергетического баланса. Такие изделия относятся, по определению автора, к комбинированным продуктам третьего поколения [8].

Этот постулат, выдвинутый Н.Н. Липатовым в конце прошлого века, используется в качестве теоретической основы при проектировании современных кулинарных рыбных продуктов через нутрициологический подход.

Анализ литературных данных, характеризующих способы повышения биологической ценности путем реализации нутрициологического подхода, предполагает возможность рассматривать все компоненты, которые вводятся в полуфабрикат как нутриенты, обладающие собственной биологической ценностью.

Уровень и характер биологической ценности отдельных нутриентов зависит от их происхождения, вида и способа предварительной обработки (натуральные продукты, концентраты, изоляты и т.д.). Исходя из этого, в качестве критерия при систематизации литературных данных использовали эти свойства нутриентов. В соответствии с этим подходом выделены следующие основные технологические направления повышения биологической ценности кулинарных рыбных продуктов:

- создание поликомпонентных продуктов;
- создание комбинированных продуктов растительного и животного происхождения и продуктов их переработки;
- введение индивидуальных биологически ценных компонентов;
- математическое моделирование.

Создание поликомпонентных продуктов. Согласно литературным данным основным направлением в области рыбной кулинарии является создание поликомпонентных продуктов, отличающихся широким спектром органолептических свойств и повышенной пищевой и биологической ценностью [10].

В состав поликомпонентных продуктов питания должны входить питательные вещества шести классов: вода, белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества, поскольку вещества каждого из указанных классов играют свою особую роль в биологической ценности рыбных продуктов [10].

Этот подход реализуется преимущественно путем использования в рецептуре готовых продуктов, двух и более видов рыбного сырья. Однако при этом, как правило, наблюдается нивелирование оригинальных органолептических свойств, характерных для отдельных рыб, входящих в рецептуру готового продукта [11].

Создание комбинированных продуктов. В мировой практике одним из распространённых способов корректировки состава биологически ценных рыбных продуктов стало комбинирование рыбного сырья с нерыбными компонентами растительного и животного происхождения, которые обеспечивают возможность повышения биологической ценности готового продукта сразу по нескольким составляющим биологической ценности.

В качестве *растительных компонентов* в основном используют бобовые и злаковые культуры, овощи и продукты их переработки (крупы, мука, проростки).

Биологическая ценность растительных компонентов исключительно разнообразна и зависит от их вида. Так, бобовые и злаковые культуры – основные источники растительного белка, пищевых волокон, витаминов, минеральных элементов. Жиры зернобобовых и бобовых относятся к биологически ценным, так как в их состав входят эссенциальные жирные кислоты (линолевая, линоленовая), витамин Е, а также фосфолипиды, в том числе лецитин. Для всех зерновых характерно низкое содержание лизина [12]. Применение ботвы столовой свеклы в качестве рецептурного компонента является эффективным для создания фаршевых изделий специализированного назначения для профилактики железодефицитных состояний, которые являются причиной возникновения болезней крови и кроветворных органов [13].

Широко распространено использование овощных культур (капуста, морковь, картофель, лук, свекла и т.д.). Отличие химического состава этих растительных компонентов заключается в повышенном содержании таких групп веществ, как минеральные и органические кислоты, соли и витамины, которые относятся к биологически ценным веществам. Кроме того, они содержат натуральные волокна, что позволяет более полно удовлетворить потребность

человеческого организма в регуляторных веществах, улучшить структуру и органолептические показатели рыбных полуфабрикатов [14].

Наполнитель из муки круп (10–12 % от массы филе рыбы) значительно повышает влагоудерживающую способность фарша, увеличивает выход изделий, повышает пищевую ценность и улучшает органолептические свойства готовых изделий [2].

Следует отметить, что в рассмотренной литературе авторы характеризуют влияние нерыбных компонентов на биологическую ценность через их физиологическое воздействие на продукт.

В качестве *компонентов животного происхождения* широко применяют молочные продукты, куриные яйца, субпродукты, икру и молоки рыб. Биологическая ценность растительных компонентов исключительно разнообразна, например, белки компонентов животного происхождения отличаются не только большим содержанием, но и лучшим соотношением аминокислот [12].

Молочные продукты содержат не только полноценные белки, но и хорошо усвояемые соли кальция и фосфора. Также в качестве обогатителей рыбных продуктов используют вторичные продукты переработки молока – обраты, казеинаты [2].

Для профилактики и лечения железодифицитной анемии пищевые продукты обогащают альбумином пищевым в сочетании с печенью цыплят, кровью пищевой, железосодержащими субпродуктами (печень, сердце) [2].

Фракционный состав липидов рыбной икры представлен фосфолипидами, моноглицеридами и диглицеридами, также в липидах икры высокий уровень содержания полиненасыщенных жирных кислот, в том числе эйкозапентаеновой и докозагексаеновой [2].

Распространено *введение индивидуальных биологически ценных компонентов*, таких как макро- и микронутриенты, витамины, соли, биологически активные добавки.

Витамины и антиоксиданты, к которым относят витамины А, С, Е, группы В и провитамин А *β*-каротин, вносимые в состав пищевых продуктов в виде премиксов, концентратов, участвуют в метаболизме, укрепляют иммунную систему организма, замедляют процессы окисления ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов, путем взаимодействия с кислородом, а также разрушают уже образовавшиеся пероксиды [15].

Для обогащения рыбных продуктов применяют пектин и *β*-каротин, которые способствуют выведению из организма человека радионуклидов, а *β*-каротин также повышает адаптацию организма к стрессам, защищает ДНК от канцерогенного воздействия [19].

Добавление йодированной соли в рыбную продукцию позволяет получить продукт с органическим носителем йода и обеспечить гарантированную дозу алиментарного йода в рационе человека [17].

Разработана технологическая схема получения нового кулинарного продукта на основе хитозан-нуклеинового гидролизата, полученного из молок лососевых [16].

Применяют биологически активные добавки из морского сырья (ДНК и тинростим) [20].

Применение математической обработки

В настоящее время прогрессивным способом решения проблемы практической реализации нутрициологического подхода считается также использование математических методов для проектирования пищевых продуктов с заданными свойствами.

Исключительная вариабельность кулинарных рыбных продуктов и обеспечивающих эти свойства технологических приемов предполагает необходимость компьютеризации научных исследований, которая включает в себя создание банка данных и разработку математических моделей взаимосвязи переменных величин и свойств продуктов. В настоящее время имеют место отдельные научно-исследовательские работы по этой тематике. Так, для обеспечения «новых видов фаршевых и рыборастворительных продуктов создан блок элек-

тронных данных и компьютерная экспертная система, позволяющая сбалансировать новые виды продуктов по основным пищевым компонентам и отобрать лучшие рецептурные композиции» [18].

Анализ научно-технической и патентной информации о современном подходе к разработке рецептур функциональных пищевых продуктов и продуктов повышенной пищевой ценности подтверждает преимущества комбинированного подхода к выбору сырья с целью взаимного дополнения лимитирующих биологическую ценность аминокислот, липидов, в том числе полиненасыщенных жирных кислот, и других жизненно важных нутриентов.

Заключение

Таким образом, в настоящее время повышение биологической ценности готовых продуктов – одно из основных направлений развития рыбной отрасли. Наиболее распространенные пути повышения биологической ценности: внесение биологически активных веществ, добавок, микронутриентов; использование в рецептуре готового продукта рыбного сырья с повышенной биологической ценностью, внесение природных нерыбных компонентов, обладающих высокой биологической ценностью. Следует отметить, что именно технология кулинарных рыбных продуктов из измельченной мышечной ткани представляет неограниченные возможности повышения биологической ценности, поскольку предполагает возможность равномерного распределения вводимых компонентов по объему полуфабриката, что увеличивает эффективность технологического использования нерыбных компонентов.

Список литературы

1. Покровский, А.А. Политика здорового питания / А.А. Покровский и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 339 с.
2. Васютова, А.Т. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А.Т. Васютова, Т.В. Пешкова // Изв. вузов. Пищ. технология. – 2011. – № 2–3. – С. 11.
3. Коновалов, К.Л. Растительные пищевые композиты полифункционального назначения / К.Л. Коновалов // Изв. вузов. Пищ. пром-сть. – 2010. – № 7.
4. Тарантул, В.З. Толковый биотехнологический словарь. Русско-английский / В.З. Тарантул. – М.: Языки славянских культур, 2009. – 936 с.
5. Методические рекомендации «Гигиеническая оценка рационов питания обучающихся (воспитанников)», утв. Руководителем Управления Роспотребнадзора по городу Москве и директором НИИ гигиены детей и подростков НЦЗД РАМН 25.02.2008.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
7. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://tehnologist.ru/poleznaya-informacziya/pishhevaya-i-biologicheskaya-czennost>.
8. Липатов, Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н.Н. Липатов. – М., 1993.
9. Байдалинова, Л.С. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова. – М.: МИР, 2006.
10. Абрамова, А.П. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья / А.П. Абрамова. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.
11. Гусева, Л.Б. Эмоциональная ценность кулинарных рыбных продуктов из измельченной мышечной ткани / Л.Б. Гусева, В.Д. Богданов // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 3.

12. Коновалов, К.Л. Растительные пищевые композиты полифункционального назначения / К.Л. Коновалов, М.Т. Шульбаева // Пищ. пром-сть. – 2010. – № 7.
13. Кургузова К.С. Исследование эффективности применения ботвы столовой свеклы в производстве фаршевых изделий специализированного назначения / К.С. Кургузова, Г.М. Зайко // Науч. журн. Новые технологии. – 2013.
14. Лаптева, Н.Г. Влияние сухих овощных добавок на свойства рубленых полуфабрикатов / Н.Г. Лаптева, М.И. Елисеева, Е.П. Сучкова // Науч. журн. Современные наукоемкие технологии. Российская Академия Естествознания. – 2008. – № 8.
15. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами. Научные подходы и практические решения / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский // Пищ. пром-сть. – 2003. – № 3. – С. 10–16.
16. Полещук, Д.В. Разработка технологии функциональных продуктов из молок лососевых / Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, Ю.М. Гафуров // Изв. ТИПРО. – 2013. – Т. 175.
17. Голикова, Е.Н. Йодированная соль в качестве пищевой добавки в рыбную продукцию / Е.Н. Голикова, М.Д. Мукатова // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. – 2010. – № 2.
18. Золотокопова, С.В. Моделирование рецептур рыбоовощных фаршевых изделий из малоценных видов рыб / С.В. Золотокопова // Изв. вузов. Пищ. технология. – 2007. – № 3. – С. 95–97.
19. Лисовой, В.В. Состояние и перспективы производства комбинированных и формованных продуктов на основе рыбного сырья / В.В. Лисовой, Е.Е. Иванова // Изв. вузов. Пищ. пром-сть. – 2009. – № 5. – С. 16–17.

Сведения об авторах: Гусева Лариса Борисовна,
кандидат технических наук, профессор;
Корниенко Надежда Леонидовна, аспирант.

УДК 639.211.597.1.05

Н.Н. Ковалев, Р.В. Есипенко, А.Н. КовалевДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**К ВОПРОСУ О ФРАКЦИОННОМ СОСТАВЕ БЕЛКОВ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ**

Проведено исследование фракционного состава белков пучка мягких тканей спизулы сахалинской. Показано, что основным компонентом пучка тканей являются щелочерастворимые белки. Проведено сравнение состава белков ноги и пучка мягких тканей. Определены рациональные режимы обработки пучка мягких тканей, повышающие выход растворимых белков и вызывающих деструкцию коллагена.

Ключевые слова: спизула, мягкие ткани, фракционный состав, белок, ультразвук, коллаген.

N.N. Kovalev, R.V. Esipenko, A.N. Kovalev**PROTEINS FRACTIONAL COMPOSITION OF SPISULA SAKHALINENSIS**

The beam and soft tissues of proteins fractional composition of spisula sakhalinensis was studied. It is shown that the main component of the beam tissues are dilacerations proteins. The comparison of the proteins of feet and beam soft tissues was carried out. The rational modes of ultrasonic processing of soft tissue increases the yield of soluble protein and soluble collagen.

Key words: spisula sakhalinensis, proteins, fractional composition, ultrasonic processing, collagen.

Введение

В последние годы в прибрежной зоне Дальнего Востока заметно активизировалась добыча беспозвоночных, в том числе двустворчатых моллюсков. Причем в промысел вовлекаются не только известные, но также малоизученные (спизула) и новые виды (анадара, корбикула) зарывающихся двустворчатых моллюсков. Спизула сахалинская – один из доминирующих видов инфаунных моллюсков верхней сублиторали побережья Приморья. Основные ресурсы вида сосредоточены в зал. Петра Великого – 12101 т и у берегов Северного Приморья – 841 т [1].

В силу своеобразного белкового, витаминного и минерального состава двустворчатых моллюсков относят к числу ценных промысловых объектов. Мышечные ткани моллюсков отличаются высокой пищевой ценностью и содержат природные регуляторы функций органов и систем организма человека. Доказано, что постоянное употребление моллюсков позволяет достаточно быстро восполнить дефицит эссенциальных веществ, повысить сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обеспечивая тем самым высокий уровень здоровья и продление жизни человека [2].

Активный лов спизулы в прибрежных водах Приморья был возобновлен в 2000 г. Спизула практически полностью экспортируется в живом виде в страны АТР, где пользуется большим спросом.

Во многих странах мира двустворчатые моллюски употребляются в пищу в сыром и реже в консервированном виде. В России добывают только несколько видов двустворчатых моллюсков (устрица, гребешок, мидия), которые в основном направляют на изготовление консервов и в небольшом количестве используют для приготовления пресервов.

Технологические способы обработки моллюсков отличаются трудоемкостью и большими технологическими потерями, так как из всей массы мягких тканей используют, как правило, только двигательный мускул. Низкий выход готовой продукции, невысокая рентабельность производства, большой объем не утилизируемых отходов обуславливает необходимость решения ряда экономических, технологических и экологических вопросов.

Все вышеизложенное снижает интерес предпринимателей к переработке двустворчатых моллюсков.

Переработка спизулы на предприятиях Дальнего Востока практически отсутствует. Это объясняется тем, что до настоящего времени свойства спизулы как сырья для изготовления пищевой продукции мало исследованы, что обуславливает необходимость обоснования комплексной технологии ее переработки.

Одним из путей повышения эффективности переработки моллюсков является вовлечение мантии и аддуктора, т.е. всего пучка мягких тканей моллюска, в производство продуктов в виде пищевых добавок и/или БАД к пище. Использование для производства такой продукции спизулы требует детального исследования белкового и аминокислотного состава сырца.

Целью настоящего исследования являлось определение влияния на экстрактивность белков различных режимов обработки ультразвуком пучка мягких тканей двустворчатого моллюска спизулы сахалинской.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлся пучок мягких тканей спизулы (*Spisula sachalinensis*), заготовленной в сентябре 2014 г. у побережья Северного Приморья. Фракционный состав белков спизулы исследовали по А.А. Лазаревскому [3]. Ультразвуковую обработку пучка мягких тканей моллюска проводили на аппарате УЗТА-0,15/22-О, при частоте колебаний 22 кГц. Концентрацию растворимых белков определяли по методу Лоури. Содержание коллагена определяли по А. А. Лазаревскому [3].

Результаты и их обсуждение

Ранее было показано, что химический состав тканей спизулы сахалинской зависит от района вылова и от вида ткани. Выявлено, что в мягких тканях доля белка изменяется от 13,9 до 20,2 %, а углеводов – от 1,4 до 6,5 %. Содержание липидов в мягких тканях составляет около 1 %. Установлено, что мягкие ткани моллюска (нога, мантия с аддуктором) отличаются повышенным содержанием небелковых азотсодержащих веществ (740 мг/100 г) [4]. У двустворчатого моллюска спизулы сахалинской доля съедобных частей (нога, мантия) колеблется от 10,9 до 27 % [5].

Количество липидов в мышечных тканях спизулы, как и у других видов моллюсков, не превышает 1 %. В липидах спизулы преобладают ненасыщенные жирные кислоты, содержание которых достигает 71–79 % [6] от суммы жирных кислот.

Отличительной особенностью мягких тканей спизулы является высокое содержание углеводов. Их массовая доля в мягких тканях спизулы достигает 6,5 % [7]. Доля небелкового азота в азотсодержащих веществах достигает в ноге спизулы 32,3 %. Содержание свободных аминокислот в мышечных тканях спизулы достигает 6 %. Среди них преобладает таурин, массовая доля которого доходит до 41 % от всех аминокислот. Содержание таурина, аланина и глицина составляет до 89 % от общего количества свободных аминокислот [8].

Белки мышечных тканей спизулы являются полноценными, так как содержат все незаменимые аминокислоты. Однако при разработке технологии переработки моллюска следует учитывать особенности фракционного состава белков. Фракционный состав белков спизулы показывает (таблица), что в ноге и пучке мягких тканей преобладающей фракцией является щелочерастворимая. В то же время сравнительный анализ фракционного состава свидетельствует, что доля солерастворимых белков в пучке мягких тканей несколько выше, чем в ноге. Более высокое содержание водорастворимых белков в ноге спизулы свидетельствует о более высоком содержании в этой ткани саркоплазматических белков по сравнению с тканями мантии и мускула-замыкателя, входящих в состав пучка мягких тканей. Выявленные различия могут быть также объяснены различием содержания коллагена, массовая доля которого в общей массе белков ноги спизулы достигает 5 %.

Фракционный состав белков тканей спизулы сахалинской, % от суммы общего белка
Fractional proteins composition of *Spisula sachalinen* tissues, % of total protein

Ткань	Водорастворимые	Солерастворимые	Щелочерастворимые
Нога*	31	20	41
Пучок мягких тканей	20	26	54

* Данные по: Богданов, Глазунова, 2014.

В пищевой промышленности ультразвук применяют, как правило, для изменения реологических свойств сырья и продуктов из него, а также для стерилизации, пастеризации и дезинфекции продуктов. Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности обеспечивает значительное ускорение процессов, протекающих между двумя или несколькими неоднородными средами. Основными эффектами действия ультразвука являются гомогенизация, повышение экстрагируемости компонентов тканей, эмульгирование, деполимеризация.

Применение ультразвуковых колебаний позволяет улучшить качество мяса и рыбы, а также ускорить процессы их обработки вследствие механического разрушения волокон мышечной и соединительной тканей. Способы обработки ультразвуком нашли применение в технологии посола рыбы и извлечения жира [9].

В то же время применение ультразвука в технологии животного сырья с высоким содержанием коллагена ограничено негативным влиянием повышения температуры в процессе обработки и, как следствие, денатурации нативных компонентов тканей.

Растворимость белков зависит от способа и режимов их выделения, сушки и хранения.

Это свойство более чем другие физико-химические характеристики чувствительно к изменению фракционного состава белка, степени его денатурации, деструкции и модификации. Растворимость широко используют как первичный показатель качества пищевого белка. Растворимость белка обуславливает реологические и другие физико-химические характеристики белоксодержащих пищевых систем. Растворимость белка обычно исследуют в широком диапазоне pH, концентрации солей и характеризуют кривыми зависимостей растворимости от этих переменных, называемыми профилями растворимости белка. Для оценки растворимости белка исследуют экстракцию белка или же его осаждение [10]. По растворимости мышечные белки подразделяют на водорастворимые (саркоплазматическая фракция), солерастворимые (миофибриллярные белки) и белки стромы (коллаген и эластин), не растворимые в водно-солевых растворах. Белки стромы можно извлечь щелочными растворами, поэтому их часто называют щелочерастворимой фракцией мышечной ткани [11].

Известно о значительном содержании щелочерастворимых белков в некоторых тканях (мантия, нога) двустворчатых моллюсков. Изучение фракционного состава белков двустворчатых моллюсков способствовало разработке технологий пресервов и консервированной продукции.

Проведенные исследования показали, что экстрактивность белка водой из пучка мягких тканей (без обработки ультразвуком) составляла 0,2 мг из 1 г ткани.

Анализ полученных экспериментальных данных показал (рис. 1), что при гидромодуле (1 : 1) экстрактивность белка из тканей возросла практически в 2,5 раза. Причем повышение экстрактивности не зависело от времени обработки исходной ткани.

Увеличение жидкой фазы гомогената ткани (гидромодуль 1 : 2) практически не оказывало влияния на экстрактивность белка после обработки ткани в течение 5 и 10 мин.

Увеличение продолжительности обработки гомогената ткани ультразвуком до 15 мин сопровождалось снижением экстрактивности белка на 40 % по сравнению с образцом, подвергшимся обработке в течение 5 мин. Дальнейшее количественное увеличение жидкой фазы (гидромодуль 1 : 3) при кратковременной ультразвуковой обработке (5 мин) не оказывало влияния на экстрактивность белка. Увеличение времени обработки оказывало негативное

влияние на экстрактивность белка. Так, переход белка в раствор после обработки гомогената ткани ультразвуком в течение 10 и 15 мин снижался на 60 и 55 %, соответственно, по сравнению с кратковременной обработкой.

Проведенные нами исследования показали, что содержание коллагена в пучке мягких тканей спизулы составляет 26,4 % и превышает таковое в тканях ноги в 5 раз. Известно, что обработка ультразвуком тканей влияет на конформационный и фракционный составы структурных белков тканей. Нами проведено исследование влияния обработки пучка мягких тканей спизулы ультразвуком различной продолжительности на растворимость коллагена моллюска (рис. 2).

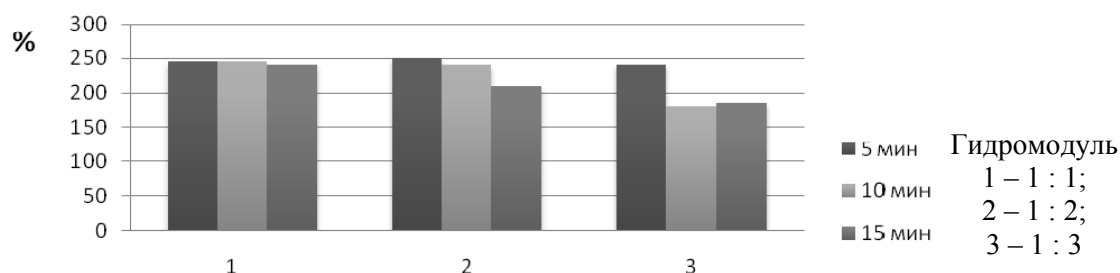


Рис. 1. Влияние ультразвука на экстрактивность белка из мягких тканей спизулы при различных гидромодулях и времени обработки (за 100 % принят выход белка в раствор при соотношении вода : ткань = 1 : 1, без обработки ультразвуком)

Fig. 1. The effect of ultrasonic on protein extract from Spisula soft tissues at different water ratios and processing time (for 100 % passed the yield of protein in a solution at a ratio of water : tissue = 1 : 1, without ultrasonic treatment)

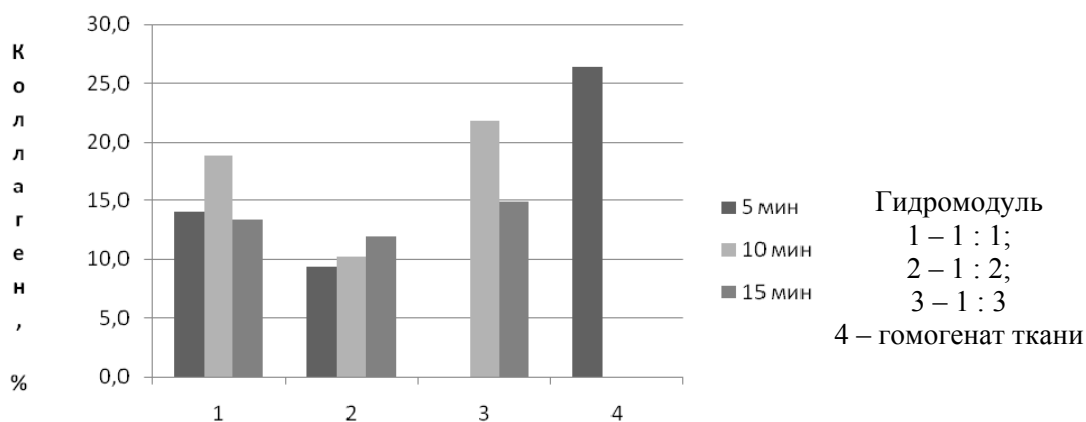


Рис. 2. Влияние на растворимость коллагена спизулы ультразвуковой обработки различной продолжительности при различных гидромодулях

Fig. 2. Effect of collagen Spisula solubility by ultrasonic treatment of varying duration at different water ratios

Результаты исследования показывают, что наибольшее количество растворимого коллагена определяется в образцах разбавленных гомогенатов пучка мягких тканей (гидромодуль 1 : 3) при длительном времени обработки (15 мин). Наименьшее количество коллагена определяется в образцах, полученных при гидромодуле 1 : 2 и времени обработки 10 мин. По-видимому, столь явные различия количественного содержания коллагена в исследованных образцах можно объяснить степенью гидратированности коллагеновых структур и, во-вторых, возможной степенью тепловой денатурации.

При прохождении ультразвука даже небольшой интенсивности (частота 1 МГц) в тканях животного происхождения в результате значительного ускорения частиц возникает ряд

механических и физико-химических явлений, в первую очередь разрыв фибрилл ткани (при поперечном движении ультразвуковой волны), вследствие чего образуются пустоты. Это может быть связано с особенностями строения соединительной ткани моллюска, представляющей собой волокнисто-подобную матрицу конгломерата гетерополисахаридов, связанных с белком, в которых глюкозаминогликаны играют роль цементирующего материала, расположенного между слоями волокон коллагена. Наиболее вероятной причиной разрушения ткани является механическое смещение клеток, содержимое которых увеличивается с ростом интенсивности и уменьшением частоты ультразвуковой волны.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование показало, что ультразвуковая обработка гомогената тканей спизулы сахалинской способствует значительному повышению экстрактивности белков. Рациональными режимами обработки следует считать гидромодули 1 : 1 и 1 : 2, время обработки 5–10 мин. Разрушение коллагеновых структур наиболее интенсивно происходит при гидромодуле 1 : 3 и времени ультразвуковой обработки 10 мин.

Список литературы

1. Соколенко, Д.А. Распределение и ресурсы спизулы сахалинской *spisulasachalinensis* в прибрежных водах Приморья / Д.А. Соколенко, Л.Г. Седова // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 55–75.
2. Аюшин, Н.Б. Азотистые экстрактивные вещества в тканях дальневосточных моллюсков / Н.Б. Аюшин, И.П. Петрова, Л.М. Эпштейн // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 52–56.
3. Лазаревский, А.А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности / А.А. Лазаревский. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 518 с.
4. Киселев, В.В. Технохимическая характеристика спизулы сахалинской залива Петра Великого / В.В. Киселев, Н.М. Купина // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 140. – С. 322–328.
5. Кизеветтер, И.В. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизеветтер. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 416 с.
6. Zhukova N.V., Svetashev V.I. Non-methylene-interrupted dienoic fatty acids in mollusks from the Sea of Japan // Comparative Biochemistry and Physiology. – 1986. – Vol. 83B. – № 3. – P. 643–646.
7. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. – М.: ВНИРО, 1999. – 26 с.
8. Богданов В.Д., Глазунова Е. В. Способ производства формованных изделий из морских моллюсков : пат. Рос. Федерация. – № 2505240. – 2014. – Бюл. № 3.
9. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.
10. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – С. 382–285.
11. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

Сведения об авторах: Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;
Есипенко Роман Владимирович, инженер, старший преподаватель, e-mail: azt@bk.ru;
Ковалев Алексей Николаевич, студент, e-mail: ankovalev95@mail.ru.

УДК664.951

С.Н. Максимова, Е.В. Суровцева, Д.В. Полещук, Е.В. Федосеева

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

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Рассматриваются перспективы расширения ассортимента продуктов для здорового питания за счет разработки новых технологий из водных биологических ресурсов на примере дальневосточных лососевых.

Ключевые слова: здоровое питание, молоки лососевых рыб, технология, пресервы, гидролизат, нуклеиновый материал, хитозан, альгинат натрия.

S.N. Maksimova, E.V. Syrovceva, D.V. Poleschuk, E.V. Fedoseeva

FUNCTIONAL PRODUCTS FROM WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF THE FAR EAST FOR HEALTHY FOOD

Prospects of expansion of the range of products for healthy food due to development of new technologies from water biological resources on the example of the Far East salmon are considered.

Key words: healthy food, milts of salmons, technology, preserved food, hydrolyzate, nucleic material, hitosan, sodium alginate.

Нарушения в структуре питания человека, обусловленные научно-технической революцией и нежелательными изменениями состояния окружающей среды, выдвигают перед пищевой промышленностью в качестве первоочередной задачи обеспечение населения безопасными и высококачественными продуктами здорового питания [1].

Быстро и эффективно осуществить коррекцию пищевого статуса возможно путем использования функциональных пищевых продуктов. Разработка принципов создания таких продуктов является приоритетным направлением современной науки о здоровом питании населения, поскольку главным критерием, позволяющим относить продукты питания к категории функциональных, является улучшение здоровья человека [2].

Концепция функционального питания разрабатывалась японскими, а позднее американскими и европейскими учеными. Система FOSHU – Foods for Specific Health Use (продукты особого применения для здоровья), утвержденная в 1991 г., является попыткой установить систему официального одобрения функциональных продуктов питания. В «Научной концепции функциональных продуктов питания в Европе» (Scientific Concepts of Functional Food in Europe) подчеркнуто, что у пищевой индустрии появилась уникальная возможность улучшить здоровье населения за счет организации производства и вывода на рынок продуктов функционального питания.

Развитие производства функциональных продуктов в России рассматривается как результат реализации Концепции государственной политики в области здорового питания на период до 2020 г. В последние годы российские производители ориентированы на производство продуктов, полезных для здоровья человека. Так, в нашей стране постепенно формируется рынок функциональных продуктов, среди которых активнее всего растут такие сегменты продуктов, как кисломолочные, хлебобулочные и зерновые.

Однако известно, что водные биологические ресурсы являются физиологически ценным сырьем для получения функциональных продуктов, поскольку они содержат значительное

количество различных биологически активных веществ и при рациональной обработке способны сохранить свою функциональную эффективность в готовом продукте.

На Дальнем Востоке ценным объектом являются лососевые виды рыб, а также вторичные продукты их переработки – молоки. Традиционно дальневосточные лососевые служат сырьем для производства соленых, копченых, сушеных продуктов, пресервов и консервов. Молоки этих видов рыб в основном реализуются в мороженом виде и используются для получения кулинарных изделий.

Применение щадящих технологий, исключающих использование высоких температур, позволяет сохранить нативные свойства этого ценного сырья при производстве пресервов из молок лососевых. Новые полезные низкокалорийные продукты содержат растительные компоненты (морковь, лук, перец, чеснок, лимон), усиливающие функциональные свойства готовой продукции [3]. Пресервы из молок лососевых в различных соусах и заливках отличаются достаточно высоким содержанием белка, липидов, углеводов, минеральных веществ, витаминов группы В, Е, РР, Д. В результате технологической обработки в готовом продукте имеет место увеличение сбалансированности незаменимых аминокислот (изолейцина, лейцина, фенилаланина+тирозина, треонина, валина) в белке, что соответствует статистически обоснованному эталону, согласно рекомендуемым нормам потребления.

На основании результатов исследования жирно-кислотного состава липидов пресервов установлено, что пресервы отличаются стабильно высоким содержанием полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, соотношение содержания ПНЖК омега-6 и ПНЖК омега-3 составляет низкую величину – 0,06, что является положительным диетическим фактором, способствующим профилактике ряда сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний при регулярном потреблении данного продукта [4].

При посоле и в процессе производства пресервов из молок лососевых количественное содержание ДНК в них практически не изменяется по сравнению с исходным сырьем и составляет 5,61–5,9 % в зависимости от рецептуры.

Биологическая эффективность пресервов «Молоки кеты в ароматизированном масле», «Молоки горбуши в икорном соусе», «Молоки горбуши с овощами в душистой заливке», «Молоки кеты с морской капустой в белом соусе», «Молоки горбуши с грибами в лимонном соусе» подтверждена высокими показателями относительной биологической ценности исследуемых пищевых систем, которые составляют 93,5–98,35, что выше, чем у пресервов из мышечной ткани рыб лососевых (75,8–83,2) [5].

Путем ферментативного гидролиза молок лососевых ферментным препаратом «Коллагеназа» при температуре до 40 °С получен гидролизат, содержащий нуклеиновый материал высокой физиологической эффективности с содержанием широкого спектра аминокислот (16 наименований), в состав которого входят нуклеотиды, необходимые для образования полиэлектrolитного комплекса с хитозаном, нуклеозиды, олигонуклеотиды. Для комплексообразования с нуклеиновым материалом использован водорастворимый хитозан молекулярной массой 55 кДа, пригодный для функционирования биополиэлектrolитов (нуклеиновых кислот), обладающий способностью образовывать полиэлектrolитные комплексы с выраженной трансфекционной активностью.

Следует отметить, что хитозан рассматривают как соединение с высокой медико-биологической активностью, как энтеросорбент для выведения жиров, желчных кислот, тяжелых металлов, токсинов, электrolитов и радионуклидов.

Гидролизат, обогащенный хитозаном, может рассматриваться как полуфабрикат для производства широкого ассортимента продуктов функционального питания (кулинарные продукты и пресервы) [6].

Обоснован ассортимент и технологии пищевых функциональных продуктов с использованием хитозан-нуклеинового гидролизата в исходном и концентрированном состояниях.

Разработаны технологические схемы и обоснованы технологические операции функциональных продуктов пудинг «Морской» и рулет «Нептун», сроки хранения которых при температуре 4 ± 2 °С составляют соответственно 30 и 10 сут. Совершенствование технологии аналоговой икорной продукции, предполагающей использование в качестве биоматериала гидролизат, позволило также повысить физиологическую ценность готового продукта [7–8]. Разработанные продукты содержат функциональные ингредиенты (хитозан и нуклеиновый материал), мг/100 г: 300 и 530 – пудинг «Морской»; 250 и 440 – рулет «Нептун», 500 и 895 – аналог икры [6].

Разработанная технология пресервов из молок лососевых рыб с содержанием поваренной соли не более 3,5 % предусматривает использование в качестве заливки хитозан-нуклеинового гидролизата, влияющего на ферментативную активность пищевой системы, усиливающего природные свойства молок и функциональную направленность готового продукта, что соответствует требованиям здорового питания [9].

Другой прием получения функциональных продуктов – целевое внесение функциональных ингредиентов.

Для придания продуктам из водных биологических ресурсов дополнительных полезных свойств разработаны технологии включения в состав традиционной продукции многопрофильных добавок хитозана и альгината натрия. Данные добавки характеризуются как безвредные и обладающие физиологической активностью. При этом оба полисахарида могут быть применены одновременно как технологические компоненты для регулирования структуры продуктов питания. Хитозан дополнительно предохраняет от порчи и продлевает сроки хранения готового продукта [10].

Разработанные технологии продуктов из дальневосточных лососевых с использованием хитозана нашли практическое применение при производстве следующих видов продукции: «Малосоленые лососевые с хитозаном» и «Палочки лососевые сушеные с хитозаном», которые по содержанию функциональных ингредиентов можно отнести к функциональным [11]. Обоснован выбор рациональных характеристик хитозана по комплексу его технологических свойств: в малосоленой продукции из лососевых рыб – водорастворимый гидрохлорид хитозана молекулярной массой 55 кДа в твердофазном состоянии, в палочках лососевых сушеных – высокомолекулярный хитозан 588 кДа в виде 2%-го уксусно-кислого раствора. Оптимальная концентрация полимера для готовых продуктов – 0,3 % сухого вещества, при этом показано, что для повышения биологической ценности рыбных продуктов рациональная концентрация полимера составляет 0,1–0,3 % [11].

Хитозан и альгинат натрия использованы также в производстве консервов гомогенной и гетерогенной структуры, аналоговой кулинарной продукции на основе других видов водных биологических ресурсов Дальнего Востока (крабов, ламинарии). Обосновано и экспериментально подтверждено *in vivo* выраженное липотропное действие хитозана и его комплекса с другими добавками в составе консервов, проявляющееся в снижении показателей атеросклероза за период эксперимента на 65–75 % [12].

Современные подходы к технологии функциональных продуктов предполагают достижение функциональности также за счет проектирования и оптимизации рецептур.

Новые кулинарные изделия в виде рулетов и пудингов, содержащие молоки лососевых, гидролизат из молок, обогащенный хитозаном, и растительные компоненты из моркови, овсяных хлопьев, разработаны с применением критериев аналитической комбинаторики и позиционируются как функциональные за счет наличия в них биологически активных веществ как животного, так и растительного происхождения.

Таким образом, в рыбной отрасли Дальнего Востока, перерабатывающей биологически ценные водные биоресурсы, например, такие, как дальневосточные лососевые, рынок функциональных продуктов постоянно развивается. И важной технологической задачей на сегодняшний день является дальнейший поиск эффективных способов их обработки.

Список литературы

1. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – 4-е изд., испр. и доп. / В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 522 с.
2. Покровский, В.И. Политика здорового питания: Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.
3. Федосеева, Е.В. Пресервы из молок лососевых рыб / Е.В. Федосеева // Рыб. хоз-во. – 2014. – № 1. – С. 102–105.
4. Федосеева, Е.В. Технология пресервов из молок промысловых рыб Дальневосточного региона / Е.В. Федосеева // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 176. – С. 304–316.
5. Федосеева, Е.В. Практическая реализация технологии пресервов из вторичного рыбного сырья на примере молок лососевых рыб / Е.В. Федосеева // Рыб. хоз-во. – 2014. – № 6. – С. 112–115.
6. Полещук, Д.В. Разработка технологии функциональных продуктов из молок лососевых / Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, Ю.М. Гафуров // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 175. – С. 353–359.
7. Полещук, Д.В. Технология обогащенного комбинированного продукта из молок лососевых / Д.В. Полещук, С.Н. Максимова // Изв. вузов. Сер. Пищ. технология. – 2014. – № 1 (337). – С. 62–64.
8. Ким, Г.Н. Полиэлектролитные комплексы в продуктах из водных биологических ресурсов / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, С.Н. Максимова, Д.В. Полещук // Рыб. хоз-во. – 2014. – № 5. – С. 100–104.
9. Максимова, С.Н. Разработка инновационной технологии пресервов из молок лососевых для функционального питания / С.Н. Максимова, Е.В. Федосеева, Д.В. Полещук // Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2014: тр. XII Междунар. науч. конф. – Калининград: КГТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 222–224.
10. Максимова, С.Н. Хитозан в технологии рыбных продуктов: характеристики, функции, эффективность / С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 256 с.
11. Максимова, С.Н. Оценка комплекса функций хитозана в технологии малосоленой рыбы / С.Н. Максимова, Е.В. Суровцева, Т.М. Сафронова // Изв. вузов. Пищ. технология. – 2009. – № 4. – С. 20–22.
12. Сафронова, Т.М. Температурное воздействие на лечебные свойства хитозана в пищевых продуктах / Т.М. Сафронова, С.Н. Максимова, О.Н. Быканова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 28–30.

Сведения об авторах: Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, доцент, e-mail: maxsvet61@mail.ru;

Суровцева Елена Викторовна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: silux@mail.ru;

Полещук Денис Владимирович, старший преподаватель, e-mail: tym1988@mail.ru;

Федосеева Елена Владимировна, старший преподаватель, e-mail: elena-692008@mail.ru.

УДК 006.83

С.А. Ольховик

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

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА

Определение требований потребителя к пищевому продукту является основным критерием при установлении качества на этапе его проектирования. Применение правильно разработанной методики оценки требований потребителя к пищевому продукту является важным этапом для получения качественного продукта, отвечающего требованиям потребителя.

Ключевые слова: *потребитель, проектирование, методика, пищевой продукт.*

S.A. Olkhovik

DEVELOPMENT OF METHODS EVALUATION CONSUMERS REQUIREMENTS IN THE DESIGN PROCESS OF THE FOOD PRODUCT

Determination of customer requirements to the food is the main criterion in determining the quality at the design stage. Application of properly designed methodology for assessing customer requirements to food is an important step to get a quality product that meets customer requirements.

Key words: *consumer, food products, quality, requirements, methodology.*

Одной из основополагающих характеристик продукта, которая оказывает влияние на потребительский спрос и его конкурентоспособность, является качество. Качество включает множество компонентов.

Основными свойствами продовольственных товаров, которые способны удовлетворять потребности человека в питании, безопасны для его здоровья, надежны при хранении, являются: пищевая ценность, физические и вкусовые свойства, сохраняемость и многие др. Определение и прогнозирование этих свойств в процессе производства – одна из немаловажных задач, стоящих перед производителями пищевой продукции, отчаянно желающих повышать качество, а также поддерживать спрос на производимую продукцию. Одним из принципов теории всеобщего управления качеством является ориентация на требования потребителя. Исходя из этого, первоочередной этап проектирования нового ассортимента продукции должен включать оценку требований потребителя [4]. Для предприятий особенно важно своевременно выявлять и учитывать изменяющиеся потребности покупателей и, как следствие, концентрировать ресурсы на приоритетных направлениях работ по проектированию и разработке продукции.

На сегодняшний день известны различные методики определения целевого потребителя продукции, методики анкетирования, учитывающие социальный статус опрашиваемых, возраст и даже профессии [3]. Указанные методики представляют собой общие рекомендации и не учитывают целевого назначения пищевого продукта, которое характеризуется показателями качества и безопасности специфичными для конкретной группы однородной продукции. Для того чтобы создать не только качественный, но и удовлетворяющий требованиям потребителей пищевой продукт, необходимо проводить тщательный анализ потребительских предпочтений. Требования потребителя чаще всего носят личностный и индивидуальный характер. На сегодняшний день отсутствует единое научно-методическое обоснование к выполнению работы по оценке требований потребительских предпочтений к пищевому продукту, которые бы учитывали его специфику. Зачастую предприятия проводят анкетирования

для выявления удовлетворенности требований потребителя к выпускаемым им продуктам. Однако необходимо проводить маркетинговый анализ требований потребителя к пищевому продукту еще до начала его проектирования, чтобы избежать дополнительные затраты.

Кроме того, для эффективного использования результатов анкетирования необходим их предварительный анализ, направленный на установление значений конкретных показателей качества пищевого продукта. Исходя из этого, результаты такого анкетирования невозможно эффективно использовать при проектировании нового пищевого продукта.

Целью данной работы является обоснование методики анализа требований потребителя в процессе проектирования пищевых продуктов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ методик оценки потребительских предпочтений;
- разработать методику анализа требований потребителей к качеству пищевого продукта;
- разработать алгоритм оценки потребительских предпочтений пищевого продукта.

Под анализом требований потребителя понимают сбор социологической информации. Метод социологического наблюдения – метод сбора первичной социологической информации, осуществляющийся путем непосредственного восприятия и прямой регистрации событий, значимых с точки зрения целей исследования. Метод опроса представляет собой метод сбора социальной информации об изучаемом объекте в ходе непосредственного (в случае интервью) или опосредованного (при анкетировании) социально-психологического общения социолога (или интервьюера) и опрашиваемого (называемого респондентом) путем регистрации ответов респондента на вопросы, заданные социологом.

Положительные стороны анкетирования заключаются в том, что в отличие от интервьюирования оно не требует вмешательства специально обученных людей для проведения самого опроса. Контакт психолога с респондентом при анкетировании, в отличие от интервьюирования, сведён к минимуму. Анкетирование проводится в основном в случаях, когда необходимо выяснить мнения людей по каким-то вопросам и охватить большое число людей за короткий срок, и позволяет наиболее жёстко следовать намеченному плану исследования, так как процедура «вопрос-ответ» строго регламентирована.

Интервьюирование предпочтительнее анкетирования в следующих отношениях:

- вопросов без ответов при нем практически не бывает;
- неопределенные или противоречивые ответы могут быть уточнены;
- имеется возможность наблюдения за респондентом и фиксации не только его вербальных ответов, но и невербальных реакций;
- получаемая информация полнее, глубже и достовернее по сравнению с анкетой.

Главный недостаток метода интервьюирования – его малая оперативность, существенные затраты времени, необходимость большого числа интервьюеров, невозможность его использования в ситуациях краткосрочных массовых опросов.

Существует иная, более сложная, так называемая методология ЛИН-исследований по выявлению требований потребителя. Она в отличие от вышеописанных методов сложна, трудоемка и экономически не эффективна для выявления требований потребителя при проектировании пищевого продукта.

Данные методики носят специфичный характер. Они составляются отдельно на каждую группу пищевых продуктов и не позволяют проводить исследований по выявлению требований потребителя к качеству пищевого продукта [2, 3].

Для выявления требований потребителя к пищевому продукту была предложена методика, включающая учет особенностей целевой аудитории, назначения пищевых продуктов, а также их особенностей. Алгоритмическая модель представлена в виде блок-схемы на рисунке.

Для оценки требований потребителя к пищевому продукту в первую очередь необходимо провести сбор и анализ данных о самой продукции. Выявление данных о продукте подра-

зумекает определение его назначения, принадлежность к определенной категории, таким как функциональная, диабетическая и т.д. Определение первичной информации о продукции позволит более ответственно подойти к следующему этапу алгоритмической модели оценки требований потребителя – разработке анкеты.



Алгоритмическая модель описания процесса оценки требований потребителя
Algorithmic model of the description of process of an assessment
of requirements of the consumer

Следующий этап алгоритмической модели оценки требований потребителя – «разработка анкеты» – заключается в составлении специалистами особой анкеты, которая будет учитывать специфику пищевого продукта, позволит определить целевого потребителя и его основные требования. Главным образом, анкета должна разрабатываться с учетом того, что респондент должен хорошо понимать вопрос, на который ему предстоит ответить.

Разработанная анкета передается интервьюеру для непосредственного проведения анкетирования с последующей обработкой данных анкет. После обработки анкет необходимо обратить внимание на то, удалось ли выявить целевого потребителя и его требования к качеству исследуемого пищевого продукта. Отсутствие данной информации свидетельствует о том, что анкета была составлена некорректно, поэтому необходимо ее доработать или разработать заново, чтобы достигнуть желаемого результата.

Выявленная информация в ходе оценки требований потребителя передается проектировщикам пищевой продукции для перевода данных из состояния «голос потребителя» в технические характеристики, которыми сможет воспользоваться технолог в производственных условиях.

Данная методика отличается от уже имеющихся требованием к составлению анкеты, которая учитывает все возможные варианты для проектирования пищевого продукта, а главное, учет энергетической ценности пищевого продукта, в зависимости от рода деятельности опрашиваемого.

Алгоритмическая модель описания процесса оценки требований потребителя была апробирована на примере сушеного трепанга и позволила выявить целевого потребителя и его требования к качеству рассматриваемого продукта. Полученные данные были обработаны проектировщиками пищевой продукции, что позволило разработать СТО 35683372-002-2012. Трепанг сушеный. Технические условия.

Таким образом, был проведен анализ методик оценки потребительских предпочтений, который показал, что имеющиеся методики носят специфичный характер и не подходят для широкого и масштабного применения. Следом была разработана алгоритмическая модель процесса оценки потребительских предпочтений пищевых продуктов. Данная методика была апробирована на примере сушеного трепанга. Она позволила выявить основные требования потребителя к сушеному трепангу и перейти к определению качественных параметров при проектировании нового продукта.

Список литературы

1. Бессонова, Л.П. Моделирование рецептур многокомпонентных продуктов питания / Л.П. Бессонова, Л.В. Антипова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 10. – С. 15–21.
2. Дунченко, Н.И. Теоретические основы анализа и оценки потребительских предпочтений рынка молочных продуктов / Н.И. Дунченко // Молоко, сыр, масло: проблемы и решения: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Углич: Россельхозакадемия, 2013. – С. 3–6 .
3. Корольков, В.Ф. Проектирование и производство продукции, исходя из ожиданий потребителей / В.Ф. Корольков, В.В. Брагин // Стандарты и качество. – 2003. – № 11. – С. 64–65.
4. Мартышенко, С.Н. Методы обработки нечисловых данных в социально-экономических исследованиях / С.Н. Мартышенко, Н.С. Мартышенко // Изв. Дальневост. федерального ун-та. Экономика и управление. – 2006. – № 4. – С.27–30.

Сведения об авторе: Ольховик Светлана Андреевна, аспирант,
e-mail: olkhovik_sv03@mail.ru.

УДК 593.96+664.951.7:639.4

А.Д. Перцева

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

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ТКАНЕЙ ТРЕПАНГА И КУКУМАРИИ

Представлены результаты исследования протеолитической активности ферментов тканей голотурий. Используются мышечная ткань и внутренние органы трепанга и кукумарии. Протеолитические ферменты мышечной ткани трепанга и кукумарии наиболее активны в нейтральной зоне рН. Самая высокая активность внутренних органов выявлена у протеаз трепанга в кислой зоне рН. Результаты могут быть использованы в совершенствовании биотехнологии переработки голотурий при получении новых функциональных продуктов и БАВ.

Ключевые слова: голотурии, трепанг, кукумария, протеолитические ферменты.

A.D. Pertseva

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF ENZYME ACTIVITY IN TISSUES OF A TREPANG AND CUCUMARIA

The results of a study of proteolytic enzyme activity in tissues of sea cucumbers are presents. The muscle tissue and internal organs of trepang and cucumaria has been used. Proteolytic enzymes muscle tissue of trepang and cucumaria are most active in a neutral zones pH. The highest activity of the viscera proteases were detected in trepang in an acidic zones pH. The results can be used to improve biotechnology processing of sea cucumbers in obtaining new functional products and biologically active compounds.

Key words: sea cucumbers, trepang, cucumaria, proteolytic enzymes.

Введение

Известно, что состав и теххимические характеристики пищевой продукции из водных биологических ресурсов часто зависят от активности ферментов в тканях этих объектов. Так, высокая протеолитическая активность катепсинов мышечной ткани сельдевых, лососевых, анчоусовых рыб позволяет получать пресервы с хорошими органолептическими характеристиками [1]. Высокая активность ферментов может играть и отрицательную роль в технологии переработки гидробионтов. Так, высокая липолитическая активность тканей анчоуса приводит к быстрой потере товарного вида и качества этого объекта [2]. Основная проблема использования голотурий для пищевой продукции заключается в том, что после вылова мышечная ткань вследствие посмертных изменений очень быстро теряет свои упруго-эластичные свойства и переходит в стадию автолиза, при которой происходит разжижение и размягчение мышечной оболочки и теряется товарный вид продукта [3]. Одной из причин такого процесса может являться активность протеаз в тканях.

Голотурии по типу питания относятся к собирающим депозитофагам. Они питаются, захватывая околоротовыми щупальцами верхний слой рыхлого осадка или частицы осажженной взвеси на поверхности твердых грунтов. Поэтому основная часть содержимого их кишечника представлена песком, фрагментами морских растений, обломками раковин моллюсков и скелетными элементами иглокожих, мелкими ракообразными, а также частицами терригенного происхождения [4].

Ферменты, участвующие в переваривании пищи, вырабатываются секреторными клетками слизистой кишечной трубки. Сведения о составе пищеварительных ферментов у дальневосточного трепанга вызывают противоречия ученых. Танака [5] указывает на наличие протеазы или группы протеаз, функционирующих в условиях слабой кислотности при рН около 6,1. Чои [6] представил данные о наличии в кишечнике трепанга целлюлазы, ами-

лазы, пектиназы, протеиназы и депептидазы. Нормальная величина рН в кишечнике близка к оптимальной для амилазы, выше отмеченной для целлюлазы и значительно ниже определённой для протеиназы и эстеразы. Однако исследование стенки кишечника дальневосточного трепанга, предварительно отмытой от микроорганизмов, не показало целлюлазной активности, что вызывает сомнение в присутствии фермента целлюлазы [7].

Данных об активности протеолитических ферментов мышечной ткани голотурий в литературе мало. Известны работы по выделению катепсина-L из мышечной ткани трепанга *Stichopus japonicus* [8].

Целью настоящей работы было сравнительное исследование протеолитической активности мышечной ткани и внутренностей трепанга и кукумарии.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* и кукумария *Cucumaria japonica*, выловленные в бухте Северная (зал. Славянский) Японского моря в мае 2014 г.

Протеолитическую активность мышечной ткани и внутренних органов определяли по методу Каверзневой [9]. Для этого использовали 2%-й раствор казеина (в растворимое состояние переводили нагреванием в течение 15 мин) в 0,05 М фосфатном буфере (рН 8,0) и 2%-й раствор гемоглобина в 0,2 М ацетатном буфере (рН 3,6) и в 0,05 М фосфатном (рН 6,0).

Результаты и их обсуждения

Исследования протеолитической активности мышечной ткани голотурий показали (рис. 1), что преобладающими являются нейтральные протеазы, при этом данный вид ферментов в кукумарии в 8,1 раз активнее, чем в трепанге. Не выявлено активности кислых протеаз в мышечной ткани кукумарии и щелочных – в трепанге. Полученные данные согласуются с данными литературы. Джоу с соавторами выделяли катепсин-L из мышечной стенки трепанга *Stichopus japonicus*, который имел рН-оптимум при 5,0, молекулярную массу 63 кД, ингибировался тиоловыми блокаторами. Похожие катепсины содержат мышцы карпа и камбалы [10].

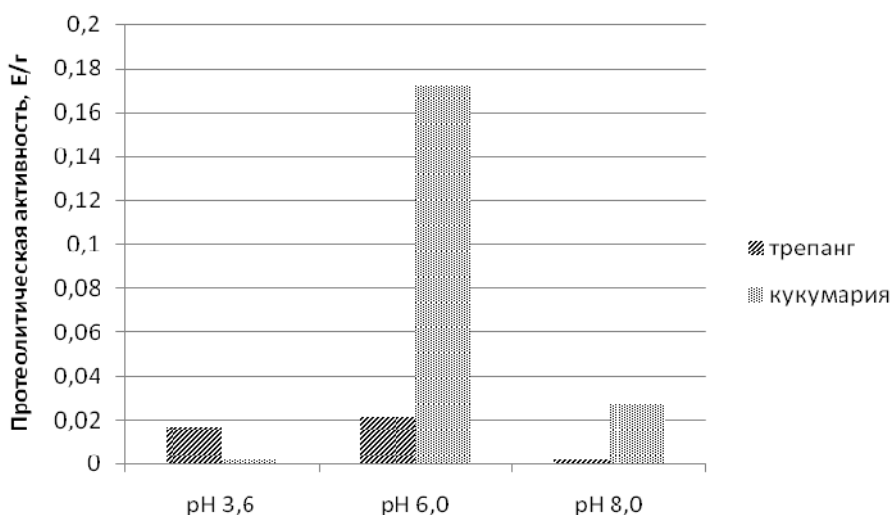


Рис. 1. Активность протеолитических ферментов в мышечной ткани трепанга и кукумарии
 Fig. 1. The activity of proteolytic enzymes in the muscle tissue of trepang and cucumberia

Имеются работы по изучению внутриклеточных Са-зависимых протеиназ мышц некоторых беспозвоночных и рыб [11], а также данные по протеолитическим ферментам мышечной ткани некоторых видов рыб [12; 13; 14; 1]. Согласно данным, в мышечной ткани кеты определены три пика протеолитической активности с максимумами при значениях рН 4,0,

6,5 и 7,0–8,5 [12], при этом основной вклад в пик активности с рН-оптимумом 4,0 вносит катепсин Д, а пик активности с рН 6,5 обеспечен катепсинами В, Н и L. Щелочной пик активности обеспечивается действием кальпаина и неидентифицированной щелочной протеазой [13]. Свойства кальпаин-подобных белков мидий и амфипод позволяет отнести изучаемые ферменты к цистеиновым протеиназам семейства кальпаинов. Этим ферментам беспозвоночных свойственны специфические особенности структуры и свойств по сравнению с кальпаинами рыб, выражающиеся в меньшей чувствительности к Ca^{2+} , меньшей термостабильностью, чувствительностью к ингибиторам протеиназ нецистеинового типа [11].

В настоящей работе во внутренностях голотурий определяли активность протеаз в кислой, нейтральной, щелочной зонах рН. Наиболее активными оказались кислые протеазы, при этом в трепанге в 2,4 раза данная активность больше, чем в кукумарии (рис. 2). Протеолитические ферменты в нейтральной зоне рН также более активны в трепанге (в 5,2 раза). Активность щелочных протеаз внутренностей выше в кукумарии.

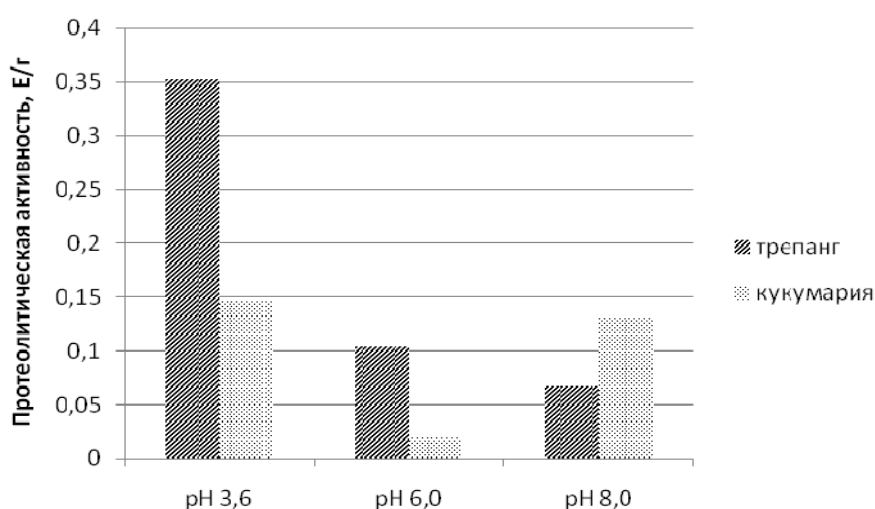


Рис. 2. Активность протеолитических ферментов внутренностей трепанга и кукумарии
Fig. 2. The activity of proteolytic enzymes in the entrails of trepang and cucumaria

Известно, что основу внутренностей голотурий составляет кишечник с содержимым (пищевыми остатками, илом). Основу выстилки кишечника составляют везикулярные энтероциты, функцией которых является продуцирование пищеварительных ферментов [15]. Исследования по изучению качественного, количественного составов и биохимических свойств бактериального сообщества кишечника дальневосточного трепанга показали, что среди представителей микрофлоры трепангов, обитающих в различных районах Японского моря, наличие протеолитической активности было выявлено у нескольких штаммов бактерий, которое составило от 0,106 до 0,237 П/ед [16].

Выводы

Таким образом, протеолитическая активность мышечной ткани трепанга и кукумарии может обеспечиваться активностью нейтральных катепсинов и кальпаинов, а протеолитическая активность внутренностей голотурий может обеспечиваться как эндогенными ферментами, вырабатываемыми везикулярными энтероцитами, так и деятельностью микроорганизмов, обитающих в микрофлоре кишечника.

Активность протеолитических ферментов, обнаруженная в мышечной ткани и внутренностях голотурий, может оказать влияние на процесс ферментативного гидролиза мышечной ткани и при использовании голотурий целиком при выделении БАВ и получении функциональных продуктов из данного объекта.

Список литературы

1. Буй Суан Донг. Изучение протеолитической активности ферментной системы мышечной ткани и внутренних органов прудовых видов рыб с целью применения в производстве пресервов // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2009 – № 1. – С. 137–140.
2. Sharma R., Chisti Y, Banerjee U.C. Production, purification, characterization, and applications of lipases // *Biotechnology Advances*. – 2001. – Vol. 19. – P. 627–662.
3. Слуцкая, Т.Н. Исследования по химии и технологии трепанга и кукумарии: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.Н. Слуцкая. – Владивосток, 1975. – 24 с.
4. Левин, В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство / В.С. Левин. – СПб.: Голанд, 2000. – 200 с.
5. Tanaka Y. Feeding and digestive processes of *Stichopus japonicus*. – *Bull. Fac. Hokkaido Univ.* – 1958. – Vol. 9. – P. 14–28.
6. Choe S. Biology of the Japanese common sea cucumber *Stichopus japonicus* Selenka. – Tokyo: Kaibundo, 1963. – 226 p.
7. Yokoe Y., Yasumasu I. The distribution of cellulose in invertebrates // *Biochem. and Physiol.* – 1964. – Vol. 13. – P. 323–338.
8. Wu HT, Li DM, Zhu BW, Sun JJ, Zheng J, Wang FL, Konno K, Jiang X. Proteolysis of non-collagenous proteins in sea cucumber, *Stichopus japonicus*, body wall: characterisation and the effects of cysteine protease inhibitors // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 141. – P. 1287–1294.
9. Каверзнева, Е.Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз / Е.Д. Каверзнева // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 1971. – Т. 7, № 2. – С. 225–228.
10. Zhou DY, Chang XN, Bao SS, Song L, Zhu BW, Dong XP, Zong Y, Li DM, Zhang MM, Liu YX, Murata Y. Purification and partial characterisation of a cathepsin L-like proteinase from sea cucumber (*Stichopus japonicus*) and its tissue distribution in body wall // *Food Chemistry*. – 2014. – Vol. 158. – P. 192–199.
11. Канцерова, Н.П. Ca^{2+} -зависимые протеолитические ферменты некоторых водных беспозвоночных и рыб: дис. ... канд. биол. наук / Н.П. Канцерова. – Петрозаводск, 2011. – 139 с.
12. Виняр, Т.Н. Изменение активности мышечных пептидгидролаз при посоле созревающих и несозревающих рыб / Т.Н. Виняр, Л.А. Герасимец, А.Г. Зубов, Г.Н. Тимчишина // Тез. докл. Всесоюз. семинара. – Владивосток: ТИНРО, 1989. – С. 11–12.
13. Виняр, Т.Н. Выделение и исследование некоторых свойств протеаз мышечной ткани рыб / Т.Н. Виняр, Т.П. Калиниченко, А.М. Павловский, Т.Н. Слуцкая // Тез. докл. Всесоюз. конф. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 223–224.
14. Слуцкая, Т.Н. Особенности мышечной ткани нерестовой кеты / Т.Н. Слуцкая, Т.Н. Виняр, Т.П. Калиниченко, А.М. Павловский, М.И. Юрьева, Е.В. Якуш // *Изв. ТИНРО*. – 1999. – Т. 125. – С. 60–71.
15. Каменев, Я.О. Ультраструктура внутренних органов, бесполое размножение и регенерация у голотурии *Cladolabes schmeltzii*: дис. ... канд. биол. наук / Я.О. Каменев. – Владивосток, 2013. – 121 с.
16. Богатыренко, Е.А. Характеристика культивируемых гетеротрофов микробного сообщества кишечника дальневосточного трепанга *Apostichopus Japonicus*: дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Богатыренко. – Владивосток, 2013. – 128 с.

Сведения об авторе: Перцева Анна Дмитриевна, аспирант,
вед. специалист НИЦ «Морские биотехнологии», e-mail: niib@dgtru.ru.

УДК 658.562

Е.С. Таргунакова, О.А. Холоша

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

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

Нормативной базой для разработки системы управления безопасностью продукции из рыбы и нерыбных объектов промысла является ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования». Приводятся результаты исследований по применению одного из принципов ХАССП в отношении определения опасных факторов и оценки рисков. Идентифицированы потенциально опасные факторы при производстве рыбных консервов и осуществлен выбор учитываемых опасных факторов на основе экспертного метода анализа.

Ключевые слова: рыбные консервы, качество, безопасность, риски, вероятность риска, оценка риска, опасный фактор.

E.S. Targunakova, O. A. Kholosha

THE IDENTIFICATION OF POTENTIALLY HAZARDOUS FACTORS IN THE PRODUCTION OF CANNED FISH

Normative basis for the development of safety management systems products from fish and non-fish species of fishing is the GOST R 51705.1-2001 «Quality system. Food quality management based on the principles of HACCP. General requirements». The article presents the results of research on the application of one of the principles of HACCP for hazard identification and risk assessment. Identified potentially dangerous factors in the production of canned fish and a variety of insurable hazards based on expert analysis method.

Key words: canned fish, quality, safety, risk, risk, risk assessment, dangerous factor.

Системная работа над повышением эффективности производства, снижением уровня возникновения рисков, влияющих на безопасность продукции, улучшением качества выпускаемой продукции, расширением ее ассортимента и использованием современных технологий является необходимым условием успешной производственной деятельности.

Российские рыбоперерабатывающие предприятия разрабатывают, внедряют и поддерживают системы управления безопасностью продукции из рыбы и нерыбных объектов промысла на основе принципов ХАССП. Внедрение эффективно действующих систем собственного контроля позволяет выпускать безопасную и высококачественную продукцию, дающую преимущества в конкурентной борьбе на продовольственном рынке и создает предпосылки для экономической устойчивости предприятий.

Целью настоящих исследований является идентификация потенциально опасных факторов при производстве рыбных консервов для устранения рисков здоровью, связанных с употреблением рыбных продуктов.

Для достижения цели необходимо реализовать задачи:

- оценить вероятность реализации опасного фактора;
- оценить тяжесть последствий от реализации опасного фактора.

Объектом исследования являются консервы рыбные натуральные, изготовленные в соответствии с ГОСТ 7452-97.

Для определения видов опасностей при производстве рыбных консервов учитывали микробиологическую, паразитологическую, химическую и физическую опасности [1].

Алгоритм оценки вероятности реализации опасного фактора состоит из ответов на следующие вопросы (да)/(нет) [2]:

1. За 10 лет по *i*-му фактору имелась ли негативная информация из внешних источников (литература, СМИ, контролирующие органы)? Нет – вероятность 1, да – переход ко 2-му вопросу.

2. За 3 года, по данным заводской лаборатории, были ли отрицательные результаты по *i*-му фактору или контролю? Нет – вероятность 2, да – переход к 3-му вопросу.

3. У потребителей за 3 года были ли выявлены нарушения по *i*-му фактору? Нет – переход к 4-му вопросу, да – переход к 5-му вопросу.

4. Имеющаяся информация от потребителей полная? Да – вероятность 2, нет – вероятность 3.

5. Причиной нарушения однозначно был *i*-й фактор? Нет – вероятность 3, да – вероятность 4.

При анализе рисков и выборе учитываемых опасных факторов использовалась диаграмма анализа рисков, рисунок [2].

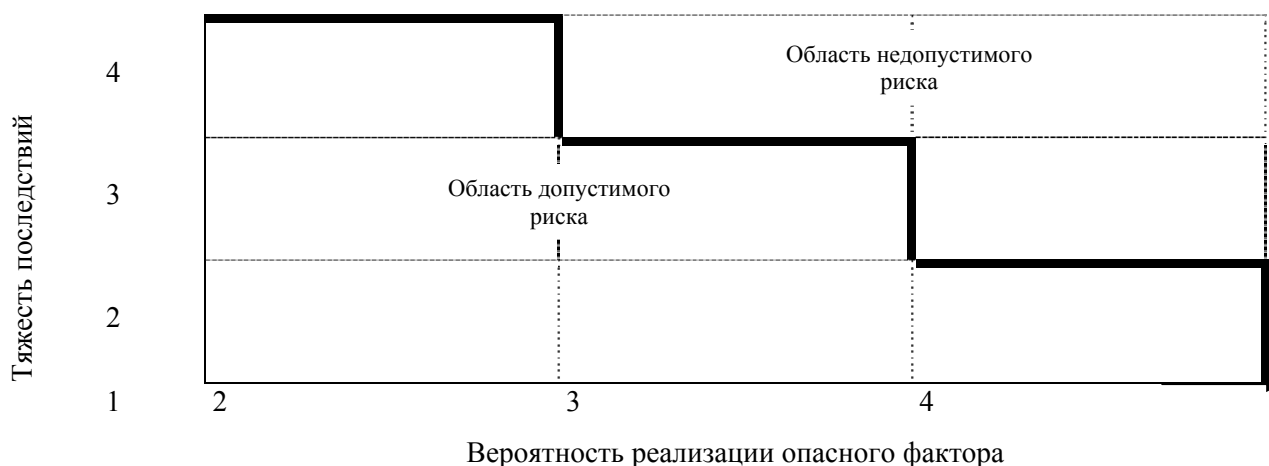


Диаграмма анализа рисков
Risk analysis chart

Анализ рисков по диаграмме осуществляли экспертным методом с учетом всех доступных источников информации и практического опыта членов экспертной группы. Эксперты оценили вероятность реализации опасного фактора, исходя из четырех возможных вариантов оценки: практически равна нулю, незначительная, значительная, высокая.

Экспертным путем оценили также тяжесть последствий от реализации опасного фактора, исходя из четырех возможных вариантов оценки: легкая, средней тяжести, тяжелая, критическая. Построили границу допустимого риска на качественной диаграмме с координатами вероятность реализации опасного фактора – тяжесть последствий, как указано на рисунке. Если оцениваемая точка лежала на или выше границы – фактор учитывали, если ниже – не учитывали.

В соответствии с требованиями ХАССП были рассмотрены все виды опасностей и соответствующие им опасные факторы при производстве рыбных консервов [1], результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

По результатам экспертной оценки установлена необходимость учета конкретных факторов и составлен оптимальный перечень потенциально опасных факторов при производстве рыбных консервов. Результаты оценки представлены в табл. 2.

Таблица 1

Анализ рисков и выбор учитываемых опасных факторов

Table 1

Risk analysis and selection of insurable hazards

Наименование опасного фактора	Оценка тяжести последствий	Оценка вероятности реализации опасного фактора	Необходимость учета фактора
1	2	3	4
1. МАФАНМ (мезофильно-аэробные, факультативно-анаэробные микроорганизмы). Содержание выше допустимого норматива	1	3	+
2. БГКП – бактерии группы кишечной палочки. Содержание выше допустимого норматива	2	3	+
3. E. Coli (кишечная палочка)	2	2	-
4. Бактерии рода Proteus (Протей)	2	2	+
5. Enterococci (Энтерококки)	1	2	-
6. B.cereus, B.polymyxa, B.subtilis, B.licheniformis (спорообразующие бактерии)	2	3	+
7. Sulf. Red.clostridia (сульфитредуцирующие клостридии)	3	2	+
8. Cl. perfringens	2	3	+
9. Cl. Botulinium (возбудитель ботулизма)	4	2	+
10. Salmonella (сальмонеллы)	3	2	+
11. Shigella (шигеллы)	2	1	-
12. Staphylococcus aureus (золотистый стафилококк)	3	2	+
13. Listeria monocytogenes	3	2	+
14. Vibrio parahaemolyticus	3	2	+
15. Campylobacter jejuni (Кампилобактер)	2	2	-
16. Yersinia enterocolitica	2	1	-
17. Escherichia coli 0157: H7	2	1	-
18. Aeromonas hydrophila (аэромонада)	2	2	-
19. Plesiomonas shigelloides (плезиомонады)	2	1	-
20. Cl.sporogenes, Cl.putrificum, proteus vulgaris, B.Mesentericus, B.mycoides, Ps. Fluorescens, B.prodigiosum (протеолитические гнилостные бактерии)	2	3	+
21. Спорообразующие термофильные аэробные, анаэробные, факультативно-анаэробные микроорганизмы	2	3	+
22. Психотропные микроорганизмы (дрожжи, плесневые грибы, микрококки, pseudomonas)	2	3	+
23. Микробиологическая стабильность и безопасность полных консервов	3	2	+
24. Трематоды (nanophyetus, cryptocotyle, apophallus)	3	1	-
25. Цестоды (pyramicoscephalus, deplogonoperus, diphyllbothrium)	3	1	-
26. Нематоды (anisakis, pseudoterranova, contraeaecem)	3	1	-
27. Скребни (acanthacephala, bolbosoma, corynosoma)	3	1	-
28. Токсичные элементы (Pb, As, Cd, Hg, Cr, Sn)	3	2	+
29. Радионуклиды	3	1	+
30. Гистамин	3	2	+
31. Нитрозамины	3	2	+

Окончание табл. 1

1	2	3	4
32. Пестициды	3	2	+
33. Полихлорированные бифенилы	3	2	+
34. Бензапирен	3	1	-
35. Нефтепродукты	2	2	-
36. Показатели окислительной порчи	1	2	-
37. Элементы моющих, дезинфицирующих, дератизационных и других средств	2	2	-
38. Строительные материалы	2	2	-
39. Нарушение герметичности закаточного шва	3	2	+
40. Птицы, грызуны, насекомые и отходы их жизнедеятельности	3	1	-
41. Личные вещи	2	2	-
42. Бумага и упаковочные материалы	2	2	-
43. Отходы жизнедеятельности персонала	2	2	-
44. Элементы технологического оснащения, продукты износа машин и оборудования	3	2	+
45. Металлопримеси	2	1	-
46. Осколки стекла	3	1	-
47. Загрязняющий фактор от окружающей предприятие среды	3	1	-
48. Загрязнение смазочными материалами	2	2	-
49. Песок, мелкие камешки	2	2	-

Таблица 2

Перечень учитываемых опасных факторов

Table 2

List of insurable hazards

Номер фактора	Наименование опасного фактора
1	2
1	МАФАНМ (мезофильно-аэробные, факультативно-анаэробные микроорганизмы)
2	БГКП (бактерии группы кишечной палочки)
3	Бактерии рода <i>Proteus</i> (Протей)
4	Спорообразующие бактерии <i>B. Cereus</i> , <i>B. Subtilis</i> , <i>B. Licheniformis</i> , <i>B. polymyxa</i>
5	Сульфитредуцирующие клостридии <i>Sulf. Red.clostridia</i>
6	<i>Cl. perfringens</i>
7	<i>Cl. botulinum</i> (возбудитель ботулизма)
8	<i>Salmonella</i> (сальмонелла)
9	<i>Staphylococcus aureus</i> (золотистый стафилококк)
10	<i>Listeria monocytogenes</i>
11	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
12	Протеолитические, гнилостные бактерии (<i>Cl.sporogenes</i> , <i>Cl.putrificum</i> , <i>proteus vulgaris</i> , <i>B. Mesentericus</i> , <i>Bas. Mycooides</i> , <i>Ps. Fluorescens</i> , <i>B.prodigiosum</i>)
13	Спорообразующие термофильные аэробные, анаэробные, факультативно-анаэробные микроорганизмы
14	Психотропные микроорганизмы (<i>pseudomonas</i> , дрожжи, плесневые грибы, микрококки)
15	Микробиологическая стабильность и безопасность полных консервов

Окончание табл. 2

1	2
16	Токсичные элементы Pb, As, Cd, Hg, Cr, Sn
17	Радионуклиды (Цезий-137, Стронций-90)
18	Гистамин
19	Нитрозамины: сумма НДМА и НДЭА
20	Пестициды (гексахлорциклогексан, ДДТ и его метаболиты)
21	Полихлорированные бифенилы
22	Нарушение герметичности закаточного шва
23	Элементы технологического оснащения, продукты износа машин и оборудования

По результатам проведенных исследований всего по четырем видам опасностей идентифицировано 49 опасных факторов при производстве рыбных консервов.

Микробиологическая опасность включает необходимость учета 23 опасных факторов (номера с 1-го по 23-й). Паразитологическая опасность включает 4 опасных фактора (24–27). Химическая опасность включает 10 опасных факторов (28–37). Физическая опасность включает 12 опасных факторов (38–49) (см. табл. 1).

Экспертная оценка вероятности реализации идентифицированных опасных факторов на основе анализа рисков и выбора учитываемых опасных факторов с использованием диаграммы анализа рисков позволила сформировать оптимальный перечень из 23 потенциально опасных факторов при производстве рыбных консервов (см. табл. 2).

Далее необходимо разработать предупреждающие действия для осуществления контроля за опасными факторами по этапам технологического процесса производства рыбных консервов, обеспечивающие безопасность продукции для потребителя.

Список литературы

1. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Дополнение и изменения № 2 к СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.2.1280-03.
2. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 61 с.

Сведения об авторах: Таргунакова Евгения Сергеевна, аспирант,
e-mail: targevg@mail.ru;
Холоша Ольга Анатольевна, доктор технических наук, доцент,
директор Института пищевых производств, e-mail: holoshaoa@mail.ru.

УДК 664

Е.В. Чернова

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

ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КУКУМАРИИ, ВЫЛОВЛЕННОЙ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

*Проведена оценка безопасности кукумарии (*Cucumaria japonica* и *Cucumaria okhotensis*), выловленной в зал. Петра Великого, которая полностью соответствует значениям, установленным нормативными документами.*

Ключевые слова: кукумария, сырец, безопасность, токсичность, микробиология, промысел, *Cucumaria japonica*, *Cucumaria okhotensis*.

E.V. Chernova

ASSESSMENT OF FOOD SAFETY SEA CUCUMBER CAUGHT IN PETER THE GREAT BAY

*Assess the safety of raw materials sea cucumber (*C. japonica* and *C. okhotensis*) caught in Peter the Great Bay, which fully correspond to the values established by regulations.*

Key words: sea cucumber, raw, safety, toxicity, microbiology, fishing, *Cucumaria japonica*, *Cucumaria okhotensis*.

В настоящее время проблемы безопасности сырья и пищевой продукции становятся не менее актуальными, чем вопросы её пищевой ценности. Поэтому необходим тщательный контроль уровня загрязнения как используемых гидробионтов, так и готовой продукции.

Пищевая безопасность – это состояние обоснованной уверенности в том, что отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью граждан при обычных условиях использования пищевых продуктов. Обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда [3].

Основным источником загрязнения пресных и прибрежных водоемов являются сточные воды. Поэтому прибрежные гидробионты могут являться носителем патогенной для человека микрофлоры – бактерий кишечной палочки, фекальных стрептококков, протей, сальмонелл, энтеротоксигенных штаммов стафилококков микромицетов и т.д. [7]. Объекты прибрежного промысла являются очень неблагоприятными в микробиологическом отношении, так как в прибрежные морские экосистемы постоянно поступают загрязненные промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, результатом чего является накопление различного рода микроорганизмов в воде, грунте и промысловых объектах [2].

Почти все тяжелые металлы в ограниченных количествах полезны для человека. Исключение составляют ртуть и кадмий, которые по современным представлениям не имеют биологических функций. В результате употребления рыбы и морепродуктов, загрязненных ртутьсодержащими соединениями, возникают отравления людей [6].

В связи с этим целью проведенных исследований являлось исследование показателей безопасности кукумарии японской, выловленной в зал. Петра Великого, который подвержен мощному антропогенному прессу. Доля поступления в зал. Петра Великого тяжелых металлов, нефтеуглеводородов (НУ) и фенолов относительно невелика, но высокая токсичность и периодическое превышение их содержания в воде предельно допустимых концентраций

(ПДК), принятых в РФ [4], обуславливают актуальность изучения их воздействия на водные биологические ресурсы, такие как голотурии, а именно, кукумарию японскую.

Одним из перспективных водных биологических ресурсов являются голотурии [9], а именно, кукумария (морской огурец), основной промысел которой сосредоточен в Приморье, в водах Индо-Малайского архипелага, о-вов Тихого океана, на Филиппинах, у берегов Китая и Японии [8], а запасы находятся на достаточно высоком уровне [1].

Ткани кукумарины содержат множество биологически активных веществ. Данные о составе мышечной ткани и внутренних органов кукумарины свидетельствуют о высоком содержании коллагена, глутаминовой кислоты, глицина и пролина, также микроэлементов, таких как кальций, калий, хлориды, фосфор, магний, железо, йод [11].

Объектом исследования являлась кукумария японская (*Cucumaria japonica*), выловленная в зал. Петра Великого в период с августа по ноябрь 2014 г., охлажденная.

Определение микробиологических показателей, отбор проб и обработку результатов микробиологических анализов проводили стандартными методами по ГОСТ Р 52816-2007, ГОСТ Р 52815-2007, ГОСТ 10444.12-94, ГОСТ Р 52814-2007, ГОСТ 10444.15-94 на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2. 1078-01 [5], СанПиН 2.3.2. 1280-03, ТР/ТС 021/2011 [10].

Определение показателей безопасности (токсичных элементов, нитрозаминов, пестицидов, радионуклидов) отбор проб и обработку результатов анализов проводили стандартными методами по ГОСТ Р 51301-99, ГОСТ Р 51962-02, МУ 5178-90, МУ №4120-86, МУК 4.111023-01, МУК 4.41.011-93.

Результаты микробиологических исследований и определение показателей безопасности мышечной ткани кукумарины представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Микробиологические показатели кукумарины-сырца

Table 1

Microbiological indicators of raw sea cucumber

Наименование показателя	Нормативное значение	Фактическое значение		НД на методы испытаний
		<i>C. japonica</i>	<i>C. okhotensis</i>	
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $5 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^2$	$4,9 \cdot 10^2$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52816-07
<i>S. aureus</i> в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52815-07
Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52814-07

Таблица 2

Микробиологические показатели кукумарины мороженой после 6 мес. хранения

Table 2

Microbiological indicators of frozen sea cucumber after 6 months store

Наименование показателя	Нормативное значение	Фактическое значение		НД на методы испытаний
		<i>C. japonica</i>	<i>C. okhotensis</i>	
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $5 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52816-07
<i>S. aureus</i> в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52815-07
Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52814-07

В результате проведённых санитарно-микробиологических исследований мышечной ткани кукумарии регламентируемые группы микроорганизмов, такие как золотистый стафилококк, группы бактерий кишечных палочек, сальмонеллы и листерии, не обнаружены. Мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные бактерии обнаружены в количествах, не превышающих нормативные показатели. Стоит отметить, что по показателю КМАФАнМ мышечной ткани кукумарии *S. okhotensis* содержит несколько большее количество бактерий, чем кукумария *S. japonica*.

Исследования мышечной ткани кукумарии *S. japonica* и *S. okhotensis*, выловленных в зал. Петра Великого, на соответствие нормативным показателям безопасности показали следующее (табл. 3).

Таблица 3

Показатели безопасности мышечной ткани кукумарии

Table 3

Safety performance muscle sea cucumber

Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг (для радионуклидов – Бк/кг), не более		Фактическое значение	
	Продукция общего назначения	Продукция для детского питания	<i>S. japonica</i>	<i>S. okhotensis</i>
<i>Токсичные элементы</i>				
Свинец	1,0	0,5	0,15	0,3
Мышьяк	5,0	0,5	0,12	0,8
Кадмий	0,2	0,1	0,07	0,1
Ртуть	0,5	0,15	-	-
<i>Нитрозамины</i>				
Сумма НДМА и НДЭА	0,003	Не допускается < 0,001	Не обнаружено	
Полихлорированные бифенилы	2,0	2,0	Не обнаружено	
<i>Пестициды</i>				
Гексахлорциклогексан	0,2	0,02	Не обнаружено	
ДДТ и его метаболиты	0,2	0,01	Не обнаружено	
2,4-D кислота, ее соли и эфиры	Не допускается		Не обнаружено	
Гистамин	100,0	100,0	Не обнаружено	
<i>Радионуклиды</i>				
Цезий-137	130	130	< 4,9	< 6,1
Стронций-90	100	100	< 14,9	< 8,8

Проведенный нами анализ показателей безопасности исследуемых образцов мышечной ткани кукумарии на соответствие нормативным показателям безопасности, представленный в табл. 3, показывает, что сырьё отвечает требованиям нормативных документов по всем показателям и может направляться без ограничения для изготовления пищевых продуктов. В представленных образцах не обнаружены пестициды, нитрозамины, а также ртуть. Из токсичных элементов в мышечной ткани кукумарии определены свинец и мышьяк, но их концентрация минимальная, не превышает допустимого уровня в соответствии с действующей нормативной документацией.

Общие выводы

При использовании результатов проведенных исследований кукумарии с учетом показателей уровней риска можно сделать вывод о том, что антропогенные преобразования экосистемы в зал. Петра Великого не оказывают существенного влияния на показатели безопасности кукумарии *C. japonica* и *C. okhotensis*, которые полностью соответствуют значениям, установленным нормативными документами. Данные промысловые объекты могут направляться без ограничения для производства пищевых продуктов.

Список литературы

1. Карлина, А.Е. Безотходная технология пищевых продуктов и биологически активных добавок из кукумарий дальневосточных морей: дис. ... канд. техн. наук / А.Е. Карлина. – Владивосток, 2009. – 238 с.
2. Лаженцева, Л.Ю. Микробиологическая безопасность продуктов из морских гидробионтов / Л.Ю. Лаженцева // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 479 с.
3. Прокопец, Ж.Г. Определение безопасности и сроков хранения эмульсионных пищевых продуктов типа майонез / Ж.Г. Прокопец, А.Б. Подволоцкая, Ю.В. Шардакова // Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания (Владивосток, 21–22 октября 2010 г.): сб. материалов Междунар. конф. с элементами научной школы для молодёжи. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 416 с.
4. Пряжевская, Т.С. Экспериментальная оценка влияния загрязнения залива Петра Великого на ракообразных / Т.С. Пряжевская, С.А. Черкашин // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. I. – 437 с.
5. СанПиН 2.3.2 1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр, 2001. – 269 с.
6. Сафронова, Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности / Т.М. Сафронова, В.М. Дацун. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
7. Сахарова, Т.Г. Зависимость контаминации живой рыбы от санитарного состояния аквасреды / Т.Г. Сахарова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 479 с.
8. Степанов, В.Г. Дальневосточные голотурии рода *Cuscutaria*: дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Степанов. – Владивосток, 2003. – 92 с.
9. Слуцкая, Т.Н. Исследования по химии и технологии трепанга и кукумарии: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.Н. Слуцкая. – Владивосток, 1975. – 24 с.
10. Технический регламент Таможенного союза ТР/ТС 02/2011 «О безопасности пищевой продукции».
11. Чернова, Е.В. Комплексные исследования водных биоресурсов: рыболовство, аквакультура, экология, переработка, экономика и управление рыбохозяйственной отраслью: материалы I Всерос. заоч. науч.-техн. конф. аспирантов, молодых учёных и специалистов / Е.В. Чернова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 81–84.

Сведения об авторе: Чернова Евгения Владимировна, аспирант,
e-mail: beregelya81@mail.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	3
<i>Булыгин В.В.</i> Биология и распределение тихоокеанского кальмара в заливе Петра великого в 2009–2010 гг.	3
<i>Ищенко А.Н., Рыбникова И.Г.</i> Особенности искусственного воспроизводства китайского окуня в условиях Приморского края.....	7
<i>Казаченко В.Н., Фещенко Н.В., На Н.В.</i> Паразитические копеподы рода <i>Naemobaphes</i> (Crustacea: Copepoda) в Тихом океане и Чукотском море	10
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА	19
<i>Балабаев С.М., Ивина Н.Ф.</i> Расчет акустических нормальных волн жидкого неоднородного волновода.....	19
<i>Рыжкина Т.А., Старовойтова З.П.</i> Моделирование устойчивых фильтров для стохастических процессов.....	25
<i>Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Шевченко А.П., Мироненко М.В.</i> Некоторые современные теоретические взгляды на процесс реализации просветных систем мониторинга характеристик гидрофизических полей морской среды	39
<i>Шостак С.В., Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Шевченко А.П.</i> Элементы теории линейных систем в задаче восстановления формы сигнала.....	44
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	51
<i>Бурханов С.Б., Кучеренко Л.В.</i> Разработка оптимального варианта транспортного обеспечения добывающих судов Охотоморской экспедиции.....	51
<i>Капран Л.К., Маницын В.В., Старовойтова З.П.</i> Анализ режимов эксплуатации главной энергетической установки среднего ярусолова-морозильщика «Королева Эмеральда»	58
<i>Кирюха В.В.</i> Применение электростатических преобразователей контроля толщины полиэтиленовой пленки в процессе ее производства.....	65
<i>Кирюха В.В., Горбенко Ю.М., Яблокова В.С.</i> Анализ преобразователей неэлектрических величин и рекомендации по их использованию в судовых автоматических системах	69
<i>Корнейчук Ю.А.</i> Аварийный ремонт коленчатого вала среднеоборотного дизеля.....	75
<i>Маницын В.В., Соболенко А.Н.</i> Уравнения регрессий основных характеристик коленчатого вала судового дизеля	81
<i>Молочков В.Я., Молочкова И.Д.</i> Программные и аппаратные средства для реализации проблемного подхода в подготовке электротехнического персонала судов	87
<i>Молочков В.Я., Молочкова И.Д.</i> Экспертные системы в практике обслуживания и ремонта электрооборудования судов.....	93
<i>Соболенко А.Н.</i> Динамический расчет фундаментной рамы ВДГ 6NVD48A2 на Т/Х «Пролив Лаперуза».....	98
<i>Чехранов С.В.</i> Особенности использования малорасходных турбин в судовой энергетике.....	106

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	109
<i>Глебова Е.В., Докучаева А.В., Кузнецова О.В., Торба А.С., Языков Р.О.</i> Научно-практические основы формирования области аккредитации испытательной лаборатории в системе мониторинга качества и безопасности рыбной продукции Дальнего Востока.....	109
<i>Гусева Л.Б., Корниенко Н.Л.</i> Биологическая ценность рыбных продуктов и способы ее повышения.....	116
<i>Ковалев Н.Н., Есипенко Р.В., Ковалев А.Н.</i> К вопросу о фракционном составе белков спизулы сахалинской.....	122
<i>Максимова С.Н., Суровцева Е.В., Полещук Д.В., Федосеева Е.В.</i> Функциональные продукты из водных биологических ресурсов Дальнего Востока для здорового питания.....	127
<i>Ольховик С.А.</i> Разработка методики оценки требований потребителя в процессе проектирования пищевого продукта.....	131
<i>Перцева А.Д.</i> Сравнительная характеристика активности ферментов тканей трепанга и кукумарии.....	135
<i>Таргунакова Е.С., Холоша О.А.</i> Идентификация потенциально опасных факторов при производстве рыбных консервов.....	139
<i>Чернова Е.В.</i> Оценка пищевой безопасности кукумарии, выловленной в заливе Петра Великого.....	144

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	3
<i>Bulygin V.V.</i> Biology and distribution of pacific squid of the Great Peter Bay in 2009–2010 years	3
<i>Ishenko A.N., Rybnikova I.G.</i> Peculiarity artificial reproduction of <i>Siniperca chuatsi</i> in the conditions of Primorye	7
<i>Kazachenko V.N., Feshchenko N.V., Ha N.V.</i> Parasitic copepod of genus <i>Haemobaphes</i> (Crustacea: Copepoda) in Pacific And the Chukchi Sea	10
INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS	19
<i>Balabaev S.M., Ivina N.F.</i> Calculation of acoustic normal waves of liquid inhomogeneous waveguide	19
<i>Ryzhkina T.A., Starovoytova Z.P.</i> Modeling sustainable filters for stochastic processes	25
<i>Starodubtcev P.A., Baklanov E.N., Shevchenko A.P., Mironenko M.V.</i> Some current theoretical views on the process of implementation of luminal monitoring systems of the marine environment hydrophysical fields characteristics	39
<i>Shostak S.V., Starodubtcev P.A., Baklanov E.N., Shevchenko A.P.</i> Elements of the theory of linear systems in the problem of reconstructing the waveform	44
SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES	51
<i>Burkhanov S.B., Kucherenko L.V.</i> Logistics of the fishing vessels of the sea of Okhotsk fishery ground	51
<i>Kapran L.K., Manyisyn V.V., Starovoytova Z.P.</i> Analysis of the modes of operation the main power installation medium « <i>Arusolova Morozil'shika Queen Èmeral'da</i> »	58
<i>Kiryuha V.V.</i> The use of electrostatic transducers for measuring the thickness of the polyethylene envelope during manufacturing	65
<i>Kiryuha V.V., Gorbenko Yu.M., Yablokova V.S.</i> Analysis of non-electrical quantities transducers and recommendations for their use in marine automated systems	69
<i>Korneychuk Y.A.</i> Middle speed diesel engine crankshaft emergency repair	75
<i>Manyitsyn V.V., Sobolenko A.N.</i> The regression equations of basic characteristics of marine diesel crankshaft	81
<i>Molochkov V., Molochkova I.</i> Software and hardware for implementation problem approach in electrical training staf of ships	87
<i>Molochkov V.Y., Molochkova I.D.</i> Expert systems in practice maintenanc eelectrical equipment of ships	93
<i>Sobolenko A.N.</i> The dinamic calculation of the bed frame of 6NVD48A2 auxiliary engine on « <i>laperuza strait</i> » m/s	98
<i>Chekhranov S.V.</i> Especially the use of low-cost turbines the marine energy	106
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	109
<i>Glebova E.V., Dokuchaeva A.V., Kuznecova O.V., Torba A.S., Yazykov R.O.</i> Scientific-practical bases of forming field accreditation of testing laboratories in the monitoring system quality and safety of fish products the far east	109
<i>Guseva L.B., Kornienko N.L.</i> Biological value of fish products and how to improve	116

<i>Kovalev N.N., Esipenko R.V., Kovalev A.N.</i> Proteins fractional composition of <i>Spisula Sakhalinensis</i>	122
<i>Maksimova S.N., Syrovceva E.V., Poleschuk D.V., Fedoseeva E.V.</i> Functional products from water biological resources of the far east for healthy food	127
<i>Olkhovik S.A.</i> Development of methods evaluation consumers requirements in the design process of the food product	131
<i>Pertseva A.D.</i> Comparative characteristic of enzyme activity in tissues of a trepang and cucumaria	135
<i>Targunakova E.S., Kholosha O.A.</i> The identification of potentially hazardous factors in the production of canned fish.....	139
<i>Chernova E.V.</i> Assessment of food safety sea cucumber caught in Peter the Great Bay	144

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. Иванов¹, И.Б. Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

² 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 34

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина
Технический редактор И.Н. Горланова
Художественный редактор А.А. Устьянцева
Макет, обложка О.В. Нечипорук
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 4; .26.2015. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 3; ,35. Уч.-изд. л. 36,72. Заказ 2783. Тираж 400 экз.
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного
государственного технического рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 25