



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

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 38

Том

38

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>

2016

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 ВО «Дальрыбвуз»;
В.В. Плотников, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
Н.Г. Ключкова, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «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 ВО «Дальрыбвуз»;
С.В. Лисиенко, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
О.Н. Кручинин, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Тинро-Центр»;
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор, зав. отделом безопасности гидробионтов ФГБНУ «Тинро-Центр»;
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;
И.Н. Ким, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
В.И. Погонец, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвуз»;
С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУПБ»;
Ю.А. Фатыхов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ»

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

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

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 551. 58

М.В. Бондарь, Е.В. Смирнова

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

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОБЕРЕЖЬЯ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Исследованы климатические условия прибрежной зоны Северная зал. Петра Великого Японского моря за 8 месяцев (с августа 2015 г. по март 2016 г.) по данным автоматической метеостанции. Проанализированы показатели атмосферного давления, влажности, температуры воздуха и ветровой режим побережья бухты.

Ключевые слова: автоматическая метеостанция (АМС), температура воздуха, влажность, атмосферное давление, направление ветра.

M.V. Bondar, E.V. Smirnova

CLIMATE INDICATORS OF BAY SEVERNAIA (SEA OF JAPAN) COAST

This paper presents the climate data used in the territory Severnaia bay coast within 8 months, from August 2015 on March 2016. Atmospheric pressure readings, humidity, air temperature and wind conditions were analyzed.

Key words: automatic weather station (AWS), air temperature, humidity, barometric pressure, wind direction.

При исследовании функциональных характеристик природных систем каждый изучаемый район определяется присущим только ему комплексом метеорологических характеристик. Как фактор природной среды климат влияет на состояние водных ресурсов. Состояние морских прибрежных акваторий в значительной степени определяется интенсивностью волнового воздействия. А она, в свою очередь, зависит от местных метеорологических показателей. Кроме того, в прибрежных акваториях существенную роль играет ветровое перемешивание вод.

Данные метеонаблюдений могут использоваться для оценки гидродинамической нагрузки на акваторию побережья [1, 4].

Метеорологический режим северо-западной части Японского моря определяется его географическим положением, рельефом, климатическими условиями района и характеризуется существенными сезонными и многолетними колебаниями параметров климата [2, 3]. Направление волнения в заливах и бухтах зависит от конфигурации береговой черты и направления ветра. Это отражается на формировании характера циркуляции атмосферы и, как следствие, вод и особенностях биологии гидробионтов. В зал. Петра Великого преобладает ветровое волнение. С ноября по март под воздействием зимнего муссона преобладает волнение северо-западного направления. Весной направление ветра неустойчиво и отмечается юго-восточное, юго-западное и северо-западное волнение. С мая по август господствует летний муссон и преобладает юго-восточное направление волнения. В весенний и осенний периоды волнение переменное [2].

Под воздействием зимнего муссона, постоянно дующих сильных северных ветров и высокого атмосферного давления с ноября по март наблюдается понижение уровня воды. Самый низкий уровень отмечается в феврале. В период летнего муссона, когда преобладают южные ветры и атмосферное давление низкое, уровень воды повышается. Устойчивые ветры обуславливают возникновение сгонно-нагонных течений с подъемом уровня воды до 20–30 см и дрейфовых течений [2, 3, 5].

Необходимость создания в настоящее время в хозяйствах марикультуры гидрометеорологических станций очевидна. Сведения о состоянии погоды позволяют планировать сроки проведения тех или иных технологических операций. Наличие базы многолетних наблюдений позволяет делать не только оперативные, но и долговременные прогнозы. Созданная в 2015 г. на побережье бухты Северной АМС (автоматическая метеорологическая станция) дала возможность получить первые достоверные сведения о климатических условиях прибрежной зоны этой акватории.

Целью настоящей работы является оценка метеорологических параметров побережья бухты Северной Амурского зал. зал. Петра Великого.

Исследования проводились с августа 2015 по март 2016 гг. Наблюдения за изменениями суточной температуры воздуха, атмосферного давления, направлением и скоростью ветра велись ежедневно. Данные наблюдений получены с помощью станции АМС бухты Северной. Климатические описания основываются на анализе средних характеристик метеорологических данных.

Температура воздуха. Самым теплым месяцем в исследуемый период 2015 г. по данным АМС, расположенной на побережье бухты Северной, являлся август, когда средняя месячная температура воздуха составила +20,8 °С. Затем наблюдалось постепенное снижение среднемесячных показателей (рис. 1).

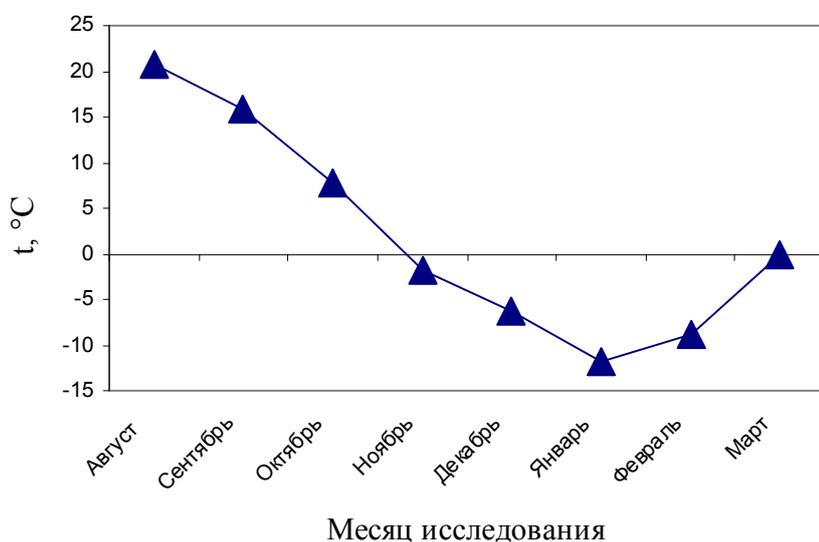


Рис. 1. Средние значения температуры воздуха за исследуемый период 2015–2016 гг. по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
 Fig. 1. Average air temperatures during the study period 2015-2016 according to the AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan

Температура воздуха на побережье бухты Северной в 2015 г. переходила через 0 °С в начале ноября. До декабря происходило быстрое ее понижение, которое в среднем составляло 7–10 °С; в дальнейшем от декабря к январю понижение температуры замедлилось и составило в среднем 6 °С (рис. 1, 2, 3).

Наиболее холодным месяцем является январь, в котором средняя месячная температура воздуха составляла –11,8 °С. С февраля температура воздуха начала интенсивно повышаться. В конце марта средняя суточная температура воздуха переходит через 0 °С. Среднемесячная температура воздуха в марте составляет 1 °С (рис. 3).

Рис. 2. Температура за теплый период по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
 Fig. 2. The temperature of the warm period, according to AMS data on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan

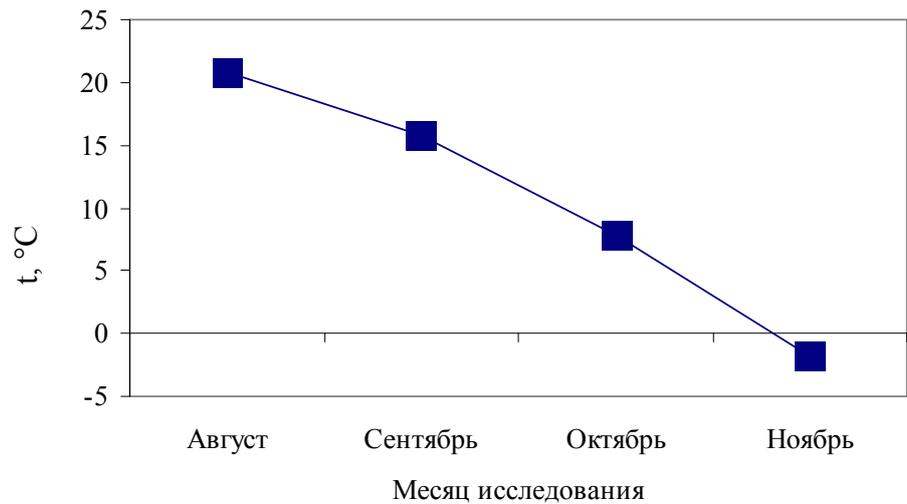
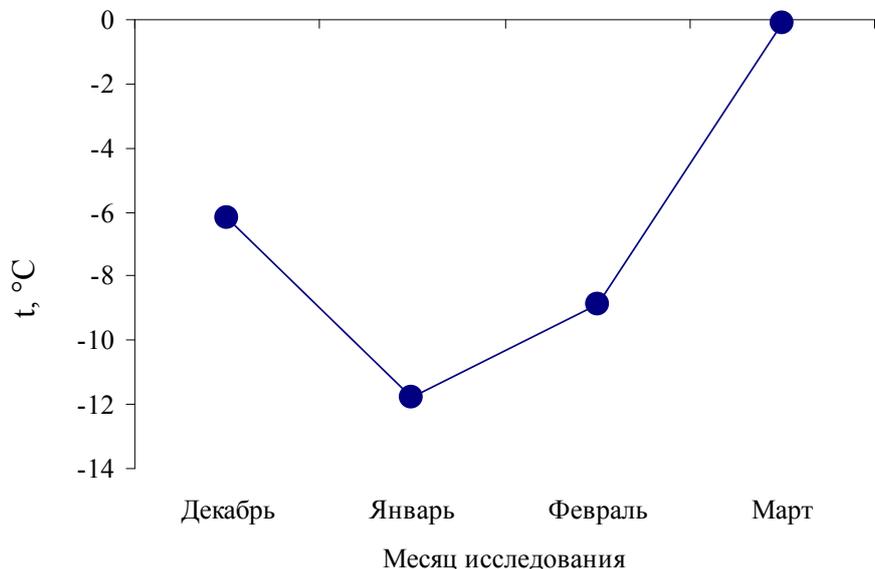


Рис. 3. Температура за холодный период по данным АМС на побережье бухты Северной
 Fig. 3. The temperature of the cold period, according to AMS on the coast of Severnaia Bay



Дни с низкими температурами сопровождаются, как правило, туманной пасмурной погодой с умеренными ветрами южных направлений. При северных ветрах и переменной облачности температура воздуха более высокая.

Динамика температуры воздуха в зоне побережья бухты Северной в период исследований была близка к значениям, приводимым в литературе [2, 3, 5].

Изменения температуры в начале августа носили скачкообразный характер. С середины августа температура воздуха начинает понижаться (рис. 4). В январе температура воздуха имеет неоднозначный характер. Резкие колебания температуры отмечены в течение всего месяца. В начале января отмечались более высокие температуры -1–8 °С, дальше температура воздуха снижалась до -19 °С (рис. 5).

Влажность воздуха. Наименьшие значения относительной влажности отмечались в декабре-январе и составляли 55–65 % (рис. 6).

С конца января относительная влажность увеличивается. Наибольшая средняя месячная влажность воздуха отмечается в августе и повсеместно составляет 85–94 %. В некоторые дни влажность достигала 100 %. С сентября относительная влажность уменьшается, особенно интенсивно к октябрю-ноябрю.

В течение всего года был хорошо выражен суточный ход с максимумом в утренние часы и минимумом в послеполуденные часы (рис. 7, 8).

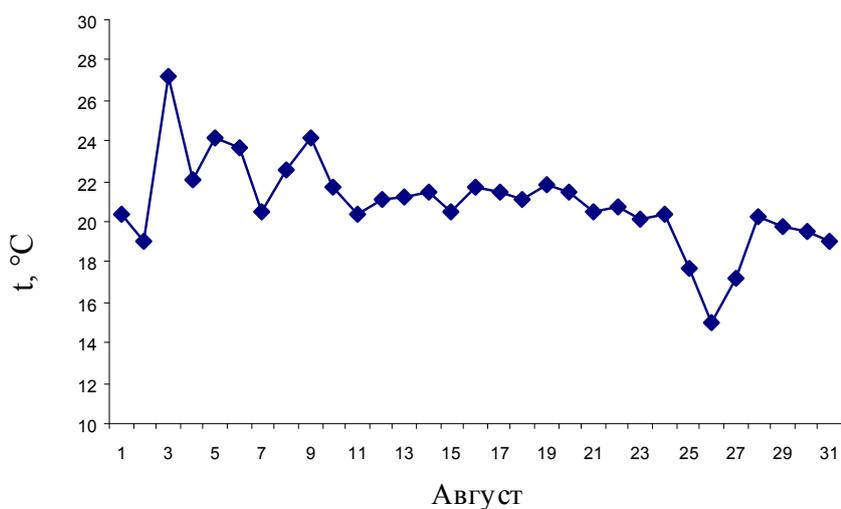


Рис. 4. Суточный ход температуры воздуха за самый теплый месяц по данным АМС на побережье бухты Северной Fig. 4. The diurnal variation of air temperature in the warmest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay

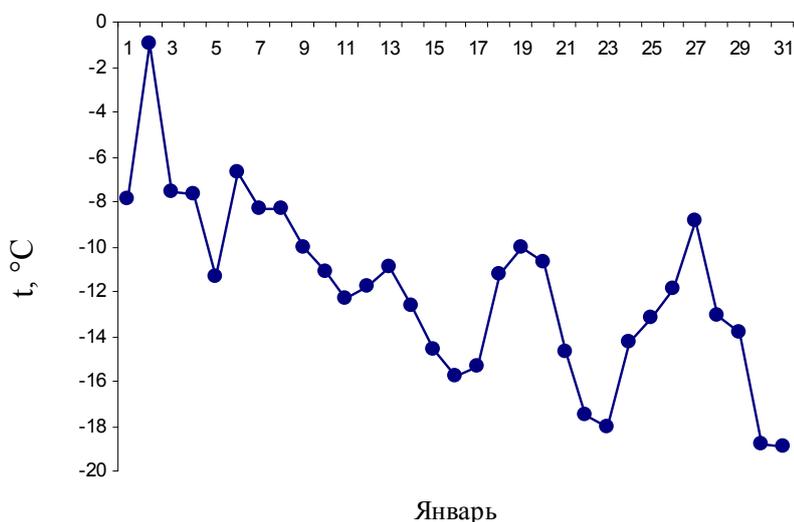


Рис. 5. Суточный ход температуры воздуха за самый холодный месяц по данным АМС на побережье бухты Северной Fig. 5. The diurnal variation of air temperature in the coldest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay

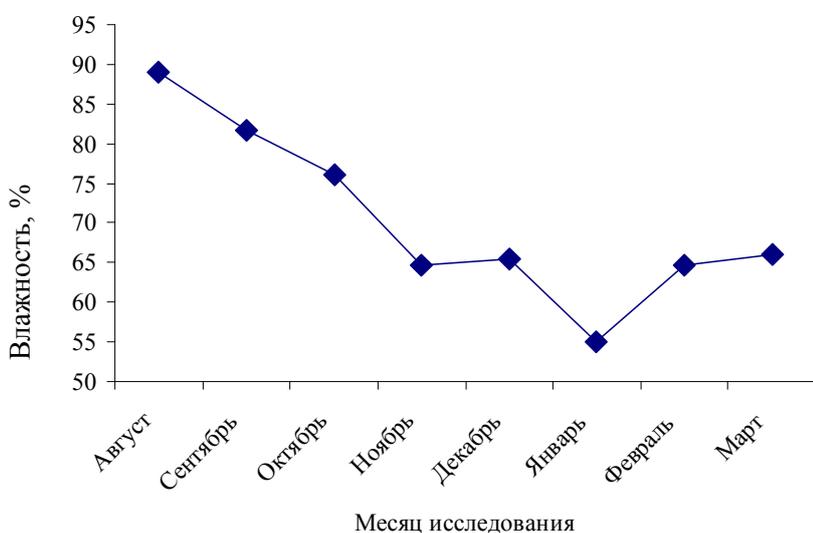


Рис. 6. Изменения влажности воздуха за исследуемый период 2015–2016 гг. по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря Fig. 6. Changes in humidity during the study period for the study period 2015–2016 according to the AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan

Рис. 7. Суточный ход влажности за самый теплый месяц по данным АМС на побережье бухты Северной
 Fig. 7. The diurnal variation of humidity in the warmest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay

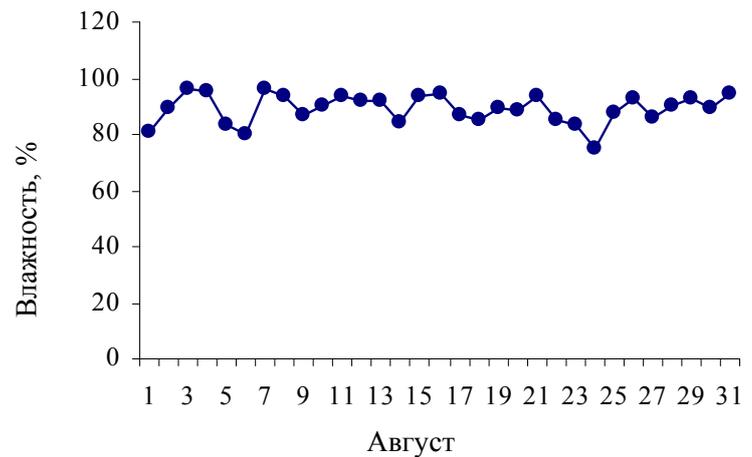
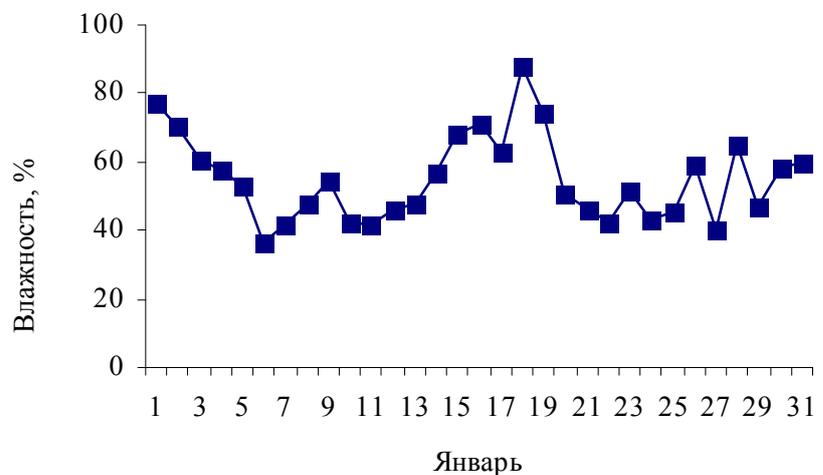


Рис. 8. Суточный ход влажности за самый холодный месяц по данным АМС на побережье бухты Северной
 Fig. 8. The diurnal variation of humidity in the coldest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay



Число дней с относительной влажностью $\leq 30\%$, т.е. число сухих дней за исследуемый период, составило всего 2 дня. Как правило, дни с малой относительной влажностью наблюдаются с октября по май [2]. Число дней с относительной влажностью $\geq 80\%$, т.е. число влажных дней на побережье, составляет 81.

Показатели влажности прибрежной зоны бухты Северной в исследованный период и их динамика близки к значениям, приводимым для побережья зал. Петра Великого.

Атмосферное давление. На земной поверхности атмосферное давление изменяется от места к месту и во времени.

Особенно важны определяющие погоду неперіодические изменения атмосферного давления, связанные с возникновением, развитием и разрушением медленно движущихся областей высокого давления (антициклонов) и относительно быстро перемещающихся огромных вихрей (циклонов), в которых господствует пониженное давление.

Величина атмосферного давления прибрежной зоне бухты Северной в исследуемый период варьировала от 755 до 770 мм рт. ст. (рис. 9).

В теплый период года с августа по ноябрь отмечаются наименьшие значения атмосферного давления, которые составляют 755–760 мм рт. ст. К концу ноября отмечен скачок атмосферного давления до 770 мм рт. ст. (рис. 10).

В холодный период года с декабря по март над побережьем бухты Северной сформировалась область пониженного атмосферного давления 762–766 мм рт. ст. (рис. 11).

Направление ветра. Характер ветрового режима определяет направление волнения. Основным фактором, влияющим на гидродинамическую нагруженность мелководной зоны шельфа, является воздействие ветровых волн. Чем больше скорость ветра, время его дейст-

вия и длина разгона волн, тем больше элементы ветровых волн. Информация о ветрах направлений южного направления особо важна, так как основная часть прибрежных акваторий зал. Петра Великого подвержена воздействию волнения, генерируемого ветрами южных румбов. В зал. Петра Великого в холодный период года наблюдаются лимитированные разгоны волн (не отмечается штормов), так как ветер дует с суши на море. Кроме того, ветровой апвеллинг – одна из основных причин появления холодных высокосолёных вод у северо-западного побережья Японского моря в летние и осенние месяцы. У берегов Приморья в осенний период развитие апвеллинга возможно при постоянном действии северо-западных и юго-западных ветров [6].

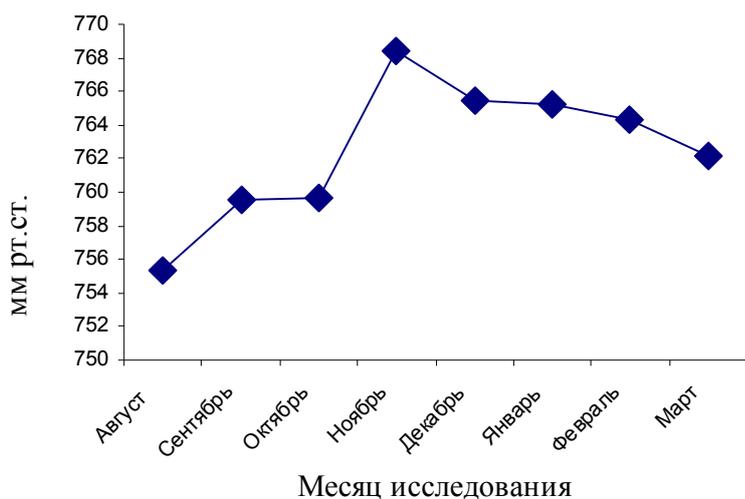


Рис. 9. Изменения атмосферного давления за исследуемый период 2015–2016 гг. по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
 Fig. 9. Changes of the atmospheric pressure during the study period for the study period 2015–2016 according to the AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan



Рис. 10. Атмосферное давление за теплый период года по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
 Fig. 10. The diurnal variation of atmospheric pressure in the warmest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan

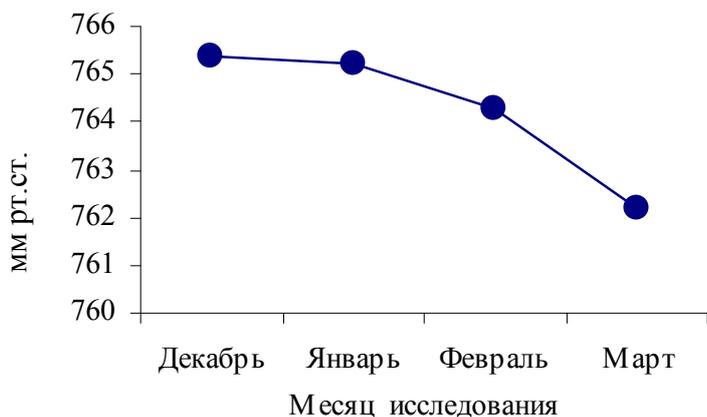
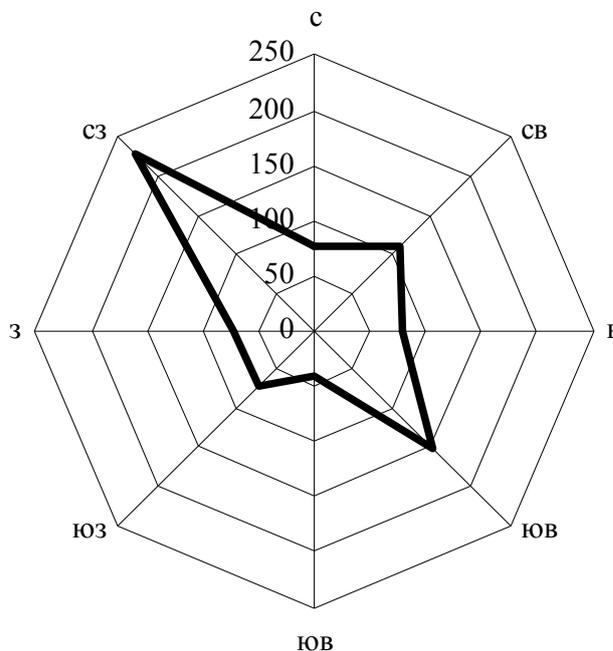


Рис. 11. Атмосферное давление за холодный период года по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
 Fig. 11. The diurnal variation of atmospheric pressure in the coldest month according to the AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan

В исследуемый период преобладал ветер северо-западного направления (таблица). Это направление отмечалось в течение 225 дней. Ветры южного направления наблюдались 41 день (рис. 12).

Рис. 12. Роза ветров за исследуемый период по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
Fig. 12. The wind rose during the study period, according to AMS on the coast of Severnaia Bay, Sea of Japan



По многолетним данным ГМС «Владивосток» за год, в целом ветры северных румбов составляют 48 %, ветры южных румбов – 43 % (таблица).

**Число дней с ветрами различных направлений
по данным АМС на побережье бухты Северной Японского моря
The number of days with winds of different directions on the set of AMS
on the coast b. Northern Sea of Japan**

Месяц	Направление ветра								
	Штиль	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Август	7	10	10	14	30	13	11	12	25
Сентябрь	0	0	0	2	16	3	3	0	28
Октябрь	0	4	2	2	16	3	8	5	30
Ноябрь	0	12	20	8	12	3	1	3	24
Декабрь	0	7	10	3	14	4	6	3	29
Январь	0	23	20	13	16	2	11	14	30
Февраль	5	14	23	16	21	7	14	17	29
Март	4	7	23	21	24	6	15	19	30
Итого	16	77	108	79	149	41	69	73	225

В бухте Северной за период наблюдений ветры северных румбов составляют 31 %, ветры южных румбов – 16,8 %.

К сожалению, на данном этапе мы еще не имеем полного ряда круглогодичных наблюдений. Сравнение имеющихся данных с литературными, выявление климатологических особенностей побережья бухты Северной и разработка практических рекомендаций станет возможна после получения рядов наблюдений за несколько лет.

Список литературы

1. Преображенский, Б.В. Основы подводного ландшафтоведения / Б.В. Преображенский, В.В. Жариков, Л.В. Дубейковский. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 360 с.
2. Лоция северо-западного берега Японского моря от реки Туманная до мыса Белкина. ГУНО. – 1984. – № 1401. – 316 с.
3. Гайко, Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море) / Л.А. Гайко. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 151 с.
4. Смирнова, Е.В. Некоторые аспекты гидродинамических характеристик песчаных мелководных бухт прибрежной зоны Приморья / Е.В. Смирнова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 110–116.
5. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России / В.П. Шунтов. – Владивосток, 2001. – Т. 1. – 580 с.
6. Юрасов, Г.И. Характерные особенности осенне-зимнего апвеллинга в заливе Петра Великого / Г.И. Юрасов, Е.А. Вилянская // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря. – М.: ГЕОС, 2008. – С. 73–82.

Сведения об авторах: Бондарь Мария Владимировна, магистрант,
e-mail: maria@mail.ru;
Смирнова Елена Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: smir.el.val@gmail.com.

УДК 551.4 + 574.58

В.В. Жариков², Е.В. Смирнова¹, А.М. Лебедев²¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б²Тихоокеанский Институт географии ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7**ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНАЯ ОЦЕНКА
СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БИОТЫ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ
(АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)¹**

Произведена оценка состояния биоценозов и местообитаний и изучен таксономический состав и количественные показатели макробентоса бухты Северной (Амурский зал., зал. Петра Великого, Японское море). Получены подробные карты рельефа и распределения донных осадков. Выяснено, что в составе макрозообентоса бухты Северной преобладают полихеты, двустворчатые моллюски, морские звезды. Средняя биомасса зообентоса составляла 100–300 г/м².

Ключевые слова: рельеф дна, биотоп, макробентос, биомасса, плотность поселения.

**V.V. Zharikov, E.V. Smirnova, A.M. Lebedev
ECOLOGICALY-LANDSCAPE ASSESSMENT OF SEVERNAIA BAY
(AMURSKY BAY, SEA OF JAPAN) BIOTA THE CURRENT STATE**

The assessment of Severnaia Bay (Amurskyi Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) communities and habitats state was conducted and macrobenthos taxonomic composition and quantitative indicators was investigated. Detailed bottom topography and sediments distribution maps were received. Macrozoobenthos is dominated by polychaetes, clams, starfish. The average biomass of zoobenthos was 100–300 g / m².

Key words: the bottom relief, biotope, macrobenthos, biomass, density.

В бухте Северной Амурского зал. Японского моря происходит интенсивное развитие подвешного выращивания приморского гребешка и планируется подвешное выращивание трепанга. Бухта относится к числу полузакрытых. Известно, что при размещении плантаций марикультуры в закрытых и полузакрытых бухтах происходят существенные изменения в экосистемах эксплуатируемых акваторий [1].

В связи с опасностью антропогенных изменений донных сообществ необходимо было провести эколого-ландшафтную оценку состояния биоценозов и местообитаний, исследовать таксономический состав и количественные показатели макробентоса.

Изначально условия обитания бентоса в прибрежной зоне определяются, в основном, глубиной бассейна, строением его дна и гранулометрическим составом донных отложений. Эти факторы прямо или опосредованно (через потоки осадочного вещества) зависят от особенностей рельефа. Поэтому одним из важнейших направлений эколого-ландшафтного изучения акватории бухты Северной является определение характеристик поверхности дна, его влияния на динамику придонных сред и распределение гидробионтов.

Материал и методы

Полевые исследования ландшафтной структуры бухты Северной проводятся, начиная с 2008 г. Схема работ на подводных профилях основывается на методике ландшафтного картографирования с использованием легководолазного снаряжения [2]. Для позиционирования точек и профилей использовался установленный в лодке картлоттер Garmin GPSmap 520s с 12-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Президиума ДВО РАН 15-И-6-124 и внутреннего гранта научных школ ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

канальным GPS-приемником. Курс и глубина во время прохода контролировались по компасу и глубиномеру. Резкие фациальные переходы фиксировались GPS-навигатором в лодке по положению буйка, выбрасываемого водолазом на поверхность. Описания профилей включали характеристику рельефа, уклонов, осадков, качественные и количественные показатели бентоса, следы жизнедеятельности организмов. Для каждой точки опробования фиксировался тип донных грунтов (ил, песок, гравий, валуны и т.д.). Преобладающая фракция определялась визуально, ее размер оценивался по гранулометрической шкале [3, 4].

Эти данные были дополнены сведениями, полученными в точках погружений кабельной видеокамеры BestWill CR110-7A.

Карты распределения грунтов, как и ЦМР, построены при помощи программы Surfer, ver. 10 (Golden Software Inc.), содержащей широкий набор методов создания сеточных поверхностей и операций с ними, обеспечивающих наиболее подходящий выбор для решения наших задач [5, 6].

Для создания карты распределения субстратов использовались ландшафтные описания водолазных разрезов, выполненные в период с 2008 по 2015 гг., и данные навигационных и топографических карт. Поскольку диапазон гранулометрической шкалы покрывает несколько порядков величин, при построении карты данные были прологарифмированы, а после расчета и сглаживания сеток приведены в исходное представление потенцированием.

Учитывая, что подробные батиметрические карты и цифровые модели рельефа (ЦМР) предоставляют ценную информацию при анализе распределения бентоса, водолазные исследования, проведенные в 2014–2015 гг., сопровождалось эхолотными промерами (GPSmap 520s совмещает функции GPS-приемника и эхолота). Запись велась в режиме частоты излучателя 200 Гц через установленный промежуток времени (от 1 до 5 с). Для каждой точки фиксировалась позиция, глубина, дата и время, температура на поверхности воды и другая вспомогательная информация. Схема профилирования строилась таким образом, чтобы плотность покрытия полигона точками промеров была максимально равномерной.

Гидробиологические исследования макрозообентоса мягких грунтов проводили в сентябре 2015 г. Материал собирали с борта моторной лодки на 17 станциях.

Станции располагались по всей акватории бухты на глубинах 1,5–17 м (рис. 1). Для отбора проб использовали водолазный зубчатый дночерпатель с площадью захвата 0,025 м².

Пробы промывали через гидробиологические сита СЛМ-200 с ячейей 2 мм. При камеральной обработке проб устанавливали таксономическую принадлежность организмов (для некоторых групп до семейства или отряда). Организмы, встреченные в пробах, подсчитывались и взвешивались на электронных весах с точностью до 0,1 г (для крупных организмов) и 0,001 г (для мелких форм). По этим данным определяли биомассу и плотность поселения макробентоса. В работе использована прижизненная сырая масса.

Результаты и обсуждение

Карта рельефа дна бухты, построенная в изолиниях, представлена на рис. 2. На ней отчетливо просматриваются основные геоморфологические элементы дна. Вершинная часть бухты наиболее мелководна. По-видимому, это связано терригенным стоком реки Брусья и из ручьёв. От вершины бухты по направлению к выходу простирается пологонаклонная равнина. На траверсе мысов глубина не превышает 12 м и затем плавно увеличивается в сторону моря. В северо-восточной части бухты глубины резко увеличиваются до 17 м.

На рис. 3 полученная карта грунтов «наброшена» на трехмерную модель рельефа дна бухты. Центральная, наиболее глубоководная часть бухты занята илисто-песчаными субстратами с преобладанием алевропелитов (размерность частиц 0,5 мм). Эти участки оконтурены биотопами, сложенными песками, мелким гравием и галькой (0,25 до 2,5 мм). Ближе к линии берега располагаются гравийно-галечные участки (2,5–100,0 мм). У мысов и на участках абразии сконцентрированы биотопы твердых грубообломочных грунтов (более 100 мм).

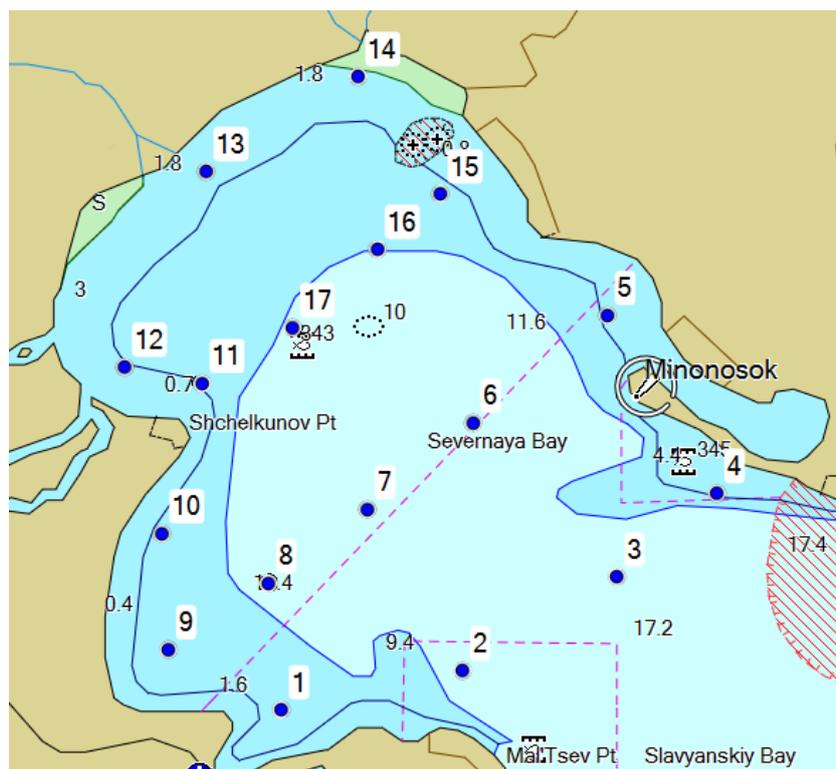


Рис. 1. Схема расположения станций отбора дночерпательных проб макробентоса
 Fig. 1. Scheme of macrobenthos sampling stations location

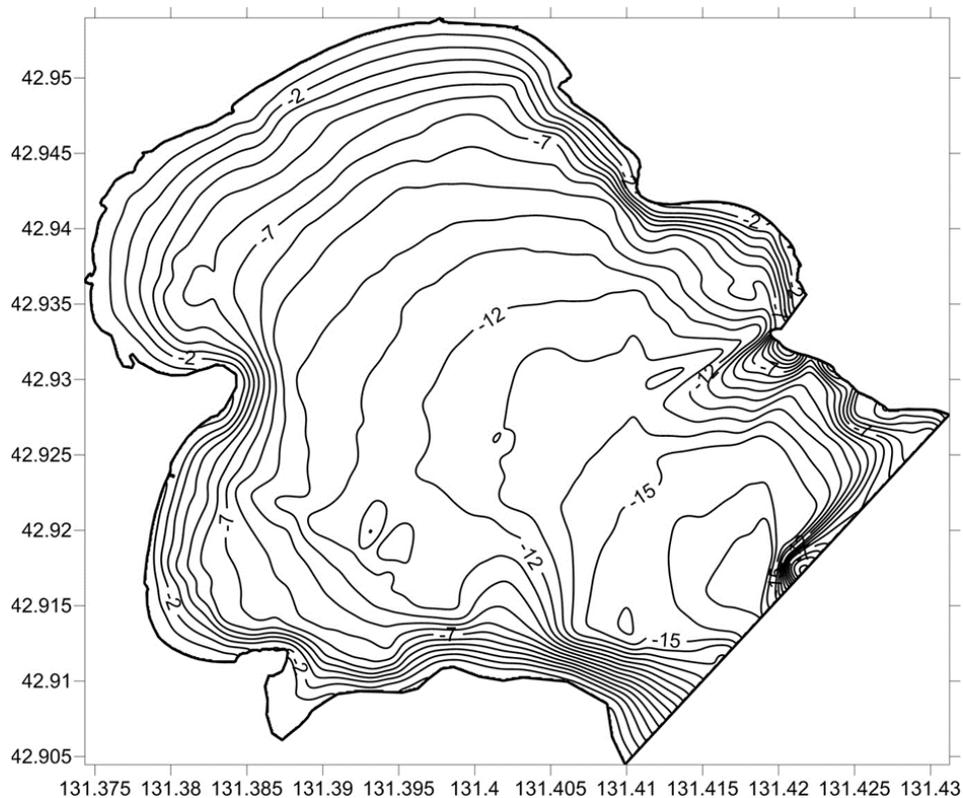


Рис. 2. Карта рельефа бухты Северной (изолинии проведены через 1 м)
 Fig. 2. The relief map of Severnaya Bay (contour lines carried over 1 m)

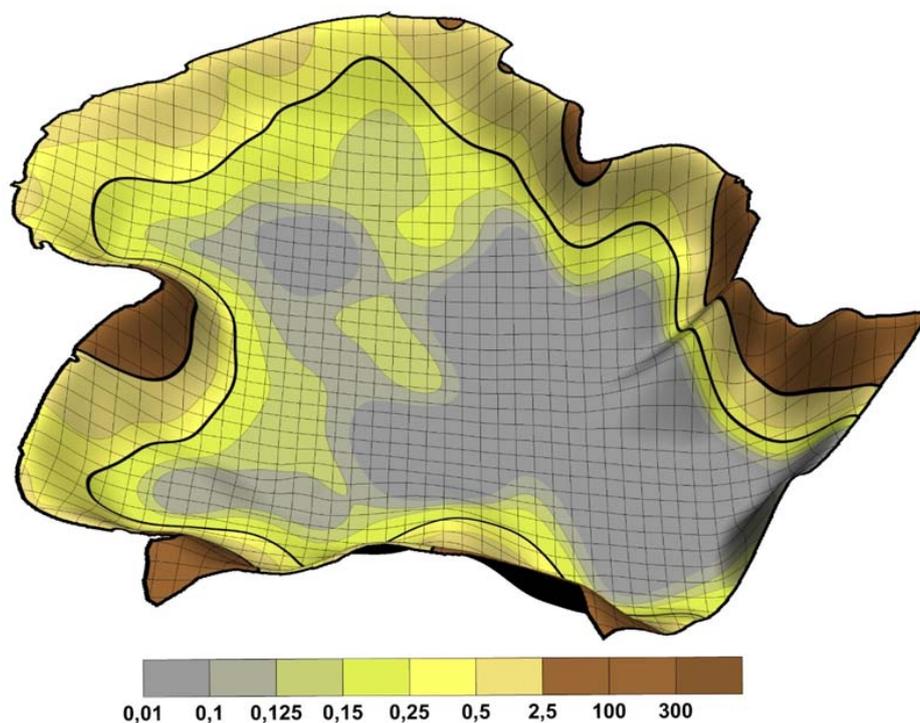


Рис. 3. Карта распределения грунтов в бухте Северной, совмещенная с объёмным представлением ЦМР

Fig. 3. Soil distribution map of Severnaia Bay, combined with a volumetric representation of DLM

Площади, занятые илисто-песчаными и песчано-гравийными осадками занимают не менее 80 % площади дна, однако биота этих грунтов до сих пор не была исследована.

По данным бентосной съемки, в составе макробентоса мягких грунтов бухты Северной по биомассе преобладали полихеты *Maldane sarsii*, двустворчатые моллюски *Mercenaria stimpsoni*, морские звезды *Patiria pectinifera* и *Asterias amurensis* (рис. 4).

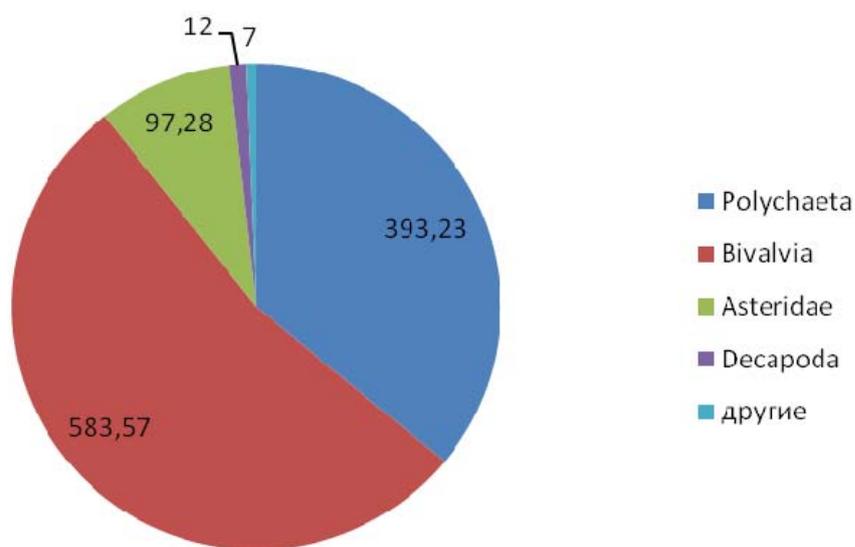


Рис. 4. Соотношение биомасс доминирующих таксонов макрозообентоса мягких грунтов в бухте Северной

Fig. 4. The ratio of Severnaia Bay soft soils macrozoobenthos dominant taxa biomass

Средняя биомасса зообентоса в сообществах мягких грунтов на большинстве станций составляла 100–300 г/м², достигая 6,5 кг/м² на ст. 3 в скоплении *M. stimpsoni* на глубине 15 м (рис. 5).

По биомассе преобладали двустворчатые моллюски, по плотности поселения – полихеты. Высокие значения плотности поселения макробентоса (более 1000 экз./м²) отмечены на станциях с илистыми грунтами, основную часть населения на этих участках составляли полихеты *M. sarsii*.

Обращают на себя внимание крайне низкие количественные показатели макрозообентоса на ст. 7, в центре скопления полихет *M. sarsi* (рис. 5). Считается, что этот вид обитает преимущественно в чистых районах и не выносит ухудшения кислородного режима в грунте [7, 8]. Ст. 7 располагалась в месте расположения подвесных установок марикультуры, и резкое уменьшение биомассы макробентоса в этой точке может свидетельствовать о локальном органическом загрязнении дна и придонных вод.

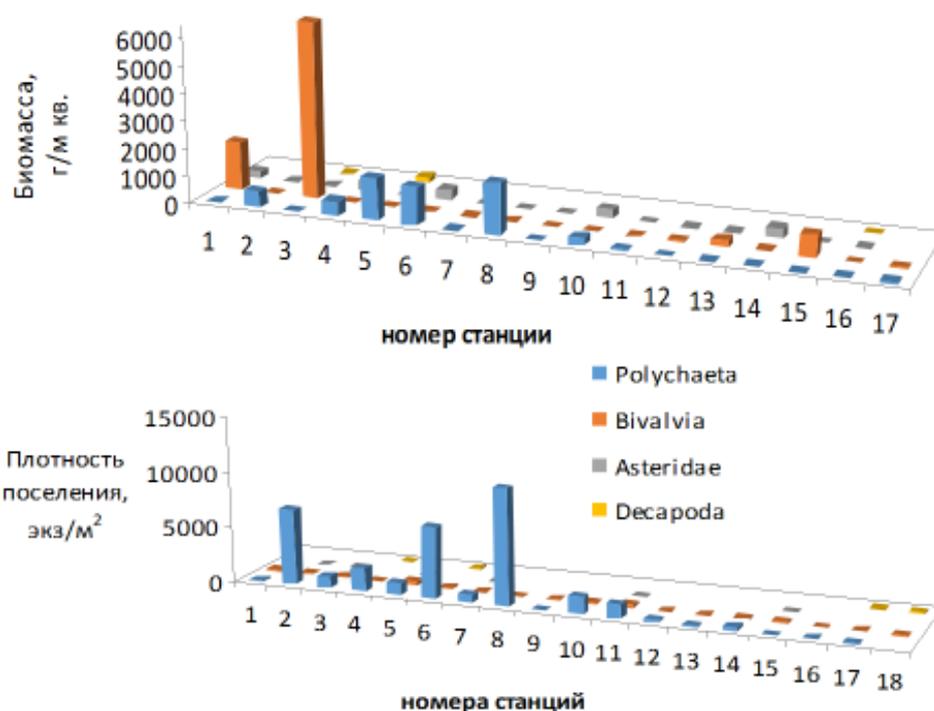


Рис. 5. Распределение биомассы и плотности поселения основных таксонов макробентоса по станциям
 Fig. 5. Distribution of biomass and population density the main taxa of macrobenthos on the stations

В ходе проведенных работ, целью которых было получить данные для эколого-ландшафтной оценки современного состояния бухты Северной, получены подробные карты рельефа и распределения донных осадков. Эти данные представляют морфолитогенную основу для создания подробной карты подводных ландшафтов района исследований.

Характерной чертой пространственной структуры бухты Северной является доминирование аккумулятивных участков, пелитовых и псаммитовых равнин с зарослями подводной растительности, псаммитовых террас и валов. Абразионно-аккумулятивные поверхности скально-обломочных склонов и бенчей имеют небольшое распространение и приурочены к открытым участкам береговой зоны бухты.

Анализ гидробиологических материалов показал, что в составе макробентоса мягких грунтов бухты Северной преобладают полихеты, двустворчатые моллюски, морские звезды.

По биомассе преобладали двустворчатые моллюски, по плотности поселения – полихеты. Высокие значения плотности поселения макробентоса отмечены на станциях с илистыми грунтами, основную часть населения на этих участках составляли полихеты *M. sarsii*.

В целом, бентос бухты Северной характеризовался достаточно высокими биомассами доминирующих видов при незначительном разнообразии, что достаточно характерно для сообществ мягких грунтов зал. Петра Великого.

Список литературы

1. Масленников, С.И. Автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.И. Масленников. – Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1998. – 174 с.
2. Преображенский, Б.В. Основы подводного ландшафтоведения / Б.В. Преображенский, В.В. Жариков, Л.В. Дубейковский. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 360 с.
3. Безруков, П.Л. Классификация осадков современных водоемов / П.Л. Безруков, А.П. Лисицын // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. – 1960. – Т. 32. – С. 3–14.
4. Лопатин, Б.Г. Методические указания по изучению Арктического шельфа / Б.Г. Лопатин, Н.А. Борщева, Н.П. Власова и др. – Л.: НИИГА, 1981. – 80 с.
5. Суханов, В.В. Научная графика на компьютере / В.В. Суханов. – Владивосток, 2005. – 355 с.
6. Суханов, В.В. Расчет промыслового запаса / В.В. Суханов // Вопр. ихтиол. – 2009. – Т. 49, № 6. – С. 786–799.
7. Тарасов, В.Г. Распределение и трофическое районирование донных сообществ мягких грунтов залива Восток Японского моря / В.Г. Тарасов // Биол. моря. – 1978. – С. 16–22.
8. Белан, Т.А. Особенности обилия и видового состава бентоса в условиях загрязнения (залив Петра Великого, Японское море): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.А. Белан. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2001. – 27 с.

Сведения об авторах: Жариков Василий Владимирович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией, e-mail: zhar@tig.dvo.ru;

Смирнова Елена Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: smir.el.val@gmail.com;

Лебедев Артур Майевич, кандидат географических наук, e-mail: lebedev@tig.dvo.ru.

УДК 591.69-7

В.Н. Казаченко¹, Н.В. Фещенко²¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б²ДВГУПС, г. Хабаровск, ул. Серьшева, 47**НАХОЖДЕНИЕ *ANELASMA SQUALICOLA*
(CIRRIPEDIA, ANELASMATIDAE) НА НОВОМ ХОЗЯИНЕ
ETMOPTERUS BAXTERI (SQUALIFORMES, ETMOPTERIDAE)**

Cirripedia Anelasma squalicola Garrick, 1957 зарегистрирована на новом хозяине *Etmopterus baxteri* Garrick, 1957 в районе Новой Зеландии.

Ключевые слова: *Anelasma squalicola*, *Etmopterus baxteri*, Cirripedia, Новая Зеландия.

V.N. Kazachenko, N.V. Feshchenko**DISCOVERY *ANELASMA SQUALICOLA* (CIRRIPEDIA, ANELASMATIDAE)
AT NEW HOST *ETMOPTERUS BAXTERI* (SQUALIFORMES, ETMOPTERIDAE)**

Barnacles Anlasma squalicola Garrick, 1957 was registered on the new host *Etmopterus baxteri* Garrick, 1957 in the area of New Zealand.

Key words: *Anelasma squalicola*, *Etmopterus baxteri*, Cirripedia, New Zealand.

Введение

Род *Anlasma* монотипичен. Циррипедия *Anlasma squalicola* – мезопаразит, специфична глубоководным акулам семейства Etmopteridae, зарегистрирована в Тихом и Атлантическом океанах; стебелек находится в мускулатуре хозяина, а капитулум – во внешней среде; последний включает в себя головной, грудной с рудиментарными конечностями и брюшной отделы, они окружены мантией. Паразит оказывает патогенное влияние на хозяина, снижает вес, задерживает половое созревание [1].

Материал и методы

При обработке коллекции паразитических ракообразных ТИНРО-Центра обнаружены паразиты *Anelasma squalicola* (Cirripedia, Pedunculata, Anelasmataidae) на новом хозяине *Etmopterus baxteri* (Squaliformes, Etmopteridae). Хозяин добыт в Тихом океане восточнее Южного острова Новой Зеландии. Сбор и обработка материала проводилась по общепринятым в паразитологии методам [2].

Результаты

Тип Arthropoda Siebold et Stannius, 1845

Класс Maxillopoda Dahl, 1956

Отряд Pedunculata Lamarck, 1818

Семейство Anelasmataidae Gruvel, 1905

Род *Anelasma* Darwin, 1851*Anelasma squalicola* (Lovén, 1844) (фото)Хозяин: *Etmopterus baxteri* Garrick, 1957 (Squaliformes, Etmopteridae), самка, длина 72 см.

Локализация: стебелек погружен в дорсальную мускулатуру головы, капитулум – во внешней среде.

Экстенсивность и интенсивность инвазии: 2 экземпляра у одной из двух обследованных рыб.

Место и время обнаружения: восточнее Южного острова Новой Зеландии (44°12S, 176°06E), 02.02.1978 г.

Глубина обнаружения: 970 м.

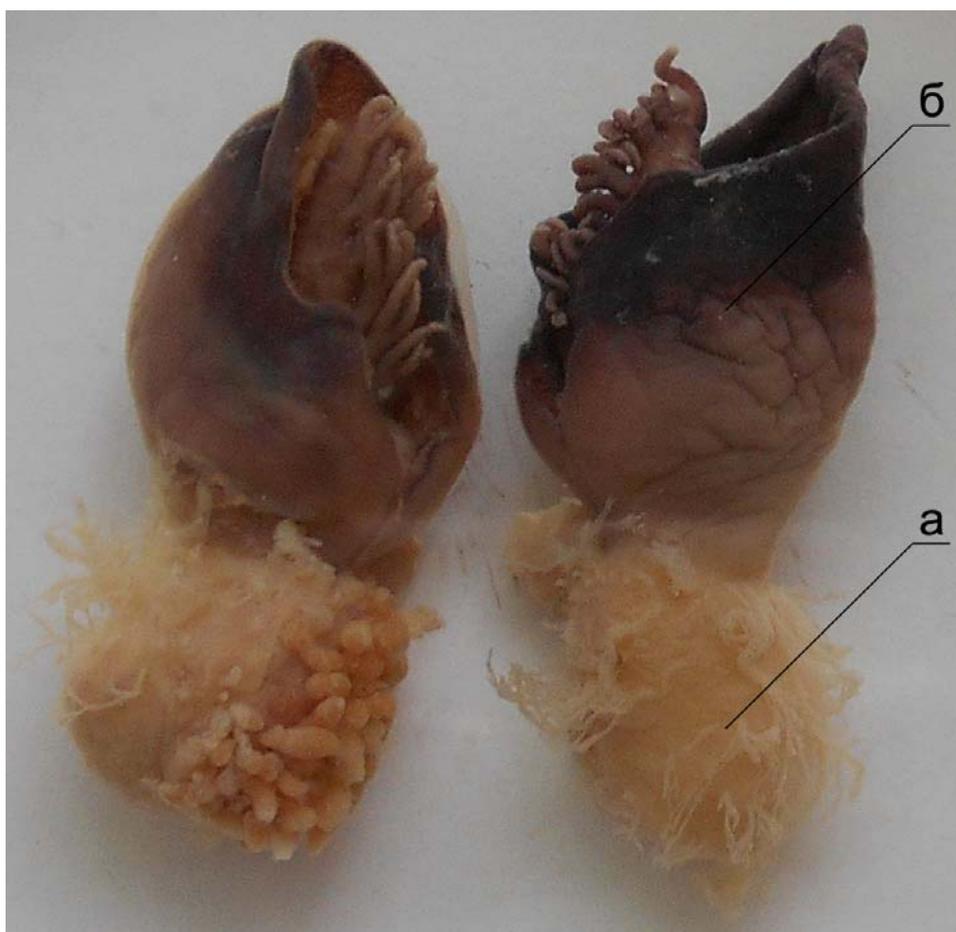
Измерения *Anelasma squalicola*, мм
Measuring of *Anelasma squalicola*, mm

Признаки	Экземпляры	
	первый	второй
Стебелёк	14,3x10,5	11,9x10,7
Капитулум	25,1x16,2	20,9x12,6

Циррипедия *Anelasma squalicola* зарегистрирована: на *Centroscyllium fabricii* у Западной Гренландии, *S. nigrum* с тихоокеанской стороны Магелланова пролива, *Etmopterus princeps* у Канарских о-вов, *E. unicolor* и *E. granulosus* у Новой Зеландии, Австралии и Тасмании и *E. schultzi* в Мексиканском зал., *E. spinax* у берегов Англии, Испании и в проливе Скагеррак [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Обсуждение

Etmopterus baxteri – новый хозяин *Anelasma squalicola*.



Anelasma squalicola: а – стебелёк; б – капитулум
Anelasma squalicola: а – peduncle; б – capitulum

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность сборщику материала В.А. Мазуру, С.Е. Позднякову, чл.-корр. РАН, 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. Гаевская, А.В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях / А.В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. – 237 с.
2. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
3. Broch H. Anatomical studies on *Anelasma* and *Scalpellum* // [Kgl.Norske Videnskabers Selsk.Skr.] 1, Trondhjem: Aktietrykkeriet, 1919, 28. (In Norw.).
4. Fernández-Ovies C.L. Crustáceos parásitos sobre tiburones bentopelágicos del talud continental Asturiano. 2. *Anelasma squalicola* (Loven) (Cirripedia: Thoracica: Anelasmataidae) // Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A. – 1993–1995. – № 43. – P. 7–14.
5. Frost W. E. The Nauplius larva of *Anelasma squalicola* (Loven) // J. mar. biol. Ass. U.K. – 1928. – Vol. 15 (N.S.). – P. 125–128.
6. Hansson H.G. 1998. South Scandinavian marine Crustacea Check, 1998. – P. 1–84.
7. Hickling C.F. On a small deep-sea shark *Etmopterus spinax* L., and its cirripede parasite *Anelasma squalicola* (Lovén) // Zool. J. Linn. Soc. – 1963. – Vol. 45. – P. 17–24.
8. Johnstone J., Frost W.E. *Anelasma squalicola* (Loven); its general morphology // Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. – 1927. – Vol. 41. – P. 29–91.
9. Mattisson A., Fänge R. The cellular structure of the leydig organ in the shark, *Etmopterus spinax* (L.) // Biol. Bull. – 1982. – Vol. 162. – P. 182–194.
10. Ommundsen A., Noever Ch., Glenner H. From suspension feeding to parasitism: The feeding mode of the shark barnacle *Anelasma squalicola* (Loven, 1844) // The Ecdysiast Newsletter of The Crustacean Society. – 2014. – Vol. 33, № 2. – P. 12.
11. Vik R. Crustacean parasite, *Anelasma squalicola* (Loven, 1844) in spiny dogfish // Fauna, Oslo. – 1960. – P. 1–20. (In Norw.).
12. Yano K., Musick J.H. The effect of the mrsoparasitic barnacle *Anelasma* on the development of reproductive organs of deep-sea sharks, *Centroscyllium* and *Etmopterus* // Environmental biology of fishes. – 2000. – Vol. 59. – P. 329–339.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com;
Фещенко Николай Васильевич, кандидат экономических наук, доцент.

УДК 628.394.1:574.632(265.54)

А.П. Черняев^{1,2}, Е.Н. Зык¹, М.С. Лягуша¹¹Дальневосточный федеральный университет,
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8²Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ И ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Исследовано содержание общих и полиароматических углеводородов в пробах донных отложений Амурского зал. (Японское море). Установлено превышение содержания углеводородов в большинстве станций относительно фона (южное побережье острова Рейнеке). В центральной и восточной частях залива преобладают тяжелые полиароматические углеводороды пирогенного происхождения. Показано, что наиболее загрязненными участками являются акватории прибрежной зоны города Владивостока.

Ключевые слова: общие углеводороды, полиароматические углеводороды, Амурский залив.

A.P. Cherniaev, E.N. Zyk, M.S. Liagusha**CONTENTS OF TOTAL AND POLYAROMATIC HYDROCARBONS
IN BOTTOM SEDIMENTS OF AMUR BAY (JAPAN/EAST SEA)**

The contents of total and polyaromatic hydrocarbons in samples of bottom sediments of Amur Bay (Japan/East sea) was studied. Excess of hydrocarbon content in most of the stations relative to the background (the southern coast of the Reineke island). In the central and eastern part of the bay is dominated by heavy pyrogenic polyaromatic hydrocarbons. It is shown that the most polluted areas are the waters of the coastal zone of Vladivostok.

Key words: general hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, the Amur bay.

Введение

Без углеводородных соединений современную жизнь представить себе практически невозможно. Это топливо, освещение, транспорт, но это и аварийные разливы, загубленные пляжи, уничтоженные птицы и животные. Проблема загрязнения морских сред не теряет своей актуальности на протяжении многих лет, несмотря на энергетические и экономические кризисы.

Углеводороды, входящие в состав нефти, являются одним из основных и наиболее часто встречающихся загрязнителей окружающей среды. Они существенно отличаются от многих других органических загрязнений тем, что это не один определенный компонент, а сложная смесь множеств разных соединений, к тому же не имеющая постоянного состава.

Полиароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, содержащие в своей химической структуре три и более конденсированных бензольных кольца. Основными источниками поступления в окружающую среду ПАУ антропогенного происхождения являются практически все промышленные предприятия, связанные с переработкой нефтепродуктов, энергетическая промышленность, транспорт. В основе эмиссии всех техногенных ПАУ лежат процессы термической деструкции органического материала: сжигание и переработка органического сырья – нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака и др.

ПАУ относят к стойким органическим загрязнениям из-за их крайне высокой устойчивости во всех объектах экосферы, таким образом, при их систематическом поступлении существует опасность кумуляции в абиотических и биотических составляющих природной

среды. На сегодняшний день известно более 200 представителей канцерогенных углеводородов. Среди веществ-экоотоксикантов полиароматические соединения занимают одно из первых мест по урону, наносимому окружающей среде. Воздействие ПАУ на живые организмы зависит от их структуры и изменяется в широких пределах: особая озабоченность сфокусирована на ПАУ, которые имеют молекулярную массу от 128 (нафталин) до 276 (дibenзо(g,h,i)перилен). Незамещенные ПАУ-соединения с низкой молекулярной массой, содержащие 2–3 кольца, проявляют высокую канцерогенность, а другие, имея несомненно неблагоприятный эффект на организмы, не являются канцерогенами. ПАУ с более высокой молекулярной массой, содержащие от 4 до 7 колец, как правило, менее токсичны, однако и среди них встречаются соединения с высокими канцерогенными, мутагенными или тератогенными эффектами в отношении широкого ряда организмов [1]. Семь ПАУ были классифицированы как вероятные человеческие канцерогены: бенз[а]антрацен, бензо[а]пирен, бензо[б]флюорантен, бензо[к]флюорантен, крисен, дибенз[а,h]антрацен и индено[1,2,3-cd]пирен [2,3].

Несмотря на огромный объем проведенных исследований в области исследования токсичности общих (ОУВ) и полиароматических углеводородов, остается недостаточно понятен их метаболизм и воздействие биологических и небиологических модификаторов на их токсичность. Для получения надежной и достоверной информации необходимо точно знать уровни содержания углеводородов в окружающей среде, их генезис и дальнейшую судьбу в экосфере.

Объекты и методы исследований

Пробы донных отложений были собраны в Амурском зал. в весенне-летний период. Карта-схема района работ представлена на рис. 1.

Образцы донных отложений освобождали от макровключений (камни, ракушечник, биота), высушивали до воздушно-сухого состояния и просеивали через сито с диаметром ячеек 1 мм согласно [4].

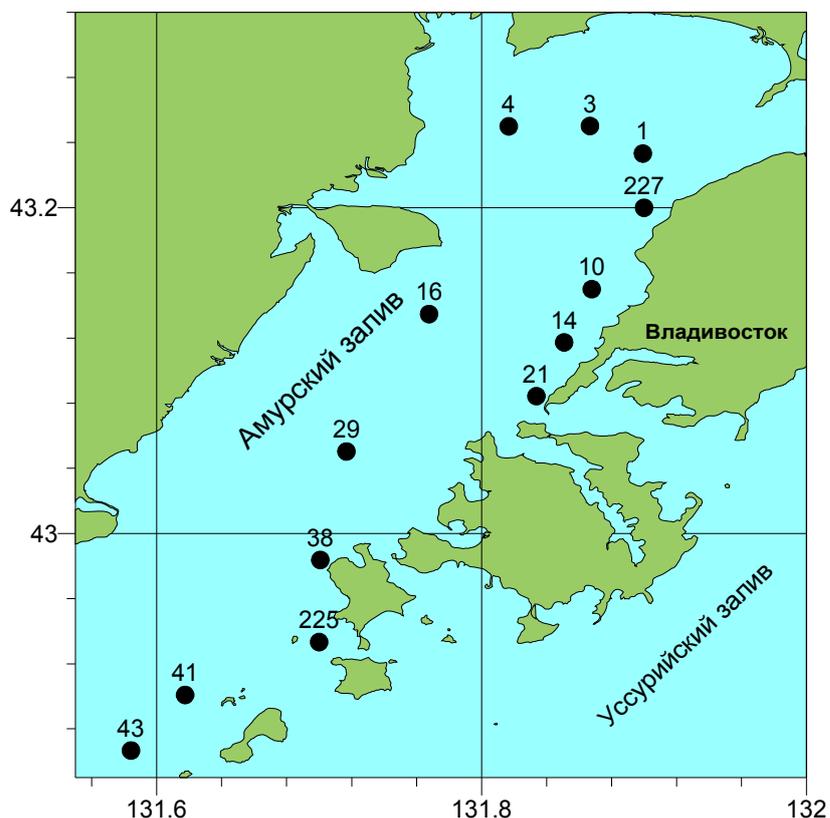


Рис. 1. Карта-схема района работ
Fig. 1. Schematic map
of the study area

Определение общих углеводородов проводили методом инфракрасной спектроскопии с предварительным выделением целевых компонентов из образцов грунта жидкость-жидкостной и ультразвуковой экстракцией с последующей очисткой экстрактов на сорбентах.

Аналитическое определение общих углеводородов проводили на ИК-анализаторе фирмы Shimadzu IRAffinity-1 (Япония).

Для определения содержания ПАУ применяли обращенно-фазовую высокоэффективную жидкостную хроматографию. Анализ проводили на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-10 ADvp (Япония), детектор – флуоресцентный RF-10A XL. Колонка – Discovery C₁₈ (25 см × 0,46 см, 5 мкм). В качестве элюентов использовали смеси ацетонитрила и воды в различных объемных соотношениях.

Скорость подачи элюента 0,5 см³/мин. Проба отбиралась автосемплером SIL-10 AD vp, элюент перед входом в хроматографическую систему дегазировали дегазатором DGU-14A.

Результаты и их обсуждение

Определение ОУВ. Среднее содержание НУ в образцах составляло от 48 мг/кг до 407 мг/кг. Распределение нефтеуглеводородов на акватории залива крайне неравномерно. Средняя концентрация нефтеуглеводородов в донных отложениях на западе ктовой части Амурского зал. составляет 250 мг/кг, что превышает содержание НУ в донных отложениях о. Рейнеке (условно фоновый район) в 10 раз. Относительно высокие концентрации нефтяных углеводородов в этом районе связаны со сбросом сточных вод г. Уссурийска, с. Вольно-Надеждинского, с. Михайловка в р. Раздольную без какой-либо очистки. В районе выпусков «Первая Речка», «Вторая Речка», «Верхне-Портовый» обнаружено значительное превышение концентрации нефтеуглеводородов (300–400 мг/кг), что связано с деятельностью предприятий г. Владивостока.

В центральной части Амурского зал. происходит значительное депонирование НУ донными отложениями и их содержание на отдельных станциях достигает 150 мг/кг. Какой-либо закономерности в пространственном распределении НУ в грунтах этого района не отмечено, что можно объяснить их разным гранулометрическим составом. В песчаных грунтах содержание НУ понижено (50–70 мг/кг), а в илах – повышено (до 400 мг/кг).

Распределение общих углеводородов в донных отложениях Амурского зал. (мг/кг сух. массы) представлено на рис. 2.

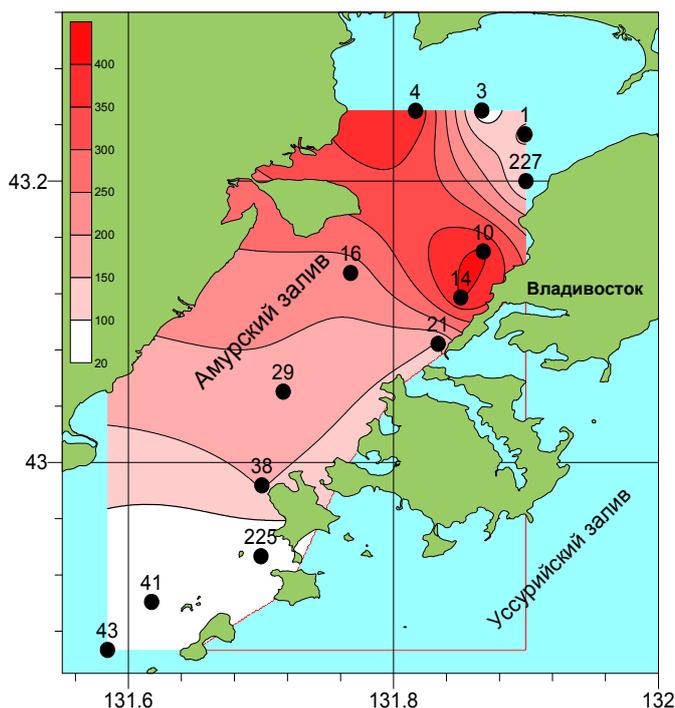


Рис. 2. Распределение общих углеводородов в донных отложениях Амурского зал. (мг/кг сух. массы)
 Fig. 2. Distribution of total hydrocarbons in the sediments of Amur bay (mg / kg dry. weight)

Определение ПАУ. Известно, что присутствие ПАУ в окружающей среде обусловлено как естественными, так и антропогенными процессами. Для оценки происхождения обнаруженных ПАУ используются различные соотношения между углеводородами антропогенного (рис. 3) и природного происхождения (рис. 4) [6–9]. В настоящей работе для расчёта индекса техногенности ПАУ использовалось отношение концентраций суммы флуорантена и пирена к сумме фенантрена и хризена (рис. 5). Преобладание техногенных ПАУ соответствует значениям индекса > 1 [5]. В то же время техногенные ПАУ могут иметь нефтяное или пиролическое происхождение. Присутствие нефтяных и пиролических соединений оценивали по индексу пироличности, рассчитанному по отношению флуорантена к сумме флуорантена и пирена, и характеризующему преобладание полиаренов пиролического происхождения при значениях индекса $< 0,5$.

Рис. 3. Распределение полиароматических углеводородов антропогенного происхождения в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)

Fig. 3. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons of anthropogenic origin in sediments of Amur bay (mg / kg dry. weight)

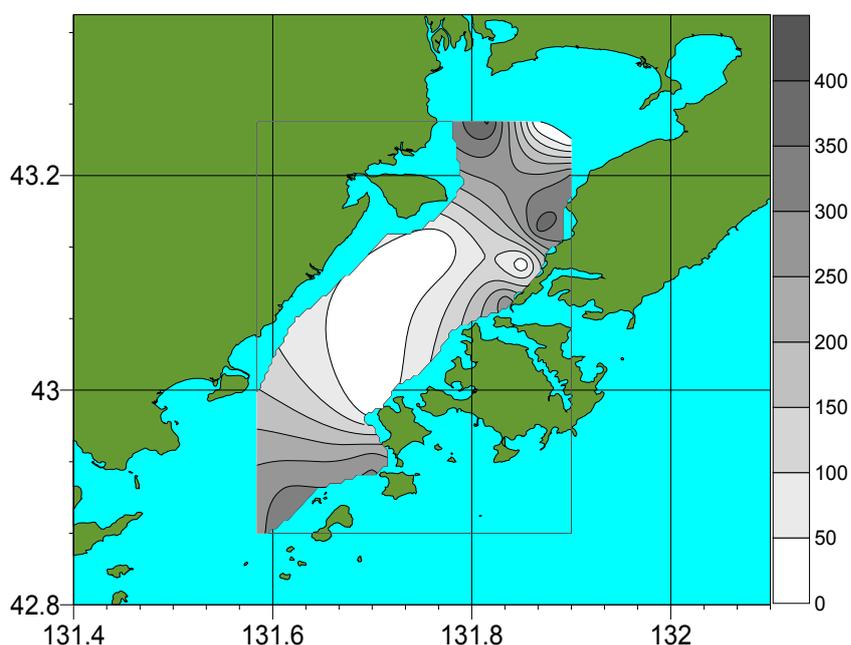
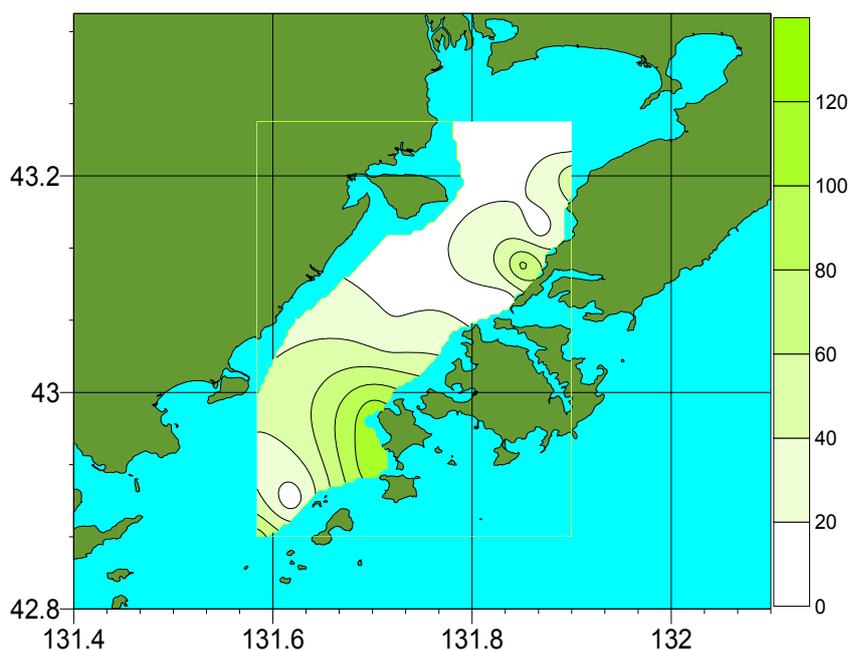


Рис. 4. Распределение полиароматических углеводородов биогенного происхождения в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)

Fig. 4. Distribution of biogenic origin of polyaromatic hydrocarbons in sediments of Amur bay (mg/kg dry. weight)



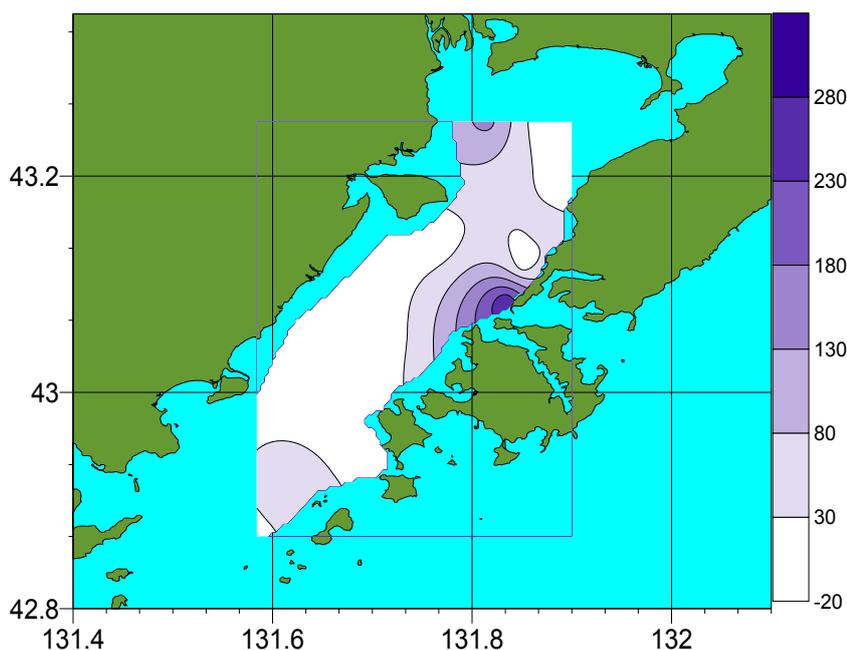


Рис. 5. Распределение техногенных полиароматических углеводородов в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)
 Fig. 5. Distribution of anthropogenic PAHs in sediments Amur bay (mg/kg dry. weight)

В донных отложениях прибрежной акватории в основном преобладали двух-четырёхъядерные соединения (фенантрен, флуорантен, флуорен), концентрации которых в сумме составляли в среднем более 90 % от суммарной концентрации ПАУ. Для большинства проб донных отложений величина отношения флуорантен/(флуорантен + пирен) была меньше 0,5, что позволяет сделать вывод о пирогенном происхождении обнаруженных полиаренов (рис. 6). В донных отложениях Амурского зал. концентрации суммы идентифицированных ПАУ находились в диапазоне от 6,2 до 595,9 нг/г сухой массы. Концентрации полиаренов в донных отложениях в восточной прибрежной части залива (побережье г. Владивостока) в 3–4 раза превышали концентрации ПАУ, зафиксированных на относительно чистых участках (станции № 41, 225), расположенных в открытой части залива (о. Рейнеке, о. Рикорда). На этих же станциях зафиксированы минимальные концентрации общих углеводородов (< 20 мг/кг сух. массы).

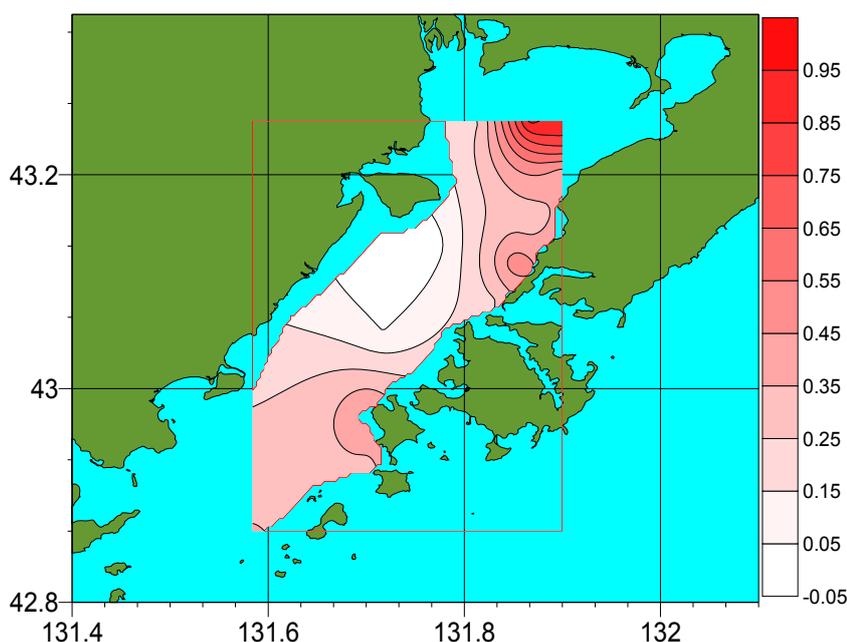


Рис. 6. Распределение полиароматических углеводородов пирогенного происхождения в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)
 Fig. 6. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons pyrogenic origin in sediments Amur bay (mg/kg dry. weight)

Канцерогенные ПАУ в донных отложениях в прибрежной части г. Владивостока (станции № 1, 3, 4, 10, 14, 227) составляли более 60 % от суммы идентифицированных соединений (рис. 7). Доля бенз(а)пирена была незначительной и не превышала 1 % от суммы ПАУ. Исключение составила станция № 3, относительная доля содержания бенз(а)пирена была выше 3 %. Встречаемость бенз(а)пирена в донных отложениях составила 85 %.

Преобладание «техногенных» соединений наблюдалось в донных отложениях центральной и восточной частей акватории Амурского зал. (рис. 7). Среди обнаруженных ПАУ преобладали флуорантен, хризен, бенз(б)флуорантен, флуорен. Массовая доля «тяжёлых» четырех-шести ядерных ПАУ, образующихся в основном в результате пиролитических процессов, в среднем составляла 48 % (см. рис. 5). Однако индекс «пирогенности» для всех проб донных отложений не превышал значение 0,5, что предполагает присутствие в донных отложениях в основном пирогенных ПАУ.

Исследования загрязнения общими углеводородами донных отложений Амурского зал. показали (рис. 8), что наиболее загрязнённым районом залива являются участки прибрежной части г. Владивостока, центральная часть залива.

Рис. 7. Распределение канцерогенных полиароматических углеводородов в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)
Fig. 7. Distribution of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments Amur bay (mg/kg dry. weight)

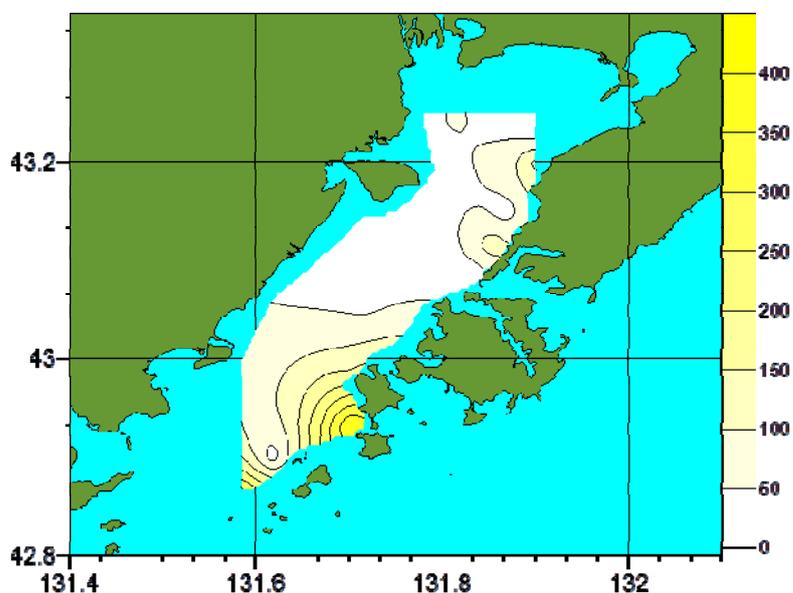
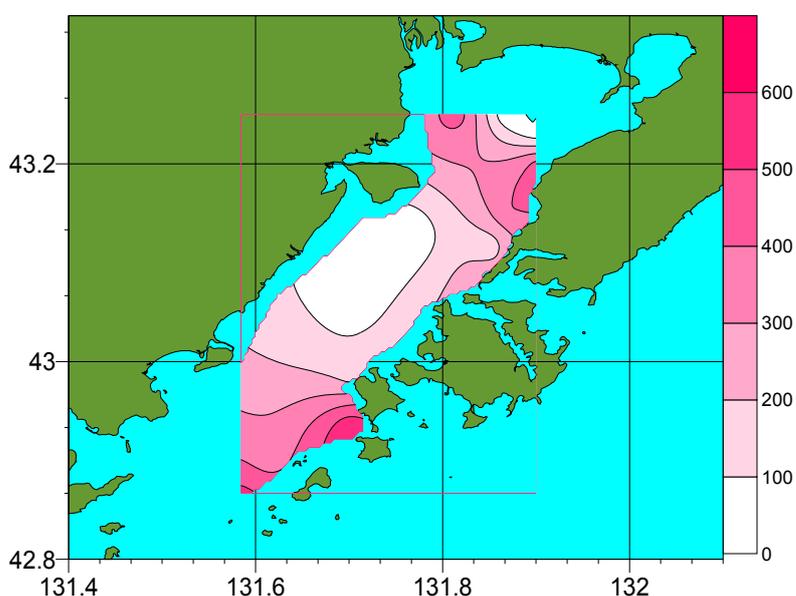


Рис. 8. Распределение полиароматических углеводородов в донных отложениях Амурского зал. (нг/г сух. массы)
Fig. 8. Distribution of polyaromatic hydrocarbons in sediments Amur bay (mg/kg dry. weight)



Наиболее высокие концентрации полиаренов обнаруживаются в осадках станций № 10, 14, 21, находящихся на побережье г. Владивостока и испытывающих максимальный антропогенный пресс.

Список литературы

1. Немировская, И.А. Углеводороды в океане. Загрязнение и природные потоки / И.А. Немировская. – М.: Научный мир, 2013. – 432 с.
2. Fetzer J. C. Large (C= 24) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Chemistry and Analysis. – John Wiley & Sons, 2000. – Т. 158.
3. Luch A. (ed.). The carcinogenic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons. – World Scientific, 2005.
4. РД 52.24.505-2010. Руководящий документ. Массовая доля нефтяных компонентов в донных отложениях. Методика выполнения измерений с идентификацией их состава и происхождения ИК-фотометрическим, люминесцентным и газохроматографическим методами.
5. Павленко, Л.Ф. Загрязнение Азовского моря полиароматическими углеводородами / Л.Ф. Павленко, Г.В. Скрыпник, А.А. Кленкин, И.Г. Корпакова // Вопр. рыболовства. – 2008. – Т. 9, № 4 (36).
6. Немировская, И.А. Углеводороды в экосистеме Белого моря / И.А. Немировская // Океанология. – 2005. – Т. 45, № 5. – С. 678–688.
7. Немировская, И.А. Идентификация нефтяных углеводородов в морской среде при использовании различных методов анализа / И.А. Немировская, В.В. Аникиев, Н. Теобальд, А. Рава // ЖАХ. – 1997. – Т. 52, № 4. – С. 392–396.
8. Ровинский, Ф.Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов / Ф.Я. Ровинский, Т.А. Теплицкая, Т.А. Алексеева. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 224.
9. Чернова, Т.Г. Углеводородные ассоциации в экосистеме Чёрного моря / Т.Г. Чернова // Океанология. – 1993. – Т. 33, № 1. – С. 79–85.

Сведения об авторах: Черняев Андрей Павлович, старший научный сотрудник, кандидат химических наук, e-mail: blizzard_01@mail.ru;
Зык Екатерина Николаевна, магистрант;
Лягуша Марина Сергеевна, магистрант.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 639.2.081.7:681.883.072

М.Ю. Кузнецов, В.И. Поляничко, В.И. Шевцов

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМА СУДНА НА ЭХОИНТЕГРАЦИОННЫЕ И ТРАЛОВЫЕ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ РЫБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Получены предварительные экспериментальные оценки влияния шумового поля судна на распределение и плотность минтая. Характерным является уменьшение суммарной плотности и заглубление рыб на расстоянии 140–150 м, что соответствует расчетной дистанции реагирования минтая на шум судна. Наблюдается перераспределение плотности рыб по слоям глубины. Заглубление рыб вызывает последовательное увеличение плотности рыб в более глубоком слое. Скорость заглубления рыб по мере приближения судна растет и на порядок превышает таковую при суточных вертикальных миграциях.

Ключевые слова: оценка запаса, шум судна, реакция избегания, плотность скопления, заглубление, рассеяние.

M.Y. Kuznetsov, V.I. Polyanichko, V.I. Shevtsov

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF VESSEL NOISE INFLUENCE ON ECHO INTEGRATION AND TRAWLING FISH STOCKS ESTIMATIONS WITH USE OF HYDROACOUSTIC TECHNOLOGIES

Preliminary experimental estimations of influence of vessel noise field on distribution and density of walleye pollock are received. Reduction of total density and deepening of fishes on distance of 140–150 m is characteristic. This corresponds to estimated distance reaction of walleye pollock on vessel noise. Redistribution of fishes density by depth layers is observed. Deepening of fishes are caused by consecutive increase of fishes density in deeper layer. Speed of fishes deepening in process of vessel approach grows and 10 times exceeds that at daily vertical migrations.

Key words: abundance assessment, vessel noise, avoiding reaction, school density, deepening, dispersion.

Введение

Основную информацию по текущему состоянию запасов большинства промысловых объектов получают в ходе выполнения учетных съемок. В настоящее время на Дальневосточном бассейне наиболее часто используются траловый и гидроакустический (тралово-акустический) методы оценки запасов рыб.

С развитием инструментальных методов дистанционного зондирования водной среды и компьютерных технологий обработки информации выявляются все новые данные об особенностях двигательного поведения гидробионтов и их реакций на внешние раздражители, которые ранее из-за недостатка этой информации подвергались сомнению и не принимались во внимание при организации учетных работ. Например, влияние гидроакустических шумов судна на поведение и распределение рыб. Шум вызывает у рыб реакцию избегания, которая сопровождается уходом рыб с траектории движения судна и изменением горизонта своего

обитания, т.е. рассеянием (уменьшением плотности) и (или) заглублением стай [1]. В результате в процессе съемки или лова рыбы перед судном, под судном и перед зоной захвата трала происходит перераспределение и изменение плотности скопления и его видовой и размерно-возрастной структуры, что может служить источником погрешности оценки запасов. Ошибка в эхоинтеграционной оценке запасов возникает, в основном, вследствие изменения плотности скопления рыб на пути научно-исследовательского судна и в объеме эхолотирования под судном. Кроме этого, изменение угла наклона рыб при погружении по сравнению с дорсальным аспектом в спокойном состоянии служит причиной уменьшения силы цели рыб и занижения их численности акустическим методом [2]. Аналогичные последствия влияния шума судна на поведение рыб могут иметь и траловые оценки. Причем, если ошибка траловых измерений может быть в какой-то степени скомпенсирована дифференцированными коэффициентами уловистости трала, то эффекты влияния гидроакустических полей на акустические оценки плотности рыб под судном в настоящее время никак не учитываются.

Чтобы повысить достоверность оценки обилия рыб и уловистости траловых рыболовных систем, влияние шумового поля судна на поведение и распределение рыб должно быть минимизировано или учтено в виде поправок, компенсирующих потери энергии эхосигнала при эхоинтеграционной оценке запасов и изменения плотности рыб в протраленном объеме при проведении траловых учетных съемок.

Поэтому целью данной работы являлось выполнение экспериментальных исследований влияния шумов научно-исследовательских судов на распределение и оценки плотности рыб с использованием гидроакустических технологий.

Объекты и методы исследований

Методика количественной оценки избегательной реакции рыб в шумовом поле судна была изложена нами ранее [3]. Для проведения работ использовался специально разработанный автономный плавучий гидроакустический комплекс (АГК), на котором установлен портативный научный эхолот EK-60 SIMRAD с вертикально ориентированной антенной 38 кГц, источник питания, система связи с судном и GPS-приемник. Комплекс запускается с борта судна по Wi-Fi и автономно работает в режиме вертикальной эхолокации и автоматического сбора акустических и навигационных данных с использованием специально разработанных программных средств [4].

Схема движения и маневрирования судна вокруг АГК аналогична используемой при измерении подводного шума судна (рис. 1). Реакция рыб на шум судна оценивалась по изменению силы обратного поверхностного рассеяния s_A (плотности рыб) как коэффициента избегания и средневзвешенной глубины расположения рыб как коэффициента заглубления до и во время прохождения судна мимо АГК.

Результаты и их обсуждение

Характерным для всех экспериментов является уменьшение плотности рыб и заглубление скоплений в шумовом поле судна при его приближении к АГК, которые можно заметить даже при визуальном просмотре эхограмм (рис. 2).

На рис. 3 представлены обобщенные по всем экспериментам графики изменения коэффициента избегания судна $K_{изб}$ (s_A , галс/ s_A , фон) по слоям глубины, иллюстрирующие процесс рассеяния (уменьшения плотности) и последующего восстановления суммарной плотности скоплений минтая в шумовом поле судна при его прохождении мимо АГК с эхолотом. В диапазоне глубин 0–100 м наблюдается наиболее динамичное поведение рыб (перераспределение плотности по слоям глубины и уменьшение плотности рыб на меньших глубинах). На горизонтальном расстоянии до судна 150–130 м кривая суммарной плотности имеет тенденцию небольшого начального подъема ($K_{изб} > 1$) за счет уплотнения («толпления») реагирующих вперед по ходу судна и находящихся там рыб и затем плавного уменьшения при

дальнейшем его приближении. Устойчивое снижение суммарной плотности скоплений минтая s_A зарегистрировано на горизонтальном расстоянии до точки максимального сближения (ТМС) около 120 м (рис. 3). С учетом глубины залегания рыб и бокового смещения АГК относительно судна это расстояние (среднее по всем экспериментам) составило около 140 м, что соответствует расчетной дистанции реагирования минтая и других тресковых на шум судна [5]. Отношение плотности рыб к фоновой в момент прохода буя (ТМС) на глубинах меньше 100 м составило 0,57, т.е. плотность минтая на минимальном расстоянии от судна уменьшалась более чем на 40 % относительно исходной, измеряемой при естественном (невозмущенном) состоянии рыб впереди судна до начала воздействия на рыб шумового поля судна. Восстановление плотности рыб после прохода судна происходило более полого и лишь частично: до 80 % от исходной на расстоянии 150–200 м позади судна. В диапазоне глубин от 100 до 200 м тенденция начального подъема и уменьшения суммарной плотности скоплений минтая в ТМС менее значима – 0,85, т.е. недоучет численности рыб акустическим методом в диапазоне глубин 100–200 м под судном составляет всего 15 %. Отношение суммарной плотности рыб к фоновой в ТМС во всем диапазоне глубин 0–200 м составило соответственно 0,69 (рис. 3).

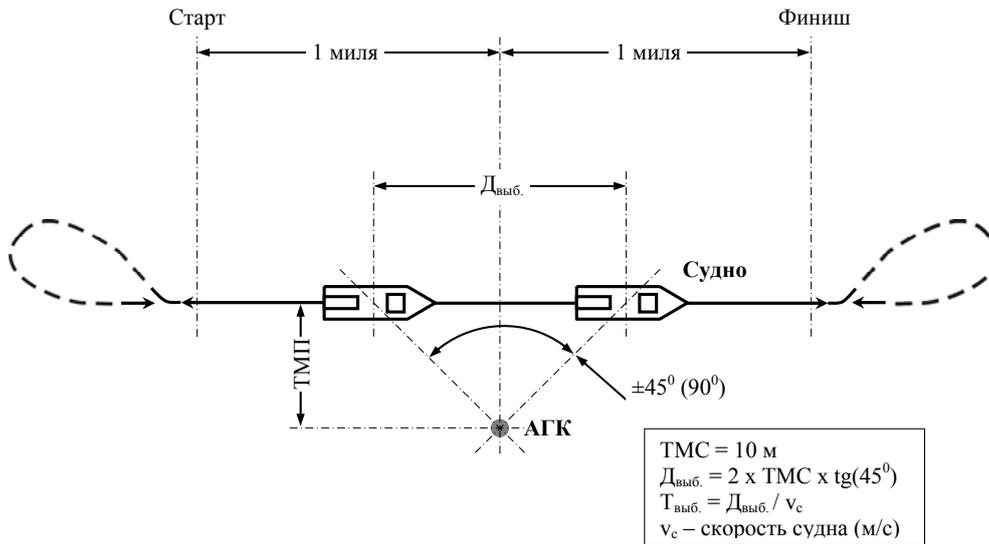


Рис. 1. Схема движения судна во время измерений
 Fig. 1. The scheme of vessel movement during measurements

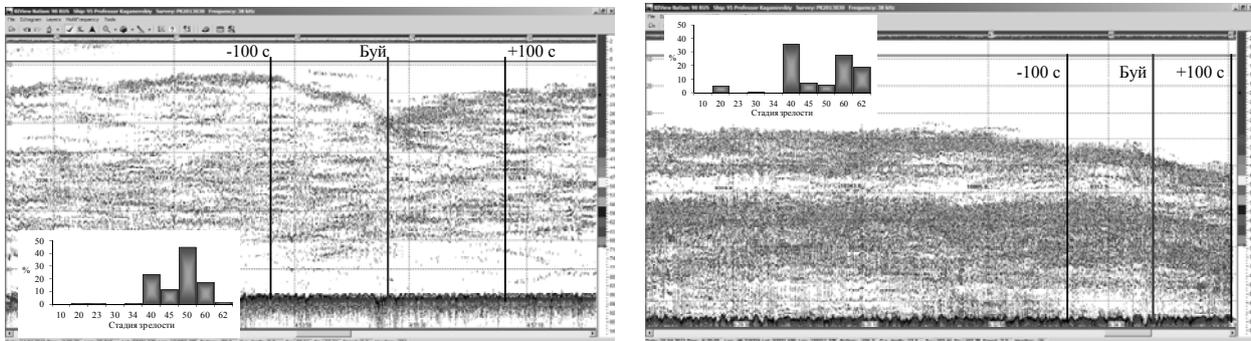


Рис. 2. Эхограммы, иллюстрирующие изменение распределения и плотности скоплений минтая при прохождении НИС «Профессор Кагановский» мимо буя с эхолотом
 Fig. 2. Walleye pollock distributions and school density change echogram during RV «Professor Kaganovsky» passage by a buoy with echo sounder

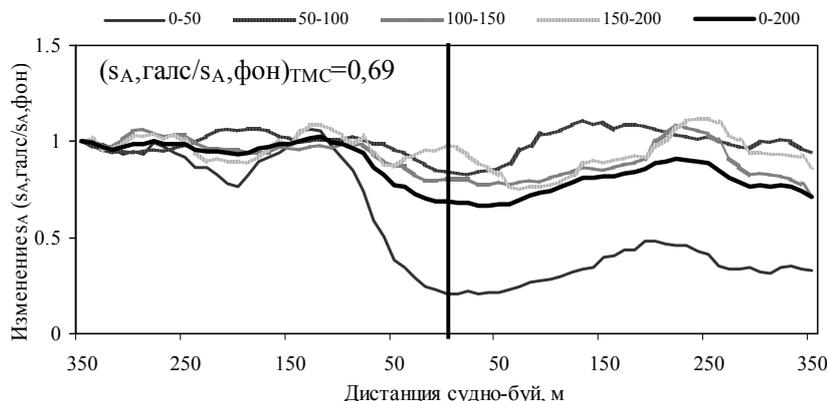


Рис. 3. Изменение плотности скопления минтая (s_A , галс/ s_A , фон) в зависимости от дистанции между судном и АГК в поддиапазонах глубин (Охотское море, 2013–2015 гг.)
 Fig. 3. Change of walleye pollock school density (s_A , track/ s_A , background) depending on a distance between a vessel and buoy in subranges of depth (sea of Okhotsk, 2013–2015)

Скорость погружения и подъема рыб во время прохода судна сильно варьировала. Обобщенные по всем экспериментам зависимости скорости заглубления и подъема минтая от дистанции между судном и АГК показаны на рис. 4. Скорость спуска плавно нарастает между 350 м и 140 м, а на расстояниях менее 120 м резко возрастает и на минимальном расстоянии от судна становится максимальной – до 42 см/с (35 см/с средняя в поддиапазоне дистанции до судна 0–50 м). Полученные результаты показывают, что скорости спуска рыб в шумовом поле судна существенно (на несколько порядков) превышают таковые при их естественных миграциях. Например, скорость погружения и подъема минтая в Охотском море при суточных вертикальных миграциях, максимальная в средних горизонтах, составляла около 0,5 м/мин (менее 1 см/с). Средняя скорость спуска и скорость подъема минтая на границе светлого и темного времени суток были тоже примерно одинаковыми – 0,3 м/мин (0,5 см/с) [6].

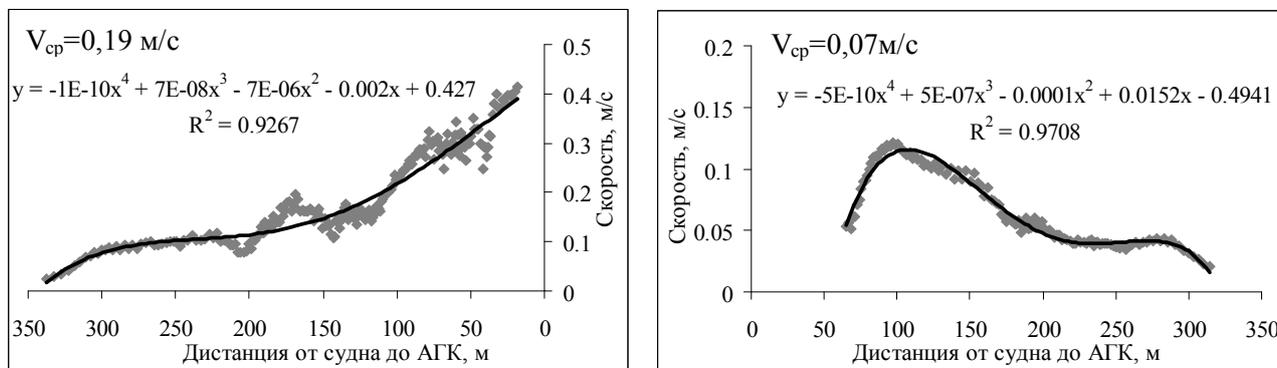


Рис. 4. Зависимости скорости заглубления (слева) и подъёма минтая (справа) от дистанции между судном и АГК в диапазоне глубин до 100 м (Охотское море, весна 2013–2015 гг.)
 Fig. 4. Dependences of walleye pollock speed deepening (at the left) and lifting (on the right) from a distance between a vessel and buoy in a range of depth less than 100 m (sea of Okhotsk, spring 2013–2015)

Скорость подъема минтая после прохода судна была меньше, чем скорость спуска, но также на порядок выше, чем во время суточных миграций. Скорость подъема после прохода судна растет и на расстоянии от судна около 100 м становится максимальной – до 12 см/с (10 см/с средняя). По мере удаления от судна скорость подъема плавно замедлялась (см. рис. 4). Полученные результаты являются подтверждением того, что шум судна является сильным раздражителем для рыб, реакция на который сопровождается вертикальным избеганием, гораздо более сильным, чем естественные вертикальные перемещения.

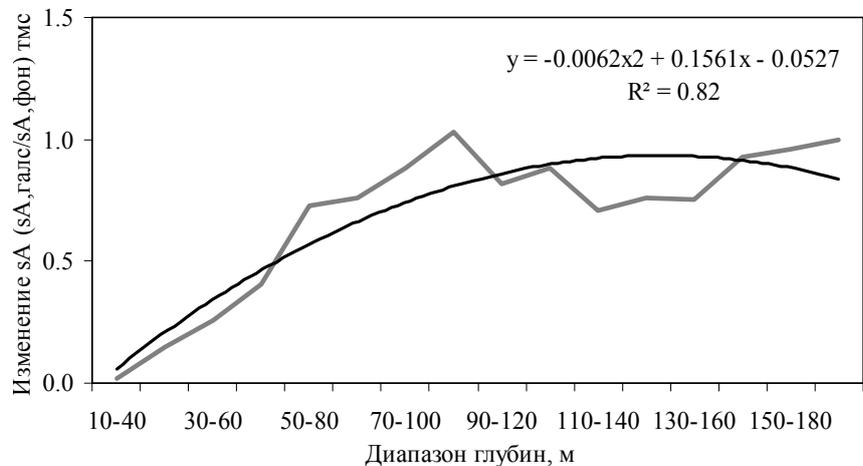
Еще одно интересное наблюдение и вывод на глубинах менее 100 м. При наличии скоплений в приповерхностных горизонтах процесс заглубления рыб начинался на расстояниях

до судна около 350–400 м, но плотность рыб в луче эхолота АГК при этом существенно не менялась. Это позволило сделать вывод о том, что минтай на этих дистанциях не совершает горизонтальных перемещений (не рассеивается). Причина таких движений в том, что на этих дистанциях рыбы слышат звук, но не могут определить направление прихода звуковой волны. Оборонительная (защитная) реакция придонных и вертикально мигрирующих видов рыб, к которым относится минтай, характеризуется в большей степени их затаиванием, чем стремлением уйти из опасной зоны. Поэтому у этих рыб на дальних дистанциях от судна, пока не локализован источник раздражения, преобладают вертикальные движения (известное «подсаживание» минтая) [5].

Направленное движение рыб от источника шума возникает, когда звуковое давление стимула на частотах повышенной слуховой чувствительности данного вида рыб превысит порог реакции на 10 дБ [5]. В экспериментах устойчивый эффект уменьшения суммарной плотности скоплений минтая был зарегистрирован на горизонтальном расстоянии от судна 120 м (увеличение уровня шума на 10 дБ – это как раз и есть сокращение дистанции между судном и бумом примерно в 3 раза). На этих дистанциях рыбы способны локализовать источник звука, и реакция сопровождается как вертикальными, так и горизонтальными движениями рыб и, соответственно, снижением их плотности в луче эхолота АГК.

Результатом обобщения полученных экспериментальных данных явился график изменения суммарной плотности скоплений минтая в ТМС относительно исходной в диапазонах глубин, соответствующих вертикальному раскрытию учетного трала РТ/ТМ 57/360 30 м с шагом по глубине 10 м: 10–40 м, 20–50 м и т.д. (рис. 5).

Рис. 5. Зависимость изменения плотности минтая в ТМС от глубины
Fig. 5. Dependence of walleye pollock density change in the point of maximum approaching from depth



Часть рыб при приближении судна уходят в стороны (рассеивается). Характерным является более сильное уменьшение плотности рыб на меньших глубинах, поэтому значения коэффициентов избегания в ТМС минимальны в приповерхностных горизонтах. С увеличением глубины реакция рыб на шумовое поле снижается. Кроме этого, вертикальные перемещения рыб вызывают последовательное увеличение плотности рыб в более глубоком слое. Соответственно при достаточно широком вертикальном распределении скоплений коэффициенты избегания растут с глубиной.

Заключение

Результаты экспериментов с использованием автономного плавучего гидроакустического комплекса показали, что реакция рыб на шум приближающегося судна сопровождается их заглублением (вертикальная реакция) и рассеиванием (горизонтальная реакция).

Наблюдается активное перераспределение плотности рыб по слоям глубины. Практически во всех экспериментах уменьшение суммарной плотности во время прохода судна происходило за счет сокращения плотности рыб в верхних горизонтах, а ее рост – за счет увеличения плотности рыб в более глубоких слоях.

В диапазоне глубин 0–100 м отношение плотности рыб к фоновой в точке максимального сближения с судном составило 0,57, а на глубинах 100–200 м реакция избегания существенно снижалась ($K_{изб} = 0,85$). Уменьшение суммарной плотности скоплений минтая (рассеяние рыб) наблюдается на расстоянии до судна 140–150 м, что соответствует расчетной дистанции реагирования минтая и согласуется с модельными оценками изменения плотности на пути судна.

Скорости спуска и подъема рыб в шумовом поле судна как минимум на порядок превышают таковые при их естественных миграциях, что подтверждает сильное раздражающее действие шума на рыб.

При накоплении достаточного статистического материала результаты исследований будут использованы при проведении учетных эхоинтеграционных и траловых съемок и для уточнения модели двигательного поведения рыб в шумовом поле судна.

Список литературы

1. Кузнецов, М.Ю. Гидроакустические шумы промысловых и научно-исследовательских судов и их влияние на поведение и оценки запасов рыб (обзор и перспективы исследований) / М.Ю. Кузнецов, В.Н. Вологдин // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 157. – С. 334–355.
2. McQuinn I.H. A review of the effects of fish avoidance and other fish behaviours on acoustic target strength, special identification and biomass estimation // ICES FAST WG. – St. John's, Canada. – 1999. – 17 p.
3. Кузнецов, М.Ю. Методика измерений гидроакустического шума научно-исследовательских и промысловых судов и оценки реакции рыб на шумовое поле судна / М.Ю. Кузнецов, В.И. Поляничко, В.И. Шевцов // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – С. 53–59.
4. Кузнецов, М.Ю. Гидроакустические методы и средства оценки запасов рыб и их промысла. Ч. 1. Гидроакустические средства и технологии их использования при проведении биоресурсных исследований ТИНРО-Центра / М.Ю. Кузнецов // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 172. – С. 20–51.
5. Кузнецов, М.Ю. Дистанции реагирования различных видов рыб на гидроакустические шумы промысловых и научно-исследовательских судов и допустимые уровни шума / М.Ю. Кузнецов // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 164. – С. 157–176.
6. Кузнецов, М.Ю. Гидроакустические исследования распределения и вертикальных миграций минтая *Theragra chalcogramma* в северной части Охотского моря в весенний период / М.Ю. Кузнецов // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 23. – С. 44–53.

Сведения об авторах: Кузнецов Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, e-mail: kuznetsovm@tinro.ru;
Поляничко Владимир Ильич, инженер, e-mail: tinro@tinro.ru;
Шевцов Василий Игнатьевич, ведущий инженер, e-mail: tinro@tinro.ru.

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

УДК 621.431.74-729.3

С.П. Бойко

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
690003, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СЕТОК ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ ПО ФРАКЦИОННОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ ОТСЕВА

Приведен упрощенный метод расчета фракционных коэффициентов отсева тканых фильтровальных сеток. Полученные зависимости могут быть использованы для моделирования эффективности саморегенерирующихся фильтров топливных и смазочных систем судовых энергетических установок.

Ключевые слова: сетки полотняного переплетения, очистка топлива и масла, фильтрация.

S.P. Boyko

IDENTIFICATION OF EFFICIENCY OF PLAIN WEAVE FILTERING GRIDS ON THE FRACTIONAL COEFFICIENTS OF SCREENINGS.

The given method shows an easy way of calculating fractional dropout rates of woven filtering grids. The resulting dependencies can be used to model the effectiveness of self-recovering filters of the fuel and lubricating systems of ship power plants.

Key words: Mesh plain weave, cleaning of fuel and oil, filtration.

В последние годы для очистки топлив и моторных масел на судах широкое распространение получили саморегенерирующиеся фильтры (СРФ). Эти очистители способны работать в автоматизированном режиме без «ручной» чистки фильтрующих элементов (ФЭ) в течение длительного времени. Механизация и автоматизация процесса регенерации ФЭ выдвинули более жесткие требования к фильтровальным материалам (ФМ) СРФ. Высокая прочность, хорошая способность к восстановлению рабочих характеристик, возможность работать при различных законах фильтрования дали возможность широко применять тканые фильтровальные сетки (ТФС) полотняного переплетения в регенерирующихся фильтрах.

Для количественной оценки эффективности ТФС по фракционному коэффициенту отсева разработана модель фильтрования, учитывающая ситовый эффект и адгезионный захват (эффект касания). Предполагается, что частицы движутся по линиям тока дисперсионной среды и задерживаются, если их диаметр превышает или равен тонкости отсева сетки (рис. 1). Кроме того, допускается их захват при касании внутренней поверхности косоугольной трехгранной призмы. В этом случае частица должна находиться в потоке на расстоянии половины диаметра частицы $d/2$ от поверхности внутреннего канала фильтровальной сетки.

Действие других механизмов отсева дисперсной фазы (ДФ) проявляется в отклонении движения частиц от линий тока дисперсионной среды. Искажение их траектории проявляется под действием химмотологической, адгезионной и седиментационной групп отсева [3]. Стохастичность процесса фильтрования проявляется также в отрыве осадившихся частиц от ложа

канала и вторичном их уносе. Совокупное действие этих механизмов отсева предлагается учитывать безразмерной координатой отсева ε_d , которая может увеличивать или уменьшать зону отсева в зависимости от того, какие силы будут превалировать в действии на ДФ.

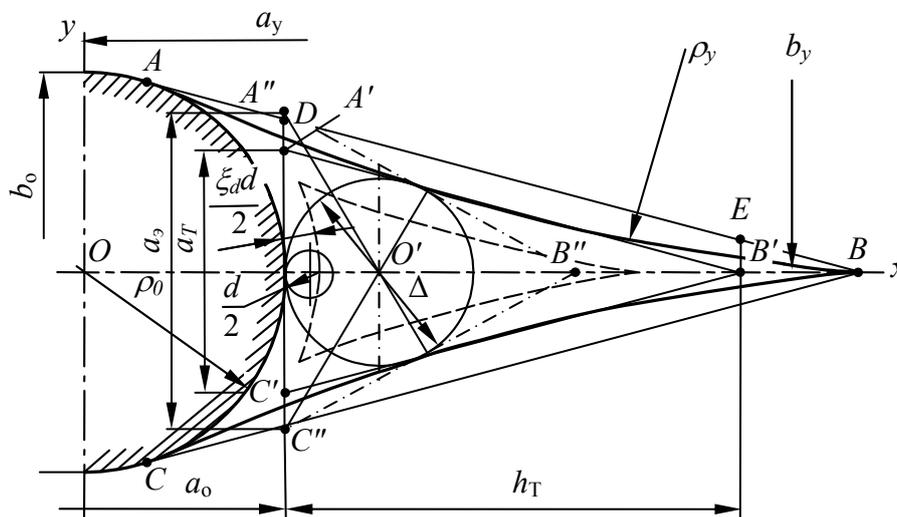


Рис. 1. Схема идентификации функциональных показателей ФС нового поколения
 Fig. 1. Identification of functional parameters FS new generation scheme

Идентификация поправочной константы ε_d на отсев частиц осуществлена в работе [3]. Она может быть применена и для фильтровальных сеток, сотканых из легированной стальной или синтетического происхождения проволоки. Результаты эксперимента по идентификации ε_d выражены позиномом

$$\varepsilon_d = 1 - \exp\left(-\frac{\bar{\Delta}^{0,294} \bar{h}_c^{0,462}}{M_{\text{ДСС}}^{0,782} \text{Re}_{\Delta}^{0,0534} \bar{g}_c^{0,0716}}\right). \quad (1)$$

В зависимости (1) безразмерные тонкость отсева $\bar{\Delta}$ и толщины сетки \bar{h}_c выражены относительно диаметра частиц d . Степень загрязнения сетки \bar{g}_c принята относительно ее гряземкости. Критерий Рейнольдса Re_{Δ} берется по определяющему размеру Δ и средней скорости потока v_m во внутреннем канале сетки. Химмотологические (диспергирующе-стабилизирующие свойства) МДСС дисперсионной среды задаются по методике [3].

Предположив равномерное распределение ДФ во всем объеме суспензии и по фронту внутреннего задерживающего участка, принимаем фракционный коэффициент отсева φ_d пропорциональным отношению потоков Q_s через периферийную зону на расстоянии $\varepsilon_d d / 2$ от ее периметра (поверхности) канала ко всему потоку Q_s . Таким образом, геометрическая интерпретация вероятности задержания частицы загрязнения состоит в рассмотрении части потока суспензии, из которой она будет удалена.

Для ламинарного установившегося движения вязкой жидкости с малыми скоростями через тонкие капилляры справедливо уравнение Стокса в частных производных второго порядка [4]:

$$\nabla_{s_r}^2 v = \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = -\frac{\Delta p_c}{\mu_m h_c}. \quad (2)$$

Уравнение может быть решено при граничном условии – обращении в ноль скорости v на контуре S_T нормального к оси канала самого узкого его сечения в виде косоугольной трехгранной призмы и дополнительном условии, определяющем по заданному перепаду давления Δp_c и толщине h_c ТФС расход суспензии через внутренний канал.

Согласно (2) распределение скорости в сечении внутреннего задерживающего участка соответствует:

$$v = - \frac{\Delta p_c S_T(x, y)}{\mu_m h_c \left(\frac{\partial^2 S_T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S_T}{\partial y^2} \right)}, \quad (3)$$

где μ_m – вязкость масла (фильтруемой среды).

Поток жидкости Q_s сквозь сечение канала формы S_T составит:

$$Q_s = \iint_S v(x, y) dx dy = \iint_S - \frac{\Delta p_c S_T(x, y) dx dy}{\mu_m h_c \left(\frac{\partial^2 S_T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S_T}{\partial y^2} \right)}. \quad (4)$$

Фракционный коэффициент отсева для ТФС, состоящего из призм с одинаковой формой сечения канала, запишется в виде:

$$\varphi_d = 1 - \frac{Q_{s_d}}{Q_s} = 1 - \frac{\iint_{S_d} v(x, y) dx dy}{\iint_S v(x, y) dx dy}. \quad (5)$$

Для определения Q_s и Q_{s_d} интегрирование осуществляется соответственно по площади, ограниченной контуром S и S_d . Последний эквидистантен основному контуру и располагается внутри его с удалением по нормали на расстояние $\varepsilon_d d/2$. Заданные граничные условия интегрирования характерны для фильтрации суспензий с ДФ, обладающей высокой адгезией к фильтровальным материалам. Учет ослабления действия ван-дер-ваальсовых сил или усиления коагуляционных контактов в такой дисперсионной среде, как работающее моторное масло, возможен изменением пределов интегрирования числителя в формуле (5) и может быть выражен через ε_d по зависимости (1).

Идентификация структуры ТФС нового поколения методами дифференциальной геометрии позволяет использовать выражения (2) и (3) для разработки методики расчета фракционных коэффициентов отсева сеток. Задерживающий канал большинства сеток полотняного переплетения, как уже отмечалось, может быть представлен простым криволинейным треугольником ABC (см. рис. 1). Составим обращающееся в ноль на контуре треугольного сечения канала произведение

$$S_T(x, y) = \left(x^2 + y^2 \cos^2 \gamma - \frac{d_0^2}{4} \right) \left[(x - a_y)^2 + (y - b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x - a_y)^2 + (y + b_y)^2 - \rho_y^2 \right] = 0,$$

где каждый из сомножителей представляет уравнение сторон треугольника, располагаемого на цилиндрах основы и утка, получим выражение для описания контура треугольного канала.

Выразив полуоси эллипса через диаметр основы ($a_0 = d_0/2$ и $b_0 = d_0/2\cos\gamma$), находим лапласиан $\nabla_{S_T}^2$ в плоскости x_0y от S_T . Угол γ характеризует отклонение плоскости x_0y относительно плоскости поперечного сечения проволоки основы.

$$\begin{aligned} \nabla_{S_T}^2 = \frac{\partial^2 S_T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S_T}{\partial y^2} = & \left(4a_y - \frac{3a_y^3}{a_0^2} - \frac{a_y^3}{b_0^2} - \frac{3a_y b_y^2}{a_0^2} - \frac{a_y b_y^2}{b_0^2} + \frac{3a_y \rho_y^2}{a_0^2} + \frac{a_y \rho_y^2}{b_0^2} \right) 8x - \\ & - \left(4 - \frac{19a_y^2}{a_0^2} - \frac{2a_y^2}{b_0^2} - \frac{5b_y^2}{a_0^2} - \frac{b_y}{b_0} - \frac{7\rho_y^2}{a_0^2} - \frac{\rho_y}{b_0} \right) 4x^2 - \left(\frac{11a_y}{a_0^2} + \frac{a_y}{b_0^2} \right) 8x^3 + \left(\frac{17}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} \right) 2x^4 - \\ & - \left(8 - \frac{2a_y^2}{a_0^2} - \frac{18a_y^2}{b_0^2} - \frac{18x^2}{a_0^2} - \frac{18x^2}{b_0^2} + \frac{12a_y x}{a_0^2} + \frac{36a_y x}{b_0^2} + \frac{10b_y^2}{b_0^2} + \frac{2b_y}{a_0} + \frac{14\rho_y^2}{b_0^2} + \frac{2\rho_y^2}{a_0^2} \right) 2y^2 + \\ & + \left(\frac{1}{a_0^2} + \frac{17}{b_0^2} \right) 2y^4 - \left(4 - \frac{b_y^2}{a_0^2} + \frac{\rho_y^2}{a_0^2} - \frac{b_y^2}{b_0^2} + \frac{\rho_y^2}{b_0^2} \right) 4a_y^2 + \left(\frac{1}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} \right) 2a_y^4 - \left(\frac{\rho_y^2}{a_0^2} + \frac{\rho_y^2}{b_0^2} \right) 4b_y^2 + \\ & + \left(\frac{1}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} \right) 2b_y^4 + \left(\frac{1}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} \right) 2\rho_y^4 + 8\rho_y^2. \end{aligned}$$

Искомое решение для v с учетом выражений (2) и (3) будет иметь вид:

$$v = -\frac{\Delta p_\Phi}{\nabla_{S_T}^2 \mu_m h_c} \left(\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} - 1 \right) \left[(x-a_y)^2 + (y-b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x-a_y)^2 + (y+b_y)^2 - \rho_y^2 \right]. \quad (6)$$

В итоге при интегрировании выражения (5) с использованием зависимости (6) фракционный коэффициент отсева для ТФС с внутренним задерживающим участком в форме косого треугольного треугольника ABC выразится следующим образом:

$$\begin{aligned} \Phi_d = 1 - & \frac{\int_{x_{S_{d1}}}^{x_{S_{d2}}} \int_{y_{S_{d1}}}^{y_{S_{d2}}} \left(\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} - 1 \right) \left[(x-a_y)^2 + (y-b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x-a_y)^2 + (y+b_y)^2 - \rho_y^2 \right] dy dx}{\nabla_{S_T}^2} + \\ & \frac{\int_{x_{S_1}}^{x_{S_2}} \int_{y_{S_1}}^{y_{S_2}} \left(\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} - 1 \right) \left[(x-a_y)^2 + (y-b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x-a_y)^2 + (y+b_y)^2 - \rho_y^2 \right] dy dx}{\nabla_{S_T}^2} + \\ & + \frac{\int_{x_{S_{d2}}}^{x_{S_{d3}}} \int_0^{y_{S_{d2}}} \left(\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} - 1 \right) \left[(x-a_y)^2 + (y-b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x-a_y)^2 + (y+b_y)^2 - \rho_y^2 \right] dy dx}{\nabla_{S_T}^2}, \quad (7) \\ & + \frac{\int_{x_{S_1}}^{x_{S_2}} \int_{y_{S_1}}^{y_{S_2}} \left(\frac{x^2}{a_0^2} + \frac{y^2}{b_0^2} - 1 \right) \left[(x-a_y)^2 + (y-b_y)^2 - \rho_y^2 \right] \left[(x-a_y)^2 + (y+b_y)^2 - \rho_y^2 \right] dy dx}{\nabla_{S_T}^2} \end{aligned}$$

где $x_{S_{d1}} = x_1$, $x_{S_{d2}} = \frac{d_0 + \varepsilon_d d}{2}$, $y_{S_{d1}} = \frac{\sqrt{0,25(a_0 + \varepsilon_d d)^2 - x^2}}{\cos \gamma}$,

$$y_{S_{d2}} = b_y - \sqrt{(\rho_y + 0,5\varepsilon_d d)^2 - (a_y - x)^2}, \quad x_{S_1} = 0,5d_0 \sin \beta,$$

$$x_{S_2} = 0,5d_0, \quad y_{S_1} = \frac{\sqrt{0,25d_0^2 - x^2}}{\cos \gamma}, \quad y_{S_2} = b_y - \sqrt{\rho_y^2 - (a_y - x)^2}, \quad x_{S_{d3}} = a_y - \sqrt{(\rho_y + 0,5\varepsilon_d d)^2 - b_y^2}.$$

С учетом симметрии поперечного сечения фильтровального канала относительно оси x при определении φ_d интегрирование осуществляется для верхней его части. Нижний предел интегрирования $x_{S_{d1}}$ по x в числителе находится совместным решением системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} x^2 + y^2 \cos^2 \gamma - 0,25(d_0 + \varepsilon_d d)^2 &= 0; \\ x^2 + y^2 - 2a_y x - 2b_y y + a_y^2 + b_y^2 - (\rho_y + 0,5\varepsilon_d d)^2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Рассмотрим подробно процесс фильтрования суспензии через пору с сечением в форме равнобедренного треугольника. Основываясь на тех же подходах, что и при разработке модели (7), запишем уравнение $\Delta A'B'C'$ (см. рис. 1) в виде произведения

$$S'_T(x, y) = x \left(x - h_T - \frac{2h_T}{a_T} y \right) \left(x - h_T + \frac{2h_T}{a_T} y \right) = 0.$$

Лапласиан $\nabla^2 S'_T = \left(6 - 8 \frac{h_T^2}{a_T^2} \right) x - 4h_T$ дает возможность получить на основе зависимости (3)

выражение для скорости в плоскости расположения треугольника:

$$v = \frac{\Delta p_\Phi \left(x^3 - 2x^2 h_T + x h_T^2 - \frac{4h_T^2 x y^2}{a_T^2} \right)}{2\mu_m h_T \left[2h_T - \left(3 - \frac{4h_T^2 x y^2}{a_T^2} \right) x \right]}. \quad (9)$$

Приняв обоснованные ранее граничные условия интегрирования при определении потока суспензии Q_s и Q_{s_d} через полное сечение поры и зону, где действие адгезионного захвата частиц не наблюдается, по формуле (5) находим выражение для фракционного коэффициента отсева:

$$\varphi_d = 1 - \frac{\int_{\frac{\varepsilon_d d}{2}}^{2h_T - \frac{\varepsilon_d d}{2 \sin \alpha}} \left[a_T \left(1 - \frac{x}{h_T} \right) - \frac{\varepsilon_d d}{2 \cos \alpha} \right] \left[x^3 - h_T x^2 \left(2 + \frac{\varepsilon_d d}{2 \cos \alpha} \right) + h_T^2 x \left(1 + \frac{\varepsilon_d d}{a_T \cos \alpha} - \frac{(\varepsilon_d d)^2}{2a_T \cos^2 \alpha} \right) \right]}{2h_T - \left(3 - 4 \frac{h_T^2 x y^2}{a_T^2} \right) x} dx}{\int_0^{h_T} \frac{a_T \left(1 - \frac{x}{h_T} \right) (x^3 - 2h_T x^2 + h_T^2 x)}{2h_T - \left(3 - 4 \frac{h_T^2}{a_T^2} \right) x} dx} \quad (10)$$

Дальнейшее упрощение зависимости (10) для интегрирования ее в элементарных функциях возможно путем замены ΔABC равносторонним треугольником, эквивалентным ему по полноте отсева. При этом сторона a_3 эквивалентного треугольника, как правило, находится по формуле

$$a_3 = \sqrt{3}a_T \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \arcsin \frac{\rho_0 \sin \frac{S_0}{2\rho_0}}{2\rho_y \sin \frac{S_y}{2\rho_y}} \right).$$

В $\Delta A''B''C''$ $h_m = \frac{\sqrt{3}a_3}{2}$, поэтому зависимость (3) трансформируется в выражение

$$v = \frac{\Delta p_c}{\mu_m h_c} \left[\frac{x^3}{2\sqrt{3}a_3} - \frac{x^3}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\frac{a_3}{4} - \frac{y^2}{a_3} \right) x \right]. \quad (11)$$

После всех преобразований получена упрощенная зависимость для фракционного коэффициента отсева:

$$\varphi_d = 10 \left(\frac{\varepsilon_d d}{a_3} \right)^2 - \frac{20\sqrt{3}}{3} \left(\frac{\varepsilon_d d}{a_3} \right)^3 - 5 \left(\frac{\varepsilon_d d}{a_3} \right)^4 + 4\sqrt{3} \left(\frac{\varepsilon_d d}{a_3} \right)^5. \quad (12)$$

Для практических целей допустимо использование более простого выражения

$$x_1 = \left(C_0 - \frac{B_y(C_0 - a_y)}{2b_y^2} \pm \left\{ \left[\frac{B_y}{2b_y^2}(C_0 - a_y) - C_0 \right]^2 - \left[1 + \frac{(C_0 - a_y)^2}{b_y^2} \right] \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left[\frac{B_y^2}{4b_y^2} + C_0^2 - \left(\rho_y + \frac{d}{2} \right) 2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \right) \frac{b_y^2}{b_y^2 + (C_0 - a_y)^2},$$

где $\rho_0 = \frac{d_0}{2 \cos^2 \gamma}$; $C_0 = \frac{d_0}{2} \operatorname{tg}^2 \gamma$; $B_y = a_y^2 - C_0^2 + b_y^2 + \rho_y^2 + d(\rho_0 - \rho_y)$.

Обработка большого массива данных по фракционному коэффициенту отсева сеток обратного полотняного переплетения с различной геометрией показало возможность аппроксимации зависимости $\varphi_d(d)$ по определяющему размеру Δ полиномом следующего вида:

$$\Phi_{d\Phi} = \frac{10}{3} \left(\frac{\varepsilon_d d}{\Delta} \right)^2 - \frac{20}{3} \left(\frac{\varepsilon_d d}{\Delta} \right)^3 - \frac{5}{9} \left(\frac{\varepsilon_d d}{\Delta} \right)^4 + \frac{4}{9} \left(\frac{\varepsilon_d d}{\Delta} \right)^5. \quad (13)$$

Зависимость (13) вполне пригодна для практического применения при оценке эффективности саморегенерирующихся фильтров, использующих ТФС. Погрешность расчета φ_d в сравнении с более точным моделированием процесса по (7), если не учитывать ошибку, вносимую показателем ε_d , составляет 5–12 %.

При задании дифференциальной функции $f(\Delta)$ плотности распределения параметра, определяющего задерживающую способность треугольного канала, обобщенный фракционный коэффициент отсева для сеток с отклонениями параметров геометрии рассчитывается численным интегрированием следующего выражения:

$$\varphi_{d\Phi} = \frac{\int_{\Delta_{\min}}^{\Delta_{\max}} \varphi_d \Delta^n f(\Delta) d(\Delta)}{\int_{\Delta_{\min}}^{\Delta_{\max}} \Delta^n f(\Delta) d(\Delta)}. \quad (14)$$

Показатель степени n при определяющем размере канала Δ зависит от характера течения, типа и назначения фильтра. При ламинарном течении суспензии по каналам треугольной формы $n = 4$ [3, 5].

При расчете φ_d по формуле (13) и задании в качестве определяющего размера канала треугольной формы диаметра Δ вписанной в него окружности, самое узкое сечение которой распределено по нормальному закону $f(\Delta) \in N(m_\Delta, \sigma_\Delta^2)$, обобщенный фракционный коэффициент отсева ТФС можно рассчитывать по формуле

$$\begin{aligned} \varphi_{d\Phi} = & \frac{\left[\frac{5}{3} (m_\Delta^2 + \sigma_\Delta^2) (\varepsilon_d d)^2 - \frac{10}{9} m_\Delta (\varepsilon_d d)^3 - \frac{5}{18} (\varepsilon_d d)^4 + \frac{9}{2} \frac{(\varepsilon_d d)^5}{m_\Delta} \right] \times}{m_\Delta^4 + 6m_\Delta^2 \sigma_\Delta^2 + 3\sigma_\Delta^4} \times \\ & \times \left(1 - \operatorname{erf} \frac{d - m_\Delta}{\sqrt{2}\sigma_\Delta} \right) - \left[m_\Delta^3 + 5m_\Delta \sigma_\Delta^2 + (m_\Delta^2 + 3\sigma_\Delta^2) d + m_\Delta d^2 - \right. \\ & \left. - \frac{10}{3} \left(d - \frac{2}{3} \varepsilon_d d + m_\Delta \right) (\varepsilon_d d)^2 + d^3 \right] \frac{\sigma_\Delta}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[- \left(\frac{d - m_\Delta}{\sqrt{2}\sigma_\Delta} \right)^2 \right] + \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \frac{d - m_\Delta}{\sqrt{2}\sigma_\Delta} \right), \quad (15) \end{aligned}$$

где $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ – интеграл вероятности; m_d, σ_d – математическое ожидание и дисперсия распределения показателя Δ .

Сходимость зависимости (15) с экспериментальными данными (рис. 2) хорошая. Сопоставление по критерию Вилькоксона приведенных расчетных и экспериментальной зависимостей $\varphi_{d\Phi}(d)$ для ТФС с $m_\Delta = 30$ мкм и $\sigma_\Delta = 2,5$ мкм показало их адекватность и принадлежность с доверительной вероятностью 95 % к одной генеральной совокупности. Хорошая сопоставимость расчетных и экспериментальных данных по φ_d ТФС с оптимизированной геометрией ($m_\Delta = 30$ мкм, $\sigma_\Delta = 2,5$ –15 мкм) обусловлена удовлетворительным приближением формы фильтрового канала к равностороннему треугольнику. Отклонение параметров геометрии ТФС от номинальных размеров приводит к значительному рассеиванию результатов по фракционному коэффициенту отсева.

Выводы

1. Упрощение модели задерживающей способности ТФС по фракционному коэффициенту отсева получено заменой поры в форме косоугольного треугольника на равносторонний треугольник с длиной стороны a , и выражением φ_d через диаметр Δ вписанной в нее окружности. Упрощение модели приводит к погрешности расчета фракционного коэффициента отсева в 5–12 %.

2. Показана возможность использования для практических целей зависимостей, полученных на упрощенных подходах к оценке поровой структуры и эффективности ТСФ с учетом распределения параметра Δ по нормальному закону. Искажение гидродинамики потоков через поровые структуры тканых сеток при этом приводит к погрешности расчета фракционных коэффициентов отсева относительно результатов, полученных по сложной модели, не более чем на 8 %.

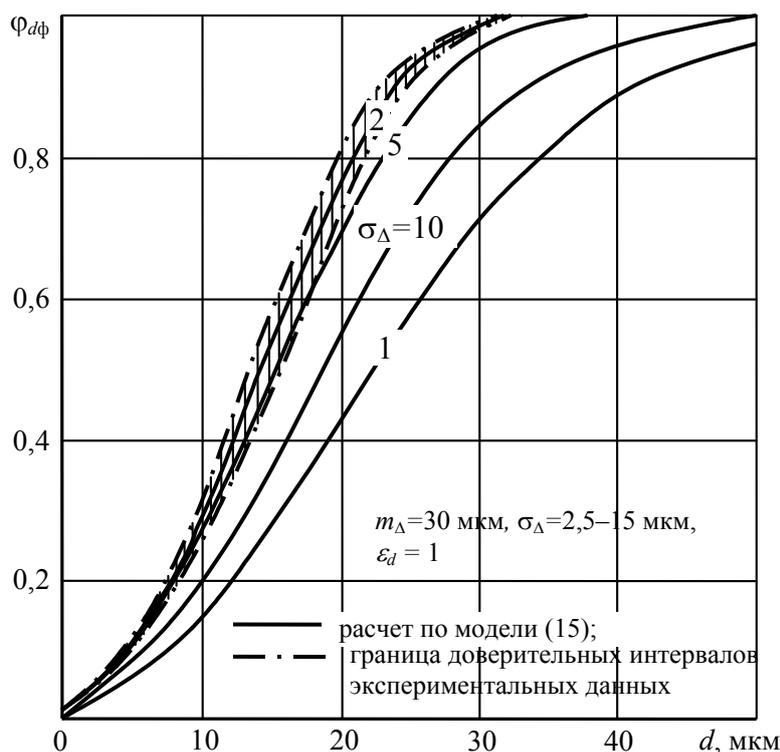


Рис. 2. Влияние стабильности структуры ФС на фракционную эффективность очистки
Fig. 2. The effect of grid structure FS in the fractional cleaning efficiency

Список литературы

1. Кича, Г.П. Новые тканые материалы для саморегенерирующихся фильтров систем топливно-и маслоочистки судовых энергетических установок / Г.П. Кича, Г.Г. Галстян, В.В. Тарасов // Науч. проблемы трансп. Сибири и Дальнего Востока. – 2009. – № 2. – С. 209–213.
2. Кича, Г.П. Оптимизация поровой структуры фильтровальных сеток для очистки горюче-смазочных материалов на судах / Г.П. Кича, А.В. Надежкин, Г.Г. Галстян // Науч. проблемы трансп. Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – № 1. – С. 159–165.
3. Кича, Г.П. Решение проблемы высокоэффективной очистки моторного масла в судовых дизелях: в 2 т.: дис. ... д-ра техн. наук: 05.08.05 / Кича Геннадий Петрович. – Владивосток, 1992. – Т. 1. – 512 с. – Т. 2. – 358 с.
4. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газов / Л. Г. Лойцянский. – М.: Высш. шк., 1982. – 685 с.
5. Кича, Г.П. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях / Г.П. Кича, Б.Н. Перминов, А.В. Надежкин. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 372 с.

Сведения об авторе: Бойко Сергей Петрович, аспирант, e-mail: boykoland@mail.ru.

УДК 629.12.002 + 620.9

А.В. Волынцев

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

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА НА СУДНЕ

Проведено исследование эффективности судовой энергетической установки (СЭУ) с применением многоступенчатого теплового насоса при использовании забортной воды температурой не выше 10 °С. Установлено, что использование теплонасосной установки (ТНУ) повышает энергетическую эффективность за счет экономии невозобновляемых источников энергии. ТНУ способствует снижению затрат на отопление помещений судна высокопотенциальным основным источником тепла за счет использования дополнительного низкопотенциального источника тепла, а также возможно получение холода путем отбора его на испарители.

Ключевые слова: тепловой насос, энергетическая эффективность, отопление.

A.V. Volyntsev

RATIONALE FOR EFFICIENCY USE HEAT PUMP ON BOARD

A study of the efficiency of SPP with a multi-stage heat pump using seawater temperature is not above 10 °C. It was found that the use of heat pumps improves energy efficiency by saving non-renewable energy sources. TNU reduces costs high potential primary source of heat for heating a vessel's spaces through the use of additional low-grade heat source.

Key words: Heat pump, economic efficiency, heating.

В условиях наметившейся переориентации теплоэнергетического хозяйства страны на развитие низкотемпературных централизованных и смешанных систем теплоснабжения роль ТН возрастает, что требует разработки новых научно обоснованных подходов к их широкому применению в различных областях.

Эффективное замещение в топливном балансе систем судового теплоснабжения ископаемых видов топлива на практически неисчерпаемые ресурсы низкопотенциального тепла возобновляемых и вторичных источников с использованием ТН является актуальным направлением энергосбережения и охраны окружающей среды. Тепловая мощность действующего в мире парка ТН различного типа оценивается в 250 ГВт с годовой выработкой теплоты 1,0 млрд Гкал, что соответствует замещению органического топлива в объеме до 80 млн т /год. По прогнозам Мирового энергетического комитета, к 2020 г. 75 % всех систем теплоснабжения в развитых странах будут использовать ТН. В России установленная мощность ТН с конца 80-х гг. по настоящее время не превышает 65 МВт, что явно не соответствует потенциальным возможностям применения этой технологии в условиях наметившейся ориентации национальной экономики на энергосбережение и повышение энергоэффективности [1].

Обрабатывающие суда и значительная часть добывающих судов для переработки морепродуктов оснащены мощными вспомогательными котлами и электростанциями и только немногие из них имеют утилизационные котлы. Так, количество добывающих судов водоизмещением более 1000 т, оборудованных УПК, в настоящее время составляет всего около 2 % от общего их числа.

Кроме того, из-за высокой энерговооруженности добывающих судов возникают затруднения с размещением утилизационных котлов на ограниченной площади машинно-котельных отделений.

При использовании теплового насоса возможен отказ от работы вспомогательной котельной установки (ВК) на ходовом и, возможно, стояночном режимах судна, а следовательно, есть возможность понизить загрязнение окружающей среды токсичными компонентами уходящих дымовых газов и сэкономить невозобновляемые источники энергии [2].

Технический результат: снижение затрат на отопление помещений судна высокопотенциальным основным источником тепла за счет использования дополнительно низкопотенциального источника тепла.

Соотношение вырабатываемой тепловой энергии и потребляемой электрической называется коэффициентом трансформации (или коэффициентом преобразования теплоты) и служит показателем эффективности теплового насоса. Эта величина зависит от разности уровня температур в испарителе и конденсаторе: чем больше разность, тем меньше эта величина.

Эффективность тепловых насосов принято характеризовать величиной безразмерного коэффициента трансформации энергии K_{tr} , определяемого для идеального цикла Карно по следующей формуле:

$$K_{tr} = \frac{T_{out}}{T_{out} - T_{in}}, \quad (1)$$

где T_{out} и T_{in} – температуры соответственно на выходе и на входе насоса; T_{out} – температурный потенциал тепла, отводимого в систему отопления или теплоснабжения; T_{in} – температурный потенциал источника; T_{tr} – коэффициент трансформации теплового насоса или теплонасосной системы теплоснабжения (ТСТ).

Коэффициент преобразования теплового насоса – отношение теплопроизводительности к электропотреблению – зависит от уровня температур в испарителе и конденсаторе. Температурный уровень теплоснабжения от тепловых насосов в настоящее время может варьироваться от 35 до 90 °С. Экономия энергетических ресурсов достигает 70 % [3].

Расчет теплового насоса при температуре забортной воды 10 °С ($t_{заборт.воды} = 10$ °С).

Тепловой насос с 2-ступенчатым центробежным компрессором и промежуточным сосудом с тепловой мощностью 17 МВт. На рис. 1 представлена схема такого теплового насоса с температурой в испарителе 3,5 °С и в конденсаторе 90,1 °С. В качестве рабочего тела в тепловом насосе используется хладагент R-134a (1,1,1,2-тетрафторэтан CH_2F-CF_3) с температурой 101,08 °С и давлением 40,603 бар в критической точке, не оказывающий влияния на озоновый слой.

Для выявления взаимосвязи термодинамических параметров во всех точках рабочего процесса исследуемого хладагента как реального газа было применено уравнение состояния Пенга–Робинсона, являющееся одним из наиболее точных в области, близкой к критической точке:

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a\alpha}{V(V+b)+b(V-b)}, \quad (2)$$

где P – давление, МПа; T – температура, К; V – молярный объем, м³/кмоль; $R = 0,0083144$ [кДж/(моль·К)]; a , b , α – коэффициенты, определяемые на основе термодинамических свойств хладагента в критической точке.

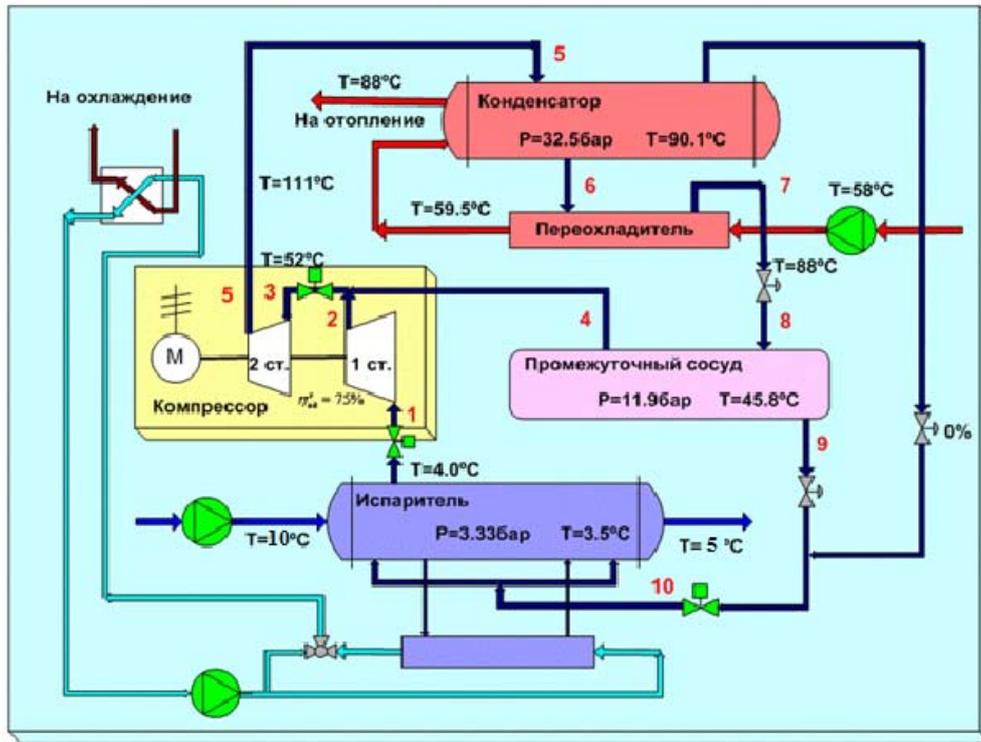


Рис. 1. Тепловая схема высокотемпературного теплового насоса при использовании тепла заборной воды

Fig.1. Thermal scheme high-temperature heat pump using heat seawater

Коэффициент сжимаемости Z входит в уравнение состояния реального газа вещества в виде:

$$Z = \frac{PV}{RT}. \quad (3)$$

Изменения значений энтальпии $H_{P,T}$ [Дж/моль] и энтропии $S_{P,T}$ [Дж/(моль·К)] для давления P и температуры T при последовательном переходе от одной точки рабочего процесса к другой определялись на основе термодинамических расчетов. Погрешность определения термодинамических параметров в соответствии с указанными алгоритмами по сравнению с табличными данными не превышала 2 %.

При расчете двухступенчатого теплового насоса с промежуточным сосудом и двухступенчатым дросселированием расходы хладагента в контурах низкого G_L и высокого давления G_H определяются из энергетического баланса для промежуточного сосуда в адиабатных условиях:

$$G_H \cdot (h_4 - h_8) = G_L \cdot (h_4 - h_9), \quad (4)$$

где h_4, h_8, h_9 – удельные энтальпии [кДж/кг] в рабочих точках процесса 4, 8 и 9 (см. рис. 1).

Откуда вытекает отношение расхода хладагента в контуре высокого давления G_H к расходу в контуре низкого давления G_L :

$$\frac{G_H}{G_L} = \frac{(h_4 - h_9)}{(h_4 - h_8)} = \frac{1 + \delta}{1} = \frac{(422,7 - 262,5) \text{ кДж/кг}}{(422,7 - 340,7) \text{ кДж/кг}} = 1,954, \quad (5)$$

где δ – доля пара из промежуточного сосуда по отношению к пару из 1-й ступени компрессора, тогда $1 + \delta$ – расход пара во 2-й ступени компрессора. Получаем $\delta = 0,954$.

Энтальпия пара в точке 3 (рис. 2), поступающего во 2-ю ступень компрессора высокого давления, определяется из уравнения смешения пара, выходящего из промежуточного сосуда (точка 4) и из 1-й ступени компрессора низкого давления (точка 2):

$$h_3 = \frac{h_2 + \delta \cdot h_4}{1 + \delta} = \frac{439,8 + 0,954 \cdot 422,7}{1,954} = 431,4 \text{ кДж/кг.} \quad (6)$$

В расчетах процессов сжатия в ступенях компрессора при определении удельных энтальпий h_2 и h_5 изоэнтропный КПД принимался равным 0,75.

Тепловой насос на конденсаторе и охладителе может выдавать тепловую мощность 17000 кВт и нагревать воду с $t_{гв1} = 58 \text{ }^\circ\text{C}$ до $t_{гв2} = 88 \text{ }^\circ\text{C}$. Расход хладагента в верхнем контуре равен:

$$G_H = \frac{Q_{\text{конд}}}{h_5 - h_7} = \frac{17000 \text{ кВт}}{462,5 - 340,7 \text{ кДж/кг}} = 139,6 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 502,5 \text{ т/ч.} \quad (7)$$

Расход хладагента в нижнем контуре:

$$G_L = \frac{G_H}{1 + \delta} = \frac{139,6 \text{ кг/с}}{1,954} = 71,44 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 257,2 \text{ т/ч.} \quad (8)$$

Потребление механической энергии на привод 1-й, 2-й ступеней и компрессора в целом равно:

$$N_{k1} = G_L \cdot (h_2 - h_1) = 71,44 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot (439,8 - 403,5) \text{ кДж/кг} = 2593 \text{ кВт.} \quad (9)$$

$$N_{k2} = G_H \cdot (h_5 - h_3) = 139,6 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot (462,5 - 431,4) \text{ кДж/кг} = 4341 \text{ кВт.} \quad (10)$$

$$N_{k\Sigma} = N_{k1} + N_{k2} = 2593 + 4341 = 6934 \text{ кВт.} \quad (11)$$

Электромеханический КПД электродвигателя на валу компрессора принимается равным $\eta_{эм} = 0,98$.

Потребление электрической энергии на привод компрессора равно:

$$N_э = \frac{N_{k\Sigma}}{\eta_{эм}} = \frac{6934 \text{ кВт}}{0,98} = 7075 \text{ кВт.} \quad (12)$$

Коэффициент трансформации тепла определяется по формуле

$$\mu = \frac{Q_{\text{конд}}}{N_э} = \frac{17000 \text{ кВт}}{7075 \text{ кВт}} = 2,40. \quad (13)$$

При подаче в испаритель охлаждаемой воды тепловой насос помимо тепла может производить холод для систем кондиционирования, при этом его холодопроизводительность будет равна:

$$Q_{\text{конд}} = G_L \cdot (h_1 - h_{10}) = 71,44 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot (403,5 - 262,5) \text{ кДж/кг} = 10073 \text{ кВт}. \quad (14)$$

На основе результатов расчета построены диаграммы тепловых процессов (давление P – энтальпия H , рис. 2; температура T – энтропия S , рис. 3).

Коэффициент трансформации тепла $\mu = 2,4$ получился недостаточно большим, однако нужно учитывать, что специально выбирался вариант расчета теплового насоса с большим диапазоном разности температур хладагента в испарителе и конденсаторе

$$\Delta t = t_{\text{конд}} - t_{\text{исп}} = 90,1 - 3,5 = 86,6 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (15)$$

Для создания современных тепловых насосов большой мощности необходимо несколько сопутствующих факторов: государственная программа целевого финансирования; законодательство, стимулирующее применение энергосберегающего и экологически чистого оборудования; уровень цен на энергетические ресурсы, вынуждающий потребителей внедрять энергосберегающую технику.

В условиях относительно низких цен на природный газ эффективным может стать проект создания теплового насоса с газотурбинным приводом и утилизацией тепла в котле-утилизаторе.

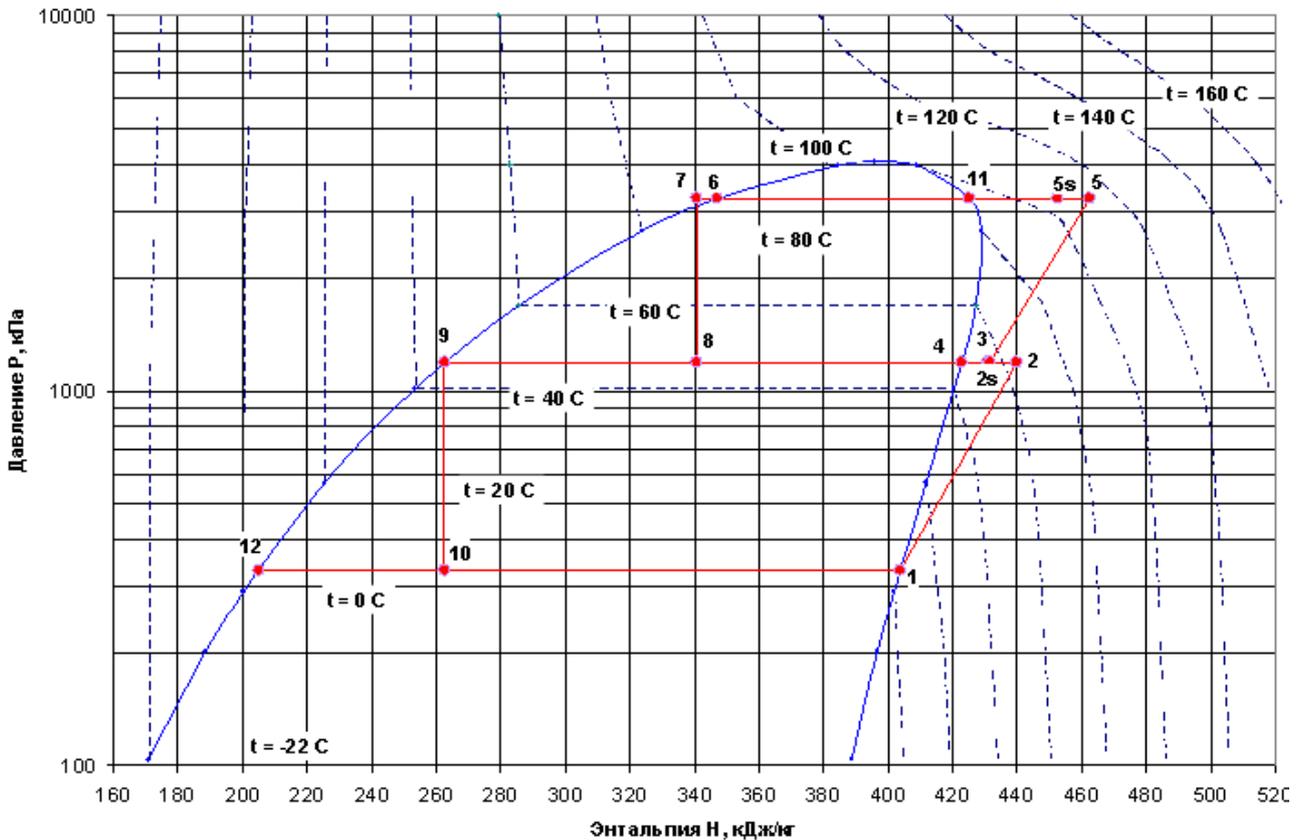


Рис. 2. РН-диаграмма тепловых процессов работы двухступенчатого теплового насоса на хладагенте R-134a при $t_{\text{заборт.воды}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Fig. 2. P-H-diagram of thermal processes a two-stage work heat pump the refrigerant R-134a at a temperature of seawater $10 \text{ }^\circ\text{C}$

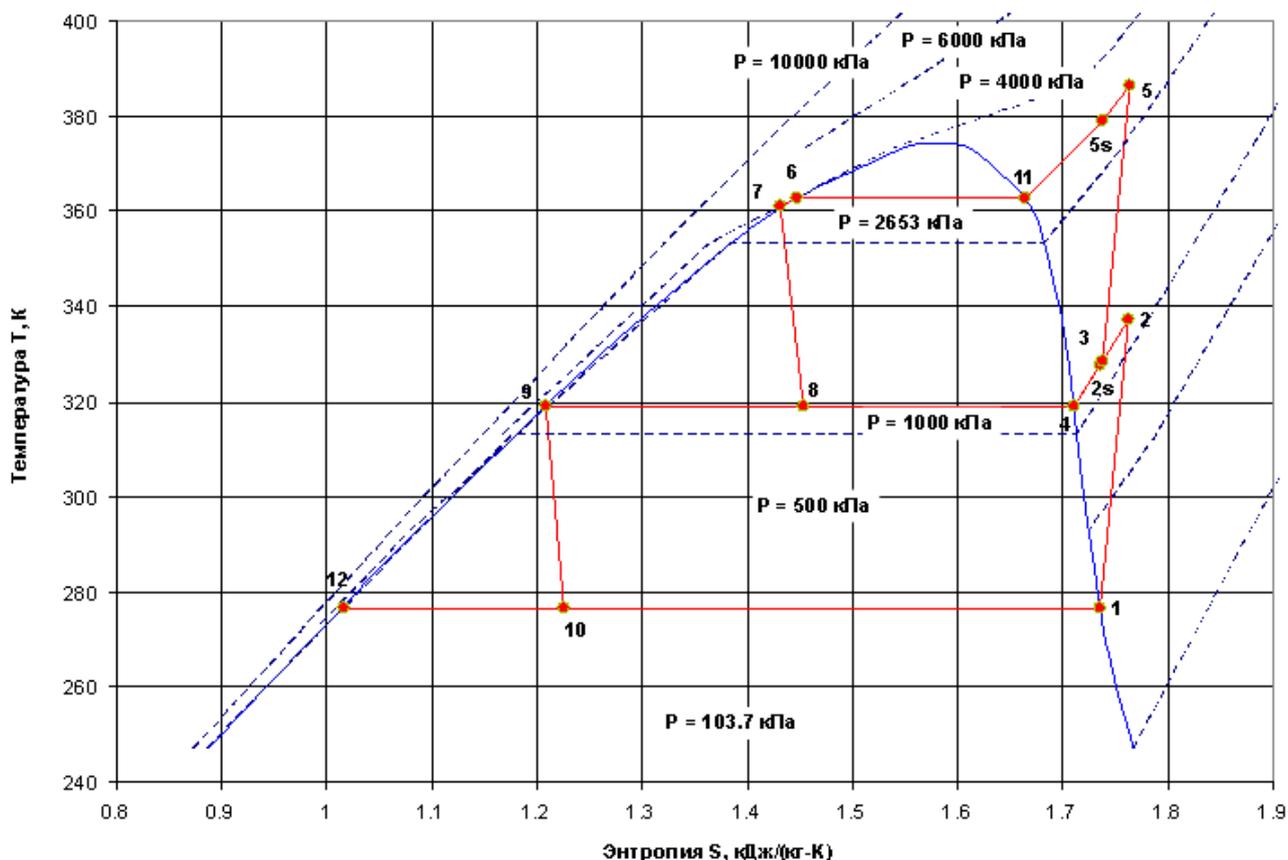


Рис. 3. TS-диаграмма тепловых процессов работы двухступенчатого теплового насоса на хладагенте R-134a при $t_{\text{заборт. воды}} = 10\text{ }^\circ\text{C}$
 Fig. 3. TS-diagram of thermal processes a two-stage work heat pump the refrigerant R-134a at a temperature of seawater $10\text{ }^\circ\text{C}$

Сложность регулирования тепловых нагрузок в течение суток и сезона предъявляет повышенные требования к системам управления тепловым насосом. Современные тепловые насосы позволяют регулировать тепловую нагрузку в диапазоне 10–100 % благодаря изменению положения регулирующих аппаратов перед ступенями компрессора.

Также могут быть разработаны различные высокоэффективные тепловые схемы теплоснабжения с тепловыми насосами с учетом конкретных условий региона. В отопительный период тепловому насосу выгодно покрывать базовую часть тепловой нагрузки, а кратковременную пиковую нагрузку оставлять электрическому или водогрейному котлу на газе.

Эффективность теплового насоса возрастет, если в летний период он будет покрывать одновременно холодильную нагрузку (например, для кондиционирования) и тепловую нагрузку для горячего водоснабжения [4].

Проблемы разработки хладагентов для тепловых насосов, не влияющих на глобальное потепление и озоновый слой: R-134a является хладагентом третьего поколения, не влияющим на озоновый слой ($ODP = 0$), но воздействующим на парниковый эффект с потенциалом глобального потепления ($GWP = 1340$ по сравнению с CO_2) [5].

Разработана директива ЕС, согласно которой с 2011 г. все новые модели автомобилей должны использовать хладагенты с минимальным воздействием на глобальное потепление. С 2017 г. абсолютно все транспортные суда должны иметь такие кондиционеры и хладагенты.

Хладагент R-1234yf не обеспечивает всех потребностей систем, основанных на принципе трансформации тепла. Для сравнения: его критическая температура 96 °С на 5 градусов ниже, чем у R-134a, следовательно, в условиях работы высокотемпературного теплового насоса выбор R-1234yf не будет оптимальным.

Необходимо искать новые хладагенты и доказывать, что они имеют $GWP < 150$, а также являются нетоксичными, невзрывоопасными.

Таким образом, необходимо найти новые хладагенты 4-го поколения, спрогнозировать и подтвердить их термодинамические свойства, разработать технологии их производства, оценить их энергетическую и экологическую эффективность как заменителей хладагентов 3-го поколения.

Выводы

1. Расчеты показывают, что высокотемпературные тепловые насосы большой мощности с двухступенчатыми центробежными компрессорами могут обеспечить нагрев горячей воды до 85...90 °С и иметь коэффициент трансформации тепла $\mu = 2,3-2,6$ на морской и речной воде.

2. Расчеты показывают, что необходимо разработать новые хладагенты для высокотемпературных тепловых насосов, не влияющие на глобальное потепление и озоновый слой.

3. Применение теплонасосной установки на судах оправдывает использование теплового эффекта как первичного агента для нагрева помещения, воды, рабочих и технических жидкостей (мазут, дизельное топливо, масла и т.д.), так и вторичного агента для охлаждения рабочих, производственных и бытовых помещений личного состава, а также для охлаждения продуктов питания, для отвода тепла от рабочих жидкостей двигателя внутреннего сгорания. Благодаря образующемуся конденсату возможно получение дистиллированной воды.

4. Внедрение теплонасосных систем теплохолодоснабжения является весьма эффективным инструментом политики энергосбережения для судов морского флота, позволяющим не только обеспечить экономию энергоресурсов у потребителя, но и существенным образом снизить нагрузку на централизованную систему энергосбережения судна, а также сократить выбросы в окружающую атмосферу продуктов сгорания традиционного органического топлива.

Список литературы

1. Селиверстов, В.М. Утилизация тепла в судовых дизельных установках / В.М. Селиверстов. – Л.: Судостроение, 1973. – 256 с.
2. Соболенко, А.Н. Судовые энергетические установки: дипломное проектирование / А.Н. Соболенко, Р.Р. Симашов. – М.: Моркнига, 2015. – Ч. 2. – 426 с.
3. Васильев, Г.П. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии / Г.П. Васильев, Л.В. Хрустачев, А.Г. Розин, И.М. Абуев. – М.: ГУП «НИАЦ», 2001. – 202 с.
4. Калнинь, И.М. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра / И.М. Калнинь, И.К. Савицкий // Холодильная техника. – 2000. – № 10. – С. 2–6.
5. Calm J.M. The next generation of refrigerants – Historical review, consideration, and outlook // International Journal of Refrigeration. – 2008. – Vol. 31. – P. 1123–1133.

Сведения об авторе: Волынцев Александр Владиславович, аспирант,
e-mail: gold125@list.ru.

УДК 629. 12. 066

Е.И. Есипенко

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

РАЗРАБОТКА ИНДИКАТОРА ДЛИНЫ ВЫТРАВЛЕННОГО КАБЕЛЯ ЛЕБЕДКИ ЗОНДА

Проанализированы частые порывы кабеля лебедки ультразвукового зонда при тралении. Проблема применения кабеля – это провисание кабеля. Решение этой проблемы – применение индикатора длины вытравленного кабеля лебедки зонда. Сконструирован индикатор, предназначенный для получения напряжения, пропорционального длине кабеля для подтягивания кабеля. Индикатор длины вытравленного кабеля состоит из блока положения и схемы вычисления длины вытравленного кабеля. Описана конструкция датчика положения. Приведены схемы формирователя импульсов, вычисления длины. Схема вычисления длины состоит из цифрового реверсивного счётчика, цифро-аналогового преобразователя, усилителей тока. Индикатор длины вытравленного кабеля поддерживает необходимое усилие в кабеле в большом диапазоне глубин.

Ключевые слова: лебедка, кабель, зонд, индикатор, длина, схема, счетчик.

E.I. Esipenko

INDICATOR CABLE STRETCH LENGTH OF PROBE HOIST IS DEVELOPED

Frequent tears the ultrasonic probe cable hoist trawling analysis in article. Problem of the application probe is hangetion of the cable. Problem solving is application indicator cable stretch length of ultrasonic probe hoist. An indicator is designed to produce voltage of cable proportionate stretch. Indicator scope of cable slacken out consist of position unit and circuitry for calculation cable stretch length. Construction of position sensor described. Circuitries of pulse former, count pulse former reduced. Circuitry for calculation cable stretch length consist of digital reversible counter, digital-analog converter, current amplifiers. Indicator cable stretch length support effort in cable for great depths range.

Key words: hoist, cable, probe, indicator, length, circuitry, counter.

Введение

В настоящее время широкое применение получили приборы траловой телеметрии (зонды), которые используются для обеспечения морского промысла и рыболовства [1]. Зонд закрепляется непосредственно на трале, на его верхнем подборе, и соединяется с находящейся на судне глубоководной лебедкой зонда кабелем [2]. С увеличением глубины погружения зонда возникает провис кабеля, который может привести к его обрыву. Электропривод лебедки зонда не устраняет провис, поэтому необходимо провести аналитическое исследование причины провиса кабеля. Целью данной работы является разработка индикатора длины вытравленного кабеля лебедки зонда, который, действуя на электропривод лебедки зонда, устранит провис кабеля.

Объект и методы исследования

Объектом исследования данной работы являлся способ травления кабеля, который не исключал его обрыв. Метод исследования – аналитическое исследование провиса кабеля и определения причин его обрыва. При тралении кабель под действием собственной массы провисает, может зацепиться за дно и оборваться. Анализ причин провиса показал, что электропривод лебедки зонда не устраняет провис, потому что момент на валу электродвигателя не зависит от глубины погружения зонда. Целью разработки является создание устройства, определяющего длину вытравленного кабеля лебедки зонда и подающего сигнал в систему управления электроприводом лебедки для исключения провиса.

Таким устройством является индикатор длины вытравленного кабеля лебедки зонда. Индикатор длины вытравленного кабеля должен подавать в электропривод лебедки зонда напряжение, пропорциональное длине вытравленного кабеля, для поддержания необходимого момента, создаваемого электродвигателем лебедки зонда для устранения провиса.

Результаты и их обсуждение

В схему индикатора длины вытравленного кабеля входят:

- блок положения;
- схемы вычисления длины вытравленного кабеля.

Для проводки кабеля за борт судна служит специальный канифас-блок, на котором размещены элементы датчика положения. На шкиве блока, совершающим один оборот при прохождении одного метра длины кабеля, закреплена ферромагнитная перемиычка. При каждом обороте, проходя над крышкой датчика, магнит своим полем возбуждает два П-образных магнитопровода с катушками индуктивности, расположенных над крышкой датчика. Последовательность замыкания магнитопроводов катушек индуктивности определяется направлением вращения шкива.

Токосъёмник предназначен для осуществления электрической связи между кабелем, намотанным на барабан лебёдки, и зондом, применяемым совместно с лебёдкой.

Принцип работы датчика положения показан на рис. 1: на катушке барабана лебёдки 3 закреплена ферромагнитная перемиычка 1, а на неподвижном основании закреплён чувствительный элемент (два П-образных магнитопровода с катушками индуктивности L1 и L2 2). При вращении барабана перемиычка проходит под магнитопроводами катушек индуктивности с минимальным зазором, при этом изменяется магнитное сопротивление в магнитной цепи системы и, как следствие, меняется индуктивное сопротивление катушек индуктивности [3].

Схема формирователя импульсов (рис. 2.) состоит из генератора питающего напряжения (ГПН) и двух преобразователей положения (ПП). В качестве генератора питающего напряжения взят генератор прямоугольных импульсов. Генератор собран на одной микросхеме, в которую входят четыре элемента 2И-НЕ. Логические элементы используются для поворота фазы на 180 градусов (это необходимо для самовозбуждения) и для того чтобы ослабить влияние выходной цепи на частоту и режим работы генератора. Импульсы с генератора поступают на усилитель мощности. Усилитель мощности выполнен на транзисторах VT1 и VT2. С усилителя мощности питающее напряжение поступает во входную обмотку трансформатора W1. Трансформатор TU1 служит для повышения напряжения и потенциальной развязки. Две вторичные обмотки W1 и W2 соединены с катушками индуктивности (L1, L2) датчика положения. Сигнал, снимаемый с катушек, выпрямляется, проходя через выпрямительный мост VD3-VD6 и VD7-VD10, и фильтруется фильтрами R4-C2 и R5-C3 [4].

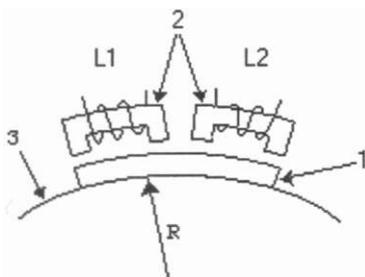


Рис. 1. Датчик положения
Fig. 1. Position sensor

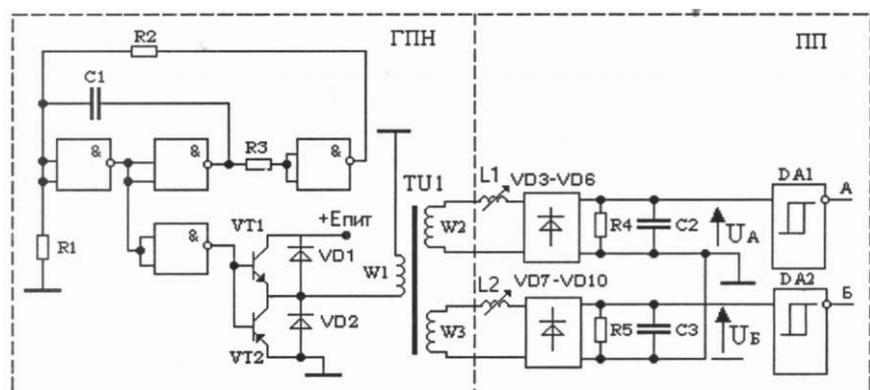


Рис. 2. Схема формирователя импульсов
Fig. 2. Pulse former circuitry

Компаратор DA1 и DA2, на который поступает сигнал, преобразует напряжение в логические уровни А и Б. Когда ферромагнитная переключатель находится под П-образными магнитопроводами, индуктивное сопротивление большое, при этом в цепи протекает малый ток, и соответственно напряжение в цепи минимальное. Это соответствует логическому нулю. А при маленькой индуктивности напряжение максимально, это соответствует логической единице. Временные диаграммы магнитоэлектрического датчика изображены на рис. 3.

Из логических уровней А и Б, в схеме формирования счётных импульсов (рис. 3), формируются счётные импульсы С. Частота следования импульсов пропорциональна числу оборотов барабана. Схема формирования счётных импульсов также формирует сигнал направления вращения U, который принимает единичное значение при трении кабеля, нулевое – при выборке.

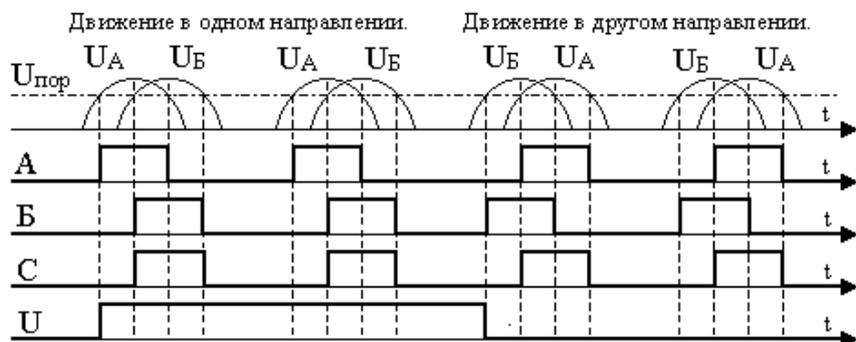


Рис. 3. Временные диаграммы формирователя импульсов
Fig. 3. Timing chart of pulse former

Синтезируем логическую схему, формирующую сигналы С и U, составив таблицу функционирования.

По таблице функционирования составим карты Карно для логических сигналов С и U, которые приведены на рис. 4. Карты Карно позволяют получить логические уравнения и построить принципиальную электрическую схему для формирования счётных импульсов и сигнала направления вращения [5].

Функционирование схемы формирования сигналов С и U
Signal C and U conditioning circuitry functioning

a^n	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
b^n	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
U^n	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
C^n	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
U^{n+1}	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
C^{n+1}	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1

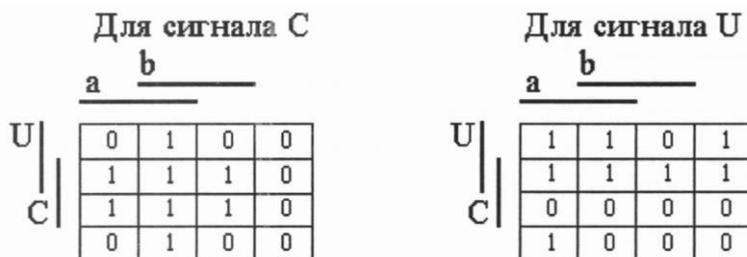


Рис. 4. Карты Карно для сигналов С и U
Fig. 4. Karno card for Signal C and U

Минимизируя карты Карно, получаем логические уравнения для сигналов:

$$C = \overline{a \cdot b} + \overline{a \cdot c} + \overline{b \cdot c} = \overline{a \cdot b} + \overline{a \cdot c} + \overline{b \cdot c} = \overline{a \cdot b \cdot a \cdot c \cdot b \cdot c}$$

$$U = \overline{a \cdot b \cdot c} + \overline{b \cdot u} + \overline{a \cdot u} + \overline{c \cdot u} = \overline{a \cdot b \cdot c} + \overline{b \cdot u} + \overline{a \cdot u} + \overline{c \cdot u} = \overline{a \cdot b \cdot c \cdot b \cdot u \cdot a \cdot u \cdot c \cdot u}$$

Принципиальная схема, реализующая получение сигналов C и U на логических элементах И-НЕ, приведена на рис. 5.

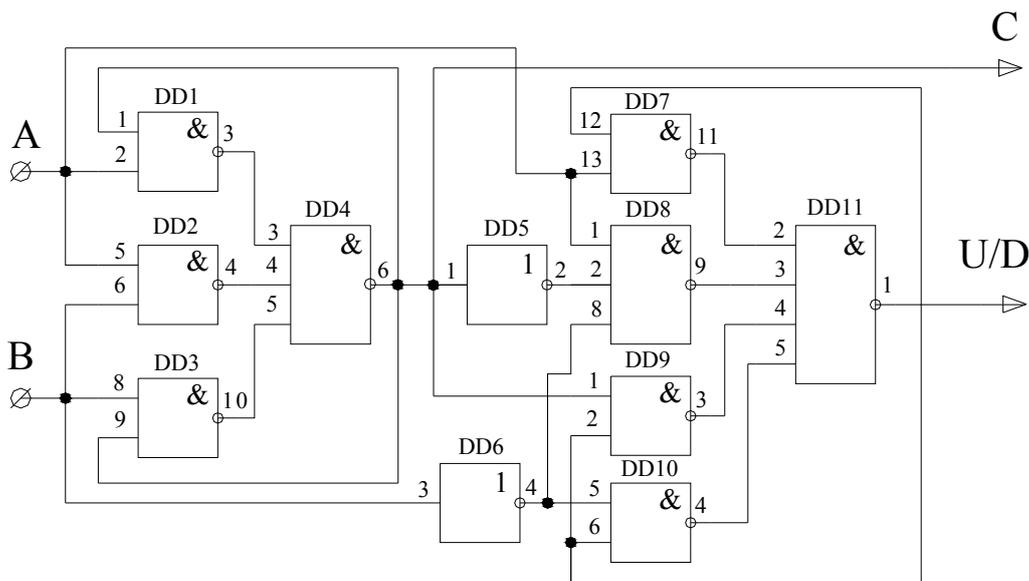


Рис. 5. Схема формирователя счётных импульсов
Fig. 5. Circuitry of count pulse former

Количество вытравленного кабеля подсчитывается путём суммирования или вычитания счётных импульсов (в зависимости от направления вращения). Эту операцию выполняет цифровой реверсивный счётчик, построенный на трёх интегральных микросхемах К561ИЕ11. Счётчик формирует двоичный код, который пропорционален количеству импульсов, подаваемых на его счётный вход.

Схема формирователя напряжения состоит из следующих элементов:

- цифровой реверсивный счётчик;
- ЦАП.

Схема формирователя напряжения от длины кабеля представлена на рис. 6. Сигнал со счётчика подаётся на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), который выдаёт напряжение, соответствующее коду на входе. В качестве ЦАП выбрано К572ПА1, с 12 разрядами. Для повышения точности 11-й разряд счётчика и 0-й разряд ЦАП не использовались.

Схема соединения ЦАП со счётчиком представлена на рис. 6. Напряжение будет пропорционально усилию, которое должно быть добавлено. На выходе сумматора формируется сигнал, который является уровнем ограничения.

При включении лебёдки в работу счётчик должен сброситься, т.е. обнулиться. Это происходит при подаче на его сбрасывающий вход единичного импульса. В начале зарядки конденсатора компаратор формирует единицу. А при достижении напряжения конденсатора определённого порогового значения компаратор переключается в уровень ноль [5].

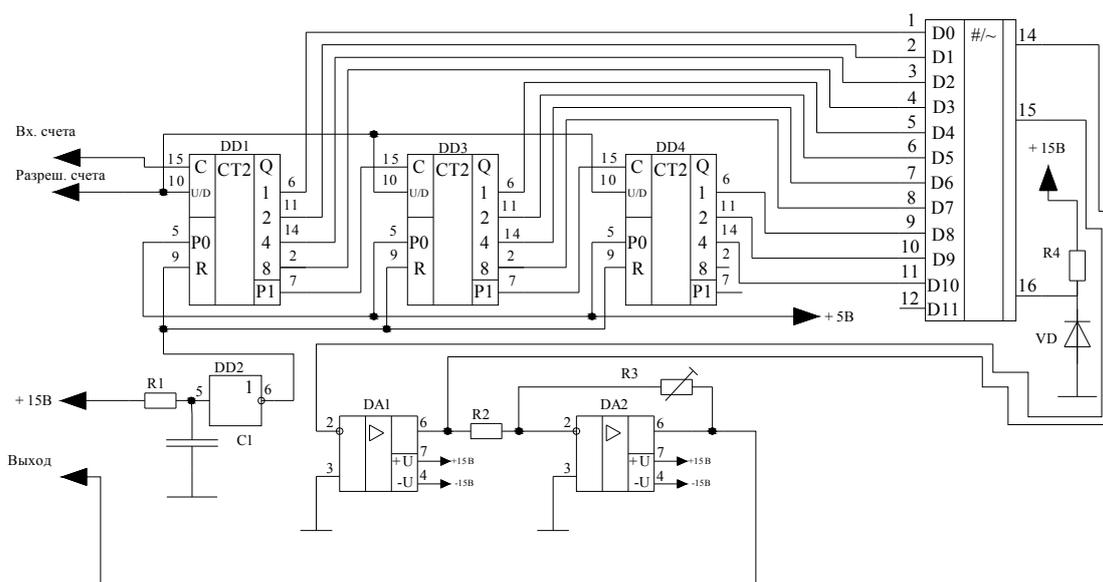


Рис. 6. Схема формирователя напряжения от длины кабеля
 Fig. 6. Circuitry of voltage former from cable length

Количество вытравленного кабеля подсчитывается путём суммирования или вычитания счётных импульсов (в зависимости от направления вращения). Эту операцию выполняет цифровой реверсивный счётчик, построенный на трёх интегральных микросхемах К561ИЕ11. Счётчик формирует двоичный код, который пропорционален количеству импульсов, подаваемых на его счётный вход.

Выводы

Разработанный индикатор длины вытравленного кабеля реализовал поставленную цель. Индикатор длины вытравленного кабеля лебедки зонда подает на электропривод лебедки зонда напряжение, пропорциональное длине вытравленного кабеля. Электропривод лебедки, предназначенной для отдачи и выборки кабеля с подвешенными на нём гидрологическими приборами, поддерживает необходимое усилие в кабеле, устраняя провис кабеля.

Список литературы

1. Бакланов, Е.Н. Физическая модель дальнего обнаружения сформированных рыбных косяков / Е.Н. Бакланов, Е.П. Стародубцев, П.А. Стародубцев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – № 33.
2. Герасимов, В.Г. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий / В.Г. Герасимов, В.В. Клюев, В.Е. Шатерников. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.
3. Редько, В.В. Методы и средства контроля в кабельной промышленности / В.В. Редько, Е.М. Федоров. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 55 с.
4. Гынгазова, Г.С. Разработка измерителя длины немагнитных протяженных изделий вихретоковым методом / Г.С. Гынгазова, Д.В. Миляев, Н.И. Ермошин // Вестн. науки Сибири. – 2013. – № 1. – С. 117–128.
5. Есипенко, Е.И. Измеритель напряжения / Е.И. Есипенко // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Ч. I. – С. 302–304.

Сведения об авторе: Есипенко Евгений Иванович, старший преподаватель, e-mail: mi_esa@dgtru.ru.

УДК 533.62.01

Б.И. Руднев, О.В. Повалихина

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

ТЕПЛОВЫЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ЗАКОНАХ ТРЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА ДЛЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Проанализированы основные тепловые и гидродинамические факторы, влияющие на законы трения и теплообмена в турбулентном пограничном слое. Показана возможность использования предельного закона теплообмена для математического моделирования конвективного теплопереноса в камере сгорания дизельного двигателя.

Ключевые слова: тепловые и гидродинамические факторы, трение, теплообмен, турбулентный пограничный слой.

B.I. Rudnev, O.V. Povalikhina

THE THERMAL AND HYDRODYNAMICAL FACTORS IN LAWS OF FRICTION AND HEAT TRANSFER FOR TURBULENT BOUNDARY LAYER

Basic thermal and hydrodynamical factors influenced on laws of friction and heat transfer in turbulent boundary layer are analyzed. Possibility of the ultimate law of heat transfer use for mathematical modeling of convective heat transfer in diesel engine combustion chamber is given.

Key words: thermal and hydrodynamical factors, friction, heat transfer, turbulent boundary layer.

Интегральные соотношения импульсов и энергии для турбулентного пограничного слоя, подробно рассмотренные в [1, 2], могут быть использованы для получения расчетных зависимостей с целью определения конвективных тепловых потоков в камере сгорания дизельных двигателей. Однако они не позволяют однозначно определить зависимость коэффициентов трения и теплоотдачи от тепловых и гидродинамических факторов. Для решения этих задач необходимы дополнительные связи коэффициентов трения и теплоотдачи с параметрами, входящими в левые части соотношений импульсов и энергии. Эти связи устанавливаются в форме законов трения и теплообмена [3, 4].

Названные законы для турбулентного пограничного слоя могут быть получены путем обобщения опытных данных или с привлечением полуэмпирических теорий турбулентности [3]. Как было установлено В.М. Иевлевым [3], законы трения и теплообмена обладают свойствами консервативности по отношению к граничным условиям по поверхности теплообмена и на внешней границе пограничного слоя. Иначе говоря, для различных зависимостей $w_\infty = f(x)$ и $\Delta T = T_f - T_w = \varphi(x)$ законы трения и теплообмена в достаточно широком диапазоне изменения параметров остаются неизменными, а влияние этих зависимостей на коэффициенты трения и теплоотдачи учитываются при решении интегральных соотношений [3, 4].

Используя степенные законы распределения скоростей и температур по толщине турбулентного пограничного слоя и экспериментальные данные по теплоотдаче, С.С. Кутателадзе и А.И. Леонтьев получили законы трения и теплообмена для безнапорного обтекания плоской пластины в квазиизотермических условиях (слабая неизотермичность, при которой физические свойства теплоносителя считаются независимыми от температуры) [5, 6]:

$$C_{f_0} = A \operatorname{Re}^{** - m}, \quad (1)$$

$$S_{t_0} = \frac{A}{2} \text{Re}^{**m} \text{Pr}^{-0,75} \tag{2}$$

В уравнениях (1) и (2) обозначения величин общепринятые в теории турбулентного пограничного слоя и дополнительно не расширяются.

Условия, при которых получены эти законы, называются стандартными, а величины коэффициента сопротивления трения C_f и числа Стентона St для стандартных условий обозначаются индексом 0.

Величины A и m зависят от показателя n в степенном законе распределения скоростей [6]. При $n = 1/7$ ($\text{Re}^{**} < 10^4$ и $\text{Re}_\tau^{**} < 10^4$) $A = 0,0256$; $m = 0,25$.

При наличии сложных условий течения и теплообмена в [6] предложено использовать принцип суперпозиции, который хоть и не является строгим, но дает удовлетворительное согласие с экспериментом в некотором ограниченном диапазоне измерения режимных параметров. С учетом этого принципа указанные выше законы трения и теплообмена называются относительными законами и записываются в виде:

$$\left(\frac{C_f}{C_{f_0}} \right)_{\text{Re}^{**}} = \psi^* \tag{3}$$

$$\left(\frac{C_t}{C_{t_0}} \right)_{\text{Re}_T^{**}} = \psi_S \tag{4}$$

где $\psi^* = \psi_T^* \psi_M^* \dots$; $\psi_S = \psi_T \psi_M \dots$; $\psi_T^*, \psi_M^*, \psi_T, \psi_M$ – относительные функции, отражающие влияние возмущающих факторов – неизотермичности, сжимаемости и др.

В [5, 6] показано, что в общем случае относительные законы трения и теплообмена можно представить следующим образом:

$$\psi^* = \left[\frac{1}{Z} \int_{\omega_1}^1 \left(\frac{\rho \bar{\tau}_0}{\rho_\infty \bar{\tau}} \right)^{\frac{1}{2}} d\omega \right]^2 \tag{5}$$

где $Z = \sqrt{\frac{C_{f_0}}{2}} \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\frac{\bar{\tau}_0}{1-\beta}} \frac{d\xi}{L}$; $\omega = w_x / w_\infty$ – безразмерная скорость на границе вязкого подслоя; $\xi_1 = y_1 / \delta$ – безразмерная толщина вязкого подслоя.

$$\psi_S = \left(\frac{S_t}{S_{t_0}} \right)_{\text{Re}_T^{**}} = \left[\frac{1}{Z_S} \int_{\theta_1}^1 \left(\frac{\rho \bar{q}_0}{\rho_\infty q \varepsilon} \right)^{\frac{1}{2}} d\theta \right]^2 \tag{6}$$

где $Z_S = (S_{t_0})^{\frac{1}{2}} \int_{\xi_{T1}}^1 \left(\frac{\bar{q}_0}{(1-\beta_T)} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{d\xi_T}{L_Q}$; S_{t_0} – значение числа Стентона для случая обтекания непроницаемой пластины несжимаемым потоком с постоянными физическими свойствами,

найденными для значения числа Re_T^{**} , в рассматриваемом сечении при заданных условиях обтекания и теплообмена; $\varepsilon = \varepsilon(\xi)$ – коэффициент неподобия температурного и скоростного полей, который в расчетах принимается, как правило, постоянным; θ – безразмерная температура вязкого подслоя.

Анализ уравнений (5) и (6) показывает, что для получения в общем случае относительных законов трения и теплообмена в аналитической форме необходимо знать законы изменения величин: $\xi_T, \omega_1, \theta_1, \xi_1, \bar{\tau}, \bar{\tau}_0, \rho/\rho_\infty, \beta, \beta_T, \bar{q}, q_0, L, L_q$ – что в настоящее время практически невозможно. Выбор же тех или иных допущений, используемых в ряде предложенных полуэмпирических методов, представляется недостаточно обоснованным [4–6]. Однако, как было показано в работах [5, 6], относительные законы трения и теплообмена в виде уравнений (5) и (6) перестают зависеть от эмпирических констант турбулентности в предельном случае стремления чисел Re^{**} и Re_T^{**} к бесконечности.

Физически существование предельных законов трения и теплообмена объясняется тем, что с увеличением числа Re толщины вязкого подслоя стремятся к нулю быстрее, чем толщина турбулентной части пограничного слоя.

Действительно, из уравнения логарифмического профиля скоростей

$$\varphi = 2,5 \ln \eta + 5,5 \quad (7)$$

следует, что при $y = \delta$ и $w_x = w_\infty$ [7]

$$v_0 \delta / \nu = 0,111 \exp \left[\left(\frac{0,4}{C_{f_0}} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (8)$$

откуда, применив соотношение $\varphi = \eta$, можно получить

$$\xi_1 = \frac{y_1}{\delta} = \varphi_1 \left(\frac{\nu}{v_0 \delta} \right) = 104 \exp \left[\left(-\frac{0,4}{C_{f_0}} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (9)$$

Как подробно показано в [7], при $Re^{**} \rightarrow \infty, C_{f_0} \rightarrow 0, \xi_1 \rightarrow 0, \omega_1 \rightarrow 0, \beta \rightarrow 0$.

Таким образом, при $Re \rightarrow \infty$ имеем [7]

$$Z \rightarrow \sqrt{\frac{C_{f_0}}{2}} \int_0^1 \sqrt{\bar{\tau}_0} \frac{\delta}{L} d\xi. \quad (10)$$

Раскладывая функцию $\Phi = Z \sqrt{C_{f_0}/2}$ в ряд по степеням возмущающего фактора и обозначая сумму членов от $i = 2$ до $i = \infty$ через $\Delta\Phi$, получим

$$Z = Z_0 + \Delta\Phi \sqrt{C_{f_0}/2}, \quad (11)$$

где $Z_0 = L - \omega_0$, что следует из уравнения (5) при записи его для случая изотермического трения ($\rho = \rho_\infty, \bar{\tau} = \bar{\tau}_0$ и $\psi = 1$).

При $Re \rightarrow \infty, C_{f_0} \rightarrow 0, \omega_1 \rightarrow 0$. Следовательно, если функция $\Delta\Phi$ конечна, то $Z_{Re \rightarrow \infty} \rightarrow 1$. Аналогично можно показать, что $Z_{SRe \rightarrow \infty} \rightarrow 1$. Таким образом, при $Re \rightarrow \infty$ уравнения (5) и (6) принимают вид так называемых предельных законов трения и теплообмена [7]:

$$\psi = \left[\int_0^1 \left(\frac{\rho \bar{\tau}_0}{\rho_\infty \bar{\tau}} \right)^{\frac{1}{2}} d\omega \right]^2. \tag{12}$$

$$\psi_S = \left[\int_0^1 \left(\frac{\rho \bar{q}_0}{\rho_\infty \bar{q} \varepsilon} \right)^{\frac{1}{2}} d\theta \right]^2. \tag{13}$$

Для того чтобы получить выражения предельных законов трения и теплообмена в аналитической форме, необходимо знать распределение величин $\rho/\rho_\infty, \omega, \theta, \bar{\tau}, \bar{q}$ в турбулентном пограничном слое. При современном состоянии теории турбулентного пограничного слоя получить точные аналитические зависимости указанных величин не представляется возможным [4–6]. Однако, как показано в [7], вид этих зависимостей может быть получен на основании общего анализа турбулентных течений с точностью, достаточной для практических расчетов. Что касается распределений $\bar{\tau}$ и \bar{q} , то они могут быть получены из анализа соответствующих граничных условий [6].

Следуя работе [7], оценим влияние некоторых факторов на относительный закон теплообмена. В частности, проследим влияние неизотермичности и сжимаемости. При $Pr=1$ относительный закон теплообмена (6) принимает вид

$$\psi_S = \left[\int_0^1 \left(\frac{\rho \bar{q}_0}{\rho_\infty \bar{q} \varepsilon} \right)^{\frac{1}{2}} d\theta \right]^2. \tag{14}$$

Согласно принятой в [6] аппроксимации распределение тепловых потоков поперек пограничного слоя не зависит от неизотермичности и сжимаемости. Тогда в уравнении (14) можно полагать [6]

$$\bar{q}_0 = \bar{q} = 1 - 3\xi_T^2 + 2\xi_T^3 + b_{1T}\theta(1 - \xi_T)^2, \tag{15}$$

где $b_{1T} = \rho_w W_w / (St \rho_w W_\infty)$, $\theta = (T_w - T) / (T_w - T_\infty)$.

Как показано в [7], распределение плотности рабочего тела можно найти из следующего уравнения:

$$T/T_\infty = \psi - \Delta\psi \varepsilon \omega - (\psi^* - 1)\omega^2, \tag{16}$$

где $\psi = T_w/T_\infty$ – температурный фактор; $\psi^* = T_w^*/T_\infty = 1 + r \frac{k-1}{2} M^2$ – кинематический температурный фактор; $\omega = W_x/W_\infty$ – скоростной фактор; $M = W_\infty/a$ – число Маха; $\Delta\psi = \psi - \psi^*$ – фактор теплообмена; ε – коэффициент неподобия полей температур и скоростей; r – коэффициент восстановления (для газов его величина близка к единице).

Считая, что газ идеален, а давление поперек пограничного слоя остается постоянным, получим

$$\rho / \rho_{\infty} = \psi + \Delta \psi + (\psi^* - 1) \omega^2. \quad (17)$$

Подставив в (14) соотношения (15), (17) и выполнив интегрирование, находим [7]

$$\psi_S = \frac{1}{(\psi^* - 1)} \frac{1}{Z_S} \left[\begin{array}{l} \arcsin \frac{2(\psi^* - 1) + \Delta \psi}{\sqrt{4(\psi^* - 1)(\psi^* + \Delta \psi) + (\Delta \psi)^2}} - \\ - \arcsin \frac{\Delta \psi}{\sqrt{4(\psi^* - 1)(\psi^* + \Delta \psi) + (\Delta \psi)^2}} \end{array} \right]^2. \quad (18)$$

В силу принятого ранее допущения о подобии температурного и скоростного полей ($Pr = 1$) имеет место аналогия Рейнольдса: законы сопротивления и теплообмена полностью совпадают, т.е. при $Pr = 1$; $\psi = \psi_S$. Если число $Pr \neq 1$, то вместо уравнения (18) получим два различных решения: первое – для случая $\delta_T > \delta$ и второе – $\delta_T < \delta$.

Полагая в (18) $Z_S = 1$, получаем предельный закон теплообмена в виде [7]

$$\psi_S = \frac{1}{(\psi^* - 1)} \left[\begin{array}{l} \arcsin \frac{2(\psi^* - 1) + \Delta \psi}{\sqrt{4(\psi^* - 1)(\psi^* + \Delta \psi) + (\Delta \psi)^2}} - \\ - \arcsin \frac{\Delta \psi}{\sqrt{4(\psi^* - 1)(\psi^* + \Delta \psi) + (\Delta \psi)^2}} \end{array} \right]^2. \quad (19)$$

Для области дозвукового течения рабочего тела $\psi^* \rightarrow 1$ уравнение (19), как показано в [7], принимает вид:

$$\psi_S = \left[\frac{2}{(\sqrt{\psi^*} + 1)} \right]^2. \quad (20)$$

Следует отметить, что впервые формула (20) была получена С.С. Кутателадзе [8] для случая течения газа по шероховатой трубе.

Формулу для сверхзвукового потока рабочего тела мы не приводим, так как ранее в [9] было показано, что в камере сгорания дизельного двигателя в период сгорания – расширения имеет место соотношение $M \ll 1$. Это дает возможность использовать зависимость (20) при математическом моделировании локального конвективного теплообмена в современных дизельных двигателях [10].

Список литературы

1. Руднев, Б.И. Математическое моделирование теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя с использованием интегральных соотношений турбулентного пограничного слоя / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Современные тенденции развития перерабатывающих

комплексов пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2011. – С. 112–117.

2. Руднев, Б.И. Расчет локальных конвективных тепловых потоков в камере сгорания дизельного двигателя с использованием теории турбулентного пограничного слоя / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // *Материалы 58-й Всерос. науч. конф. Т. 3. Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания.* – Владивосток: ТОВВМУ им. С.О. Макарова, 2015. – С. 226–230.

3. Иевлев, В.М. Турбулентное движение высокотемпературных сплошных сред / В.М. Иевлев. – М.: Наука, 1975. – 256 с.

4. Васильев, А.П. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: в 2 кн. / А.П. Васильев, В.М. Кудрявцев, В.А. Кузнецов и др. – М.: Высш. шк., 1993. – Кн. 2. – 368 с.

5. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

6. Кутателадзе, С.С. Теплообмен и трение в турбулентном пограничном слое / С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьев. – М.: Наука, 1985. – 319 с.

7. Исаев, С.А. Теория тепломассообмена / С.А. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др. – М.: Высш. шк., 1979. – 495 с.

8. Кутателадзе, С.С. Пристенная турбулентность / С.С. Кутателадзе. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. – 224 с.

9. Руднев, Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей / Б.И. Руднев. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 221 с.

10. Руднев, Б.И. Математическая модель радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // *Materials of the European Science and Education: 9th International research and practice conference, Munich, Germany.* – 2016. – Vol. 1. – P. 112–115.

Сведения об авторах: Руднев Борис Иванович, доктор технических наук, профессор; Повалихина Ольга Владимировна, доцент, e-mail: rovalichina@mail.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.959.5

В.Д. Богданов, С.Н. Максимова, Е.В. Шадрина

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

ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОРСКИХ ЗВЕЗД КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

Рассмотрены морские звезды, обитающие в дальневосточных морях, как сырье для производства кормовой добавки в рационе птиц. С этой целью осуществлена оценка химического состава этих морских объектов: определено содержание белка, липидов, минеральных веществ, аминокислотный состав белков. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о целесообразности получения из них кормовой (минеральной или белковой) добавки.

Ключевые слова: морские звезды, технология, комбинированный метод, кормовая добавка.

V.D. Bogdanov, S.N. Maksimova, E.V. Shadrina

STUDIES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE SEA STARS AS RAW MATERIAL FOR OBTAINING FEED ADDITIVES BY COMBINED METHOD

In the article the sea stars, living in the Far Eastern seas, examines as raw material for the production of feed additives in diet of birds. With this objective, assess chemical composition of these marine objects to determine the content of protein, lipids, mineral substances, amino acid composition of proteins. Analysis of experimental data indicates the feasibility of generating the feed (mineral or protein) supplements.

Key words: sea stars, technology, combined method, feed additive.

Морские звезды – это класс типа иглокожих. Их ближайшими родственниками являются другие иглокожие: голотурии, морские ежи и морские лилии. Все они возникли более 450 миллионов лет назад и распространены повсеместно – от Северного Ледовитого океана и вод, омывающих Антарктиду, до тропических и экваториальных зон океана. В настоящее время известно около 1500 видов морских звезд, из которых около 170 видов и подвигов обитает в дальневосточных морях России [1].

Японское море у берегов Приморья имеет большие отличия между летней и зимней температурами, поэтому на литорали в зал. Петра Великого встречаются только несколько видов (не более 10) морских звезд. Чаще всего встречаются патирия гребешковая (*Patiria pectinifera*) и эвастерия колючая (*Evasterias echinosoma*).

Патирия гребешковая – звезда с короткими лучами синего цвета, с рассыпанными по спинной поверхности красно-оранжевыми пятнами. Патирия бывает пяти-, шести- и даже семилучевой, распространена в Японском море. Эти небольшие звезды образуют многочисленные скопления на дне, особенно в июле – августе, в период их нереста.

Самая крупная у берегов Приморья морская звезда – эвастерия колючая – достигает в размахе лучей 40–50 см и более. Она живет на глубинах от 4 до 100 м, распространена в Японском море от зал. Посьета до Татарского пролива [2].

На плантациях по разведению устриц и гребешков морские звезды наносят ущерб морскому хозяйству, скапливаясь возле морских огородов и поедая урожай. Учитывая постоянно увеличивающиеся колонии морских звезд в расположении объектов аквакультуры моллюсков, их можно рассматривать как перспективное сырье для промышленной переработки. Направление использования и способ переработки морских звезд зависят от их химического состава, который может варьироваться в зависимости от их вида, времени и места вылова.

Целью настоящих исследований является определение химического состава морских звезд, обитающих в бухте Северной, как сырья для получения комбинированным способом кормовой добавки в рацион птиц.

В работе использовали два вида звезд: патирия гребешковая, эвастерия колючая.

Исследование химического состава (массовая доля воды, содержание минеральных веществ) образцов проводили согласно стандартным методам (ГОСТ 7636-85) [3].

Массовую долю липидов определяли по методу Блайя и Дайэра [4].

Аминокислотный состав белков определяли после кислотного гидролиза [5] на высокоскоростном анализаторе Hitachi L-8800.

Определение содержания макро- и микроэлементов и токсичных металлов в образцах осуществляли стандартными методами (ГОСТ 26927, 26929, 26930, 26932, 26933, 30178, 30538, Р 51301) на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы Nippon Jarell Ach модель АА-885. В качестве атомизатора использовали однощелочную горелку и пламя ацетилен-воздух.

В экспериментальных исследованиях определяли химический состав разных частей тела морских звезд, выловленных в летний период (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав морских звезд, %

Table 1

Chemical composition of sea stars, %

Образец	Вода/ сухие вещества	Белок (общ. азот)	Липиды	Минер. вещ-ва	Аминосахара (галактозамин + глюкозамин)	Сумма аминокислот (% на сухое вещество)
Панцирь эвастерии	71,90 / 28,10	9,50 (1,520)	0,88	17,07	0,46 + 0,38 = 0,84	2,79±0,15
Внутренности эвастерии	74,70 / 25,30	14,34 (2,295)	6,11	2,41	1,16 + 0,99 = 2,16	8,29±0,25
Икра эвастерии	83,80/ 16,30	11,59 (1,855)	1,86	2,39	0,69 + 0,58 = 1,27	7,51±0,25
Панцирь патирии	56,74/ 43,31	9,66 (1,545)	0,77	32,04	0,41 + 0,33 = 0,74	1,65±0,05
Внутренности патирии	80,60 / 19,40	10,25 (1,640)	1,35	7,67	0,45 + 0,38 = 0,83	4,22±0,05
Икра патирии	81,25 / 18,81	13,15 (2,105)	3,80	1,32	0,75 + 0,64 = 1,39	7,14±0,25

Как видно из представленных данных, различие в содержании сухих веществ связано с повышенной минерализацией покровной ткани патирии гребешковой. Во внутренностях морских звезд содержание сухих веществ находится приблизительно на одном уровне.

Количество белка в покровной ткани эвастерии колючей и патирии гребешковой почти одинаково и составляет 9,5–9,7 %. Во внутренностях морских звезд количество белка различное – от 10,25 до 14,34 %.

Содержание липидов в покровной ткани звезд незначительно. Во внутренностях эвастерии количество липидов достаточно велико и превышает в 4,5 раза содержание липидов во внутренностях патирии.

Количество минеральных веществ в покровной ткани эвастерии почти в 2 раза ниже, чем в ткани патирии. Во внутренностях морских звезд содержание минеральных веществ также заметно различается, однако их количество невысокое.

Содержание макро- и микроэлементов в исследуемых образцах морских звезд представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание макро- и микроэлементов, мг/кг (в сырой ткани)

Table 2

The content of macro – and microelements, mg/kg (raw tissue)

Образец	P	Na	Ca	K	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni
Панцирь эвастерии	1332,2	276,8	2009,0	83,15	116,07	5,32	63,78	55,21	18,66	0,11
Внутренности эвастерии	152,9	190,1	0,8	95,05	18,37	0,28	112,8	36,73	5,43	0,08
Икра эвастерии	180,1	235,5	0,64	106,42	24,55	0,58	16,83	20,07	1,91	0,09
Панцирь патирии	775,8	194,3	2049,1	48,43	226,54	37,66	67,25	11,34	9,98	0,07
Внутренности патирии	101,2	161,4	3,1	124,0	26,60	1,36	216,9	41,42	3,95	0,08
Икра патирии	92,8	231,9	36,2	130,74	23,28	0,19	71,69	22,69	3,14	0,09

Анализ полученных результатов показывает, что особенностью покровной ткани эвастерии колючей является более высокое содержание фосфора. Покровная ткань патирии богаче магнием по сравнению с эвастерией почти в два раза. Данные по содержанию кальция у двух объектов – одного порядка. По сравнению с покровной тканью внутренние органы обоих видов звезд отличаются более высоким содержанием калия и железа. Содержание натрия во всех частях тела звезд приблизительно одинаково.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что по количеству минеральных веществ (особенно кальция) морские звезды могут покрывать суточную потребность в них животного организма и являются ценным сырьем для получения минеральной кормовой добавки для птиц.

Оценка химического состава морских звезд позволяет охарактеризовать их и как ценное белковое сырье.

В табл. 3 представлен аминокислотный состав белков морских звезд.

Как видно из представленных результатов, белки обеих морских звезд содержат все незаменимые аминокислоты. Их общее количество в покровной части звезд составляет 36,4–39,4 % от суммы аминокислот, во внутренностях патирии гребешковой и эвастерии колючей – 40,3 и 44,3 % соответственно. В икре морских звезд содержание незаменимых аминокислот составляет 40,0–41,0 %.

В тканях морских звезд отмечается большое количество лизина – от 5 до 7 %, который способствует всасыванию кальция, благотворно влияет на обмен белков и состояние нервной системы, участвует в синтезе белков, необходимых для образования скелетных тканей и ферментов, является важным компонентом нескольких пептидных гормонов. При недостатке лизина у животных снижается использование азота корма, замедляется рост и продуктивность взрослых животных, снижается концентрация свободного лизина в мышцах, гемоглобина в крови [7, 8].

Таблица 3

Аминокислотный состав белков образцов, % к белку

Table 3

Amino acid composition of proteins in samples, % protein

Амино-кислота*	Панцирь эвастерии	Внутренности эвастерии	Икра эвастерии	Панцирь патирии	Внутренности патирии	Икра патирии	Эталон* ФАО/ВОЗ, г/100г белка
Thr	4,95	5,31	4,68	4,40	5,23	5,00	2,3
Ile	4,18	4,31	4,10	3,27	4,16	4,06	3,0
Leu	6,88	6,35	6,50	5,28	6,70	6,73	5,9
Val	5,38	6,65	5,63	4,55	5,53	5,39	3,9
Lys	7,05	7,10	7,04	4,98	7,25	7,11	4,5
His	2,32	1,98	1,81	1,48	2,22	2,04	1,5
Tyr + Phe	3,32 + 4,00	4,19 + 4,65	3,25 + 4,10	5,03 + 3,25	4,46 + 4,24	3,85 + 4,09	3,8
Met + Cys	0,50 + 0,78	3,24 + 0,47	2,53 + 1,04	1,22 + 2,95	0,22 + 0,29	1,32 + 0,45	2,2
Незаменимые аминокислоты	39,36	44,25	40,68	36,41	40,3	40,04	27,1
Glu	13,69	12,11	12,37	12,39	12,69	12,56	–
Gly	13,58	12,64	17,71	12,72	12,55	17,05	–
Ala	4,38	2,86	2,55	5,14	4,73	4,76	–
Asp	9,45	9,66	9,14	8,66	9,71	8,76	–
Ser	4,39	3,72	3,57	4,38	4,28	3,84	–
Arg	5,60	5,00	5,31	5,53	4,77	5,33	–
Pro	7,19	6,76	6,38	9,49	6,43	5,96	–
Сумма	58,28	52,75	57,03	58,31	55,16	58,26	–

* Protein and amino acid... [6].

Значительно отличается содержание незаменимых аминокислот в панцире патирии, где их количество на 18–41 % ниже, чем в других частях.

Среди заменимых аминокислот преобладают глицин и глутаминовая кислота, которые участвуют в обменных процессах, биосинтезе белков.

Высокие значения аспарагиновой и глутаминовой кислот приближают морские звезды к водорослям, в частности, к ламинариевым, и играют важнейшую роль в обменных процессах организма.

Исследования содержания токсичных элементов (табл. 4) свидетельствуют о возможности использования морских звезд для получения кормовых продуктов.

Таблица 4

Содержание токсичных элементов, мг/кг (в сырой ткани)

Table 4

The content of toxic elements, mg/kg (raw tissue)

Образец	As	Pb	Cd	Hg
Панцирь эвастерии	1,46	0,28	0,013	-
Внутренности эвастерии	3,14	0,25	0,056	-
Панцирь патирии	3,50	0,50	0,095	-
Внутренности патирии	2,65	0,20	0,012	-
Нормы по ТР ТС 2011	5,00	10,0	2,0	0,2

В целом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности использования всех частей тела морских звезд (высокоминерализованной белковой покровной ткани и внутренних органов, богатых биологически ценными липидами, белками) для получения кормовой добавки (минеральной и белковой) для птиц. При этом для разработки комбинированной технологии, подразумевающей как биотехнологическое, так и химическое воздействие на сырье, должны быть учтены особенности химического состава и показателей безопасности этих биологических объектов.

Список литературы

1. Жизнь животных: в 6 т. / под ред. проф. Н.А. Гладкова, А.В. Михеева. – М.: Просвещение, 1970.
2. Явнов, С.В. Атлас морских звезд дальневосточных морей России / С.В. Явнов; под ред. В.А. Ракова. – Владивосток: Русский остров, 2010. – 240 с.
3. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 139 с.
4. Bligh E.G., Dayer W.J. A rapid method of total lipid extraction // *Canad. J. Biochem. Physiol.* – 1959. – № 37. – P. 911–917.
5. Остерман, Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот: монография / Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1985. – 536 с.
6. Protein and amino acid requirements in human nutrition : Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO technical report series № 935. – Geneva, Switzerland : World Health Organization, 2007. – 265 p.
7. Игнатова, Г.В. Низкопротеиновые комбикорма для яичных кур / Г.В. Игнатова, С.Н. Колодяжная // *Вопр. повышения эффективности кормления с.-х. птицы.* – Загорск: ВНИИ-ТИП, 1989. – С. 48–57.
8. Езерская, А.В. Влияние различных уровней лизина и метионина в рационах на продуктивность бройлеров / А.В. Езерская // *Науч. основы технологии производства бройлеров: сб. науч. тр. ВНИТИП.* – Сергиев Посад, 1994. – С. 139–148.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;
Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, профессор, e-mail: maxsvet61@mail.ru;
Шадрина Екатерина Васильевна, аспирант, e-mail: katyashadrina83@mail.ru.

УДК 664.97

В.Д. Богданов, А.В. Назаренко, А.А. СимдянкинДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**КРИОТЕХНОЛОГИЯ СУХОГО ПИЩЕВОГО
КОНЦЕНТРАТА ИЗ ГОЛОТУРИЙ**

Рассматривается вопрос сохранения полезных веществ при переработке голотурий. Впервые представлена безотходная криотехнология обработки голотурий, позволяющая получить пищевой концентрат.

Ключевые слова: голотурии, пищевой сухой концентрат, криообработка, криоизмельчение.

**V.D. Bogdanov, A.V. Nazarenko, A.A. Simdiankin
CRYOTECHNOLOGY DRY FOOD CONCENTRATES
FROM THE SEA CUCUMBERS**

The article is devoted to the preservation of nutrients in the processing of sea cucumbers. World's first non-waste of cryotechnology processing sea cucumbers, allowing us to obtain food concentrate.

Key word: sea cucumber, dry food concentrate, cryotreatment, cryomilling.

Голотурии, обитающие в дальневосточных морях, являются ценным сырьем для производства продуктов, обладающих биологической активностью.

Известно, что белки соединительной ткани трепанга частично представлены гликопротеинами и различными конъюгатами с полисахаридами, важнейшими из которых могут являться хондроитинсульфаты и полифукан-сульфат-белковые комплексы. Специалисты считают, что действующим началом биологически активных углеводных комплексов типа хондроитинсульфата являются входящие в их состав гексозные аminosахара – галактозамин и глюкозамин [1].

Продукты из голотурий используются прежде всего в качестве источников тритерпеновых гликозидов, проявляющих противомикробную, противопаразитарную, противовирусную и противогрибковую активность в отношении довольно широкого спектра бактерий, вирусов, грибов. Тритерпеновые гликозиды, избирательно действующие на сердечно-сосудистую систему, способствуют расслаблению мышц стенок кровеносных сосудов, снижению кровяного давления, усилению сокращения сердца и удлинению периода отдыха сердечной мышцы. Часто в результате их действия исчезают застойные явления, восстанавливается эластичность и проходимость сосудов. Они также оказывают цитостатическое влияние, приводящее к угнетению клеточного деления и торможению клеточного роста [2].

В настоящее время голотурии традиционно используются для приготовления широкого ассортимента кулинарных продуктов, пресервов и консервов. Часто с целью предварительного консервирования и сохранения до основной обработки их замораживают или сушат.

Следует отметить, что в последнее время появились технологии, позволяющие получать из голотурий продукты, содержащие в концентрированном виде группы веществ, проявляющих биологическую активность и функциональность.

Разработана композиция, состоящая из порошка высушенных голотурий в качестве активного начала, и способ ее получения, согласно которому сырье разделяют, тушки очищают и помещают в воздухонепроницаемый контейнер, где их желатинируют от 1 мин до 20 ч при температуре 70–130 °С. Затем полученное желе подвергают сублимационной

сушке до содержания воды не более 10 %, после чего измельчают в несколько этапов до тонкого порошка с частицами наноразмеров. Недостатками данного способа являются неиспользование отходов, образующихся при разделке голотурий, и высокотемпературное желатинизирование, увеличивающее себестоимость продукции и снижающее ее биологическую ценность [3].

Известен способ получения сухого гидролизата из голотурий, включающий этапы гидролиза подготовленного сырья ферментным препаратом, сушки гидролизата и измельчение сухого гидролизата в порошок. В качестве подготовленного сырья используют очищенные от внутренностей и измельченные до размеров не более 3 мм тушки голотурий, при гидролизе в качестве ферментного препарата применяют ферментный препарат, выделенный из морских гидробионтов, при этом гидролиз осуществляют в течение 2–8 ч при температуре 18–35 °С, на этапе сушки используют лиофильную сушку, которую осуществляют в течение 18–24 ч до достижения влажности сухого гидролизата не более 10 %, причем на завершающем этапе сушки температуру сухого гидролизата постепенно увеличивают до 60–65 °С в течение 0,5–1,5 ч. К недостаткам данного способа обработки голотурий следует отнести то, что не используются образующиеся при разделке отходы (выход оболочки у трепанга составляет около 55 %, кукумари – 34 %), снижается биологическая ценность продукта вследствие применения нагрева до 60–65 °С в течение 0,5–1,5 ч на заключительном этапе сушки, а также сложность производства готового продукта, связанная с осуществлением процесса ферментативного гидролиза путем применения протеолитических ферментов, выделенных из гидробионтов [4].

В ТИПРО разработан способ комплексной переработки голотурий с получением сухого пищевого продукта, биологически активной добавки «Акмар» и кормовой биологически активной добавки [5]. Способ включает разделку сырья на мышечный мешок, венчики и внутренности с внутрибрюшной пленкой. Как следует из описания изобретения, сырьем для получения пищевого продукта является мышечный мешок, который подвергают варке в течение 5–15 мин. Варка мышечных белков голотурий осуществляется порциями 3–5-кратно в одной и той же варочной среде (пресная, подсоленная или морская вода). Вареные мышечные мешки голотурий сушат при температуре от 10 до 65 °С до содержания воды в готовом пищевом продукте 5–12 %.

Внутренности голотурий вместе с венчиками и внутрибрюшной пленкой подпрессовывают, измельчают и сушат при температуре 10–75 °С с получением кормовой БАД, а варочные воды сушат при температуре 40–120 °С с получением БАД к пище. Недостатками данного способа являются:

- сложность производства готовых продуктов, связанная с высокой трудоемкостью разделки голотурий, особенно с удалением венчиков и внутрибрюшной пленки, а также созданием и поддержанием высокотемпературных процессов варки и сушки;
- многонаправленность технологического процесса обработки голотурий, связанная с отдельными технологиями обработки различных частей их тела и использованием варочных вод;
- потери полезных веществ вместе с внутриполостной жидкостью при разделке голотурий и подпрессовке внутренностей;
- снижение биологической ценности продукта вследствие применения высоких температур при варке (около 100 °С) и сушке (до 120 °С).

Кроме того, данный способ позволяет получить три вида продуктов, в каждом из которых имеет место недостаток синергического действия микро- и макроэлементов, гликозидов, витаминов, аминокислот, липидов и другого естественного состава, присутствующего в голотуриях. Мы считаем, что если все три продукта в измельченном состоянии объединить, то



Рис. 1. Криотехнология обработки голотурий
 Fig. 1. Cryotechnology processing sea cucumbers

полученная смесь по своему химическому составу и биологической активности в наибольшей степени приближалась к природно-созданному, уникальному химическому составу натуральных голотурий.

Цель экспериментальных исследований – разработка способа получения пищевого сухого концентрата из голотурий, позволяющего создать безотходную технологию их переработки, одновременно упростить производство готового продукта с повышенной биологической ценностью.

Мы считаем, что таким требованиям может удовлетворять технология, основанная на принципах криообработки, когда сырье сразу после вылова подвергается замораживанию, криоизмельчению и сублимационной сушке, превращаясь в готовый концентрированный продукт не подвергаясь воздействию высоких температур, минуя превращение твердой ледяной фазы в жидкую на какой-либо стадии производства. Именно соблюдение этих принципов устраняет возможность снижения его биологической ценности. Криотехнология обработки голотурий представлена на рис. 1.

Сырьем является охлажденные трепанг или кукумария. Для подготовки сырья к замораживанию тушки голотурий промывают холодной проточной водой, слегка подпрессовывают для удаления из внутренней полости жидкости и остатков пищи, снова моют, выдерживают в течение 3–5 мин на сите для удаления поверхностной воды, укладывают в технологические емкости и направляют на замораживание.

Замораживание осуществляют в морозильных аппаратах, в нашем случае воздушном (схема представлена на рис. 2), до температуры в центре продукта минус 27 °С. Цель замораживания – осуществить перевод воды в лед, тем самым подготовить сырье к измельчению и устранить возможные потери массы сырья и ценных компонентов, в том числе проявляющих биологическую активность при дальнейших технологических операциях.

Мороженое сырье измельчают на центробежной дробилке с двухлезвийным ножом, частота вращения ножевого вала 133,3 с⁻¹, продолжительность 15 с. Цель измельчения – подготовить материал для обезвоживания и придать порошкообразное состояние сухому концентрату голотурий. При тонком измельчении имеет место частичное разрушение клеточной структуры материала. Тонкое измельчение оказывает денатурационное действие на белок, что способствует лучшему его усвоению организмом человека.

Процесс криоизмельчения проводится в помещении с температурой не выше минус 15 °С, с охлаждением используемого оборудования. Температура замораживания минус 27 °С обеспечивает хрупкую структуру телу голотурий, благодаря чему оно легко поддается разрушению до размеров 0,01–0,05 мм. Также эта температура устраняет возможность появления жидкой фазы, слипание, агрегацию и тем самым позволяет сохранить достигнутую степень дисперсности материала.

Полученный мороженный тонко измельченный порошок из ткани голотурий рассыпается тонким слоем (не более 10 мм) в поддоны, охлажденные до температуры не выше минус 25 °С, и направляется в сублимационную сушилку, где сушится под вакуумом 8–9 Па в течение 16–20 ч.

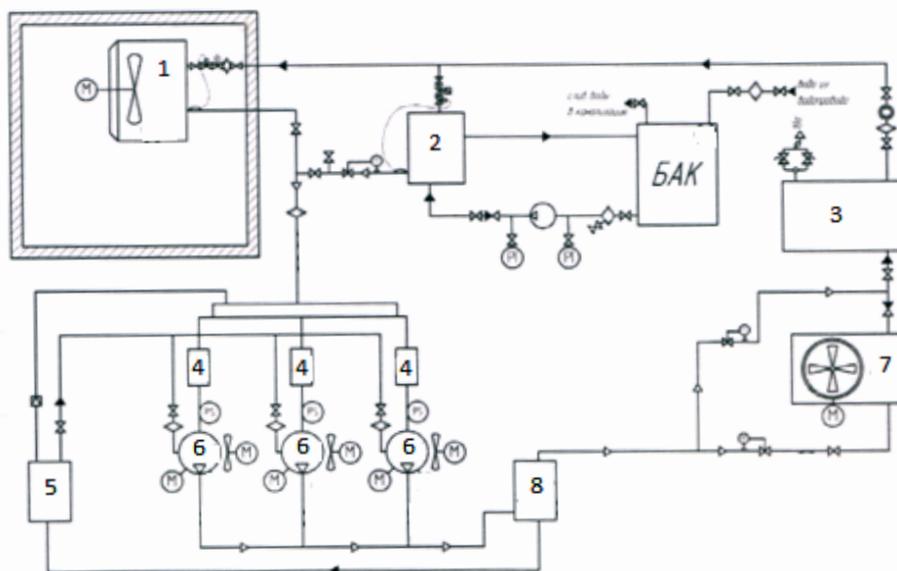


Рис. 2. Схема холодильной установки АМЕ-Л-3х2ЕС2:
 1 – воздухоохладитель; 2 – пластинчатый теплообменник; 3 – линейный ресивер;
 4 – отделитель жидкости; 5 – масляный ресивер; 6 – компрессор;
 7 – конденсатор; 8 – маслоотделитель

Fig. 2. Diagram of the refrigeration unit AME-L-3x2EC2: 1 – air cooler; 2 – plate heat exchanger;
 3 – line receiver; 4 – liquid separator; 5 – oily receiver; 6 – compressor; 7 – capacitor; 8 – oil separator

Полученный таким образом сухой концентрат голотурий представляет собой порошок кремового цвета с коричневым оттенком, приятным запахом и вкусом, свойственным сухому трепангу или кукумарии. Его химический состав в зависимости от вида сырья приведен в таблице:

Химический состав сухого концентрата голотурий The chemical composition of sea cucumbers dry concentrate

Вид голотурий	Содержание, %					Гликизиды, мг/г
	Вода	Белок	Липиды	Минеральные вещества	Амино-сахара	
Трепанг	9,3	63,9	5,1	18,4	2,1	9320
Кукумария	10,5	75,9	4,6	8,1	1,2	7250

Полученный порошок сухого концентрата голотурий направляют на капсулирование в желатиновые капсулы, которые упаковывают в потребительскую тару (флаконы, баночки, бутылочки и др.). Возможно также расфасовывание порошка сухого концентрата голотурий в пакеты из полимерных материалов, которые должны быть вакуумированы и термосварены.

Таким образом, разработанная безотходная криотехнология обработки промышленных голотурий позволяет получить пищевой концентрат, обладающий биологически активными свойствами, который может быть использован как самостоятельный продукт, а также для производства специальных по назначению биологически активных добавок и функциональных продуктов.

Список литературы

1. Аюшин, Н.Б. Химический состав и содержание биологически активных веществ в мышечной ткани трепанга / Н.Б. Аюшин, Г.А. Ким, Т.Н. Слуцкая // Пищ. технология. – 2014. – № 4 (340). – С. 35–37.
2. Пивненко, Т.Н. Функциональные пищевые продукты на основе БАВ водно-биологических ресурсов / Т.Н. Пивненко // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – С. 19–22.
3. Patent WO2012079311 (A1) – A sea cucumber compound product, preparation method and preparation forms thereof [Text] / Jian Jiao, Junjie Shao; Dalian Haiyantang Biology Co., Ltd., 2010. – 13 p.
4. Пат. 2538393 Российская Федерация, МПКА23L1/30, А23L1/305, А23L1/33, А23J1/04. Способ получения сухого гидрализата из голотурий и биологически активная добавка к пище, полученная таким способом / Кудрявцев А.О., Кислица В.П., Кудрявцев А.О.; заявитель и патентообладатель ООО «Инновационная фармацевтическая компания». – заявл. 21.05.13; опубл. 15.01.15. – 8 с.
5. Пат. 2236155 Российская Федерация, МПК А23L1/30, А23L1/305, А23L1/333. Способ комплексной переработки голотурий, биологически активная добавка «акмар», кормовая биологически активная добавка / Тимчишина Г.Н. (RU), Слуцкая Т.Н. (RU), Афанасьева А.Е. (RU), Павелъ К.Г. (RU), Андреев Н.Г. (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр». – заявл. 05.08.02; опубл. 20.09.04. – 8 с.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;
Назаренко Антон Валерьевич, старший преподаватель, e-mail: NazAnton@yandex.ru;
Симдянкин Андрей Андреевич, старший преподаватель, e-mail: And-sim@mail.ru.

УДК664. 951

Н.В. Дементьева, В.А. Ерохина

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

ТЕХНОЛОГИЯ СОЛЕННЫХ РЫБНЫХ ПАСТ С ИКРОЙ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ

Разработана технология эмульгированных продуктов – соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской, которая позволила получить новые продукты с высокими органолептическими показателями, обогащенными сырьем растительного происхождения, с заданной структурой и потребительскими свойствами. Расширен ассортимент соленой рыбной продукции с использованием вторичного икорного сырья, недоиспользуемого при создании традиционных рыбных продуктов.

Ключевые слова: технология, рецептуры, пасты, икра, сельдь тихоокеанская.

N.V. Dementeva, V.A. Erokhina

TECHNOLOGY SALTY FISH PASTES, CAVIAR OF PACIFIC HERRING

The developed technology of emulsified products, particularly salted fish pastes caviar of Pacific herring, which allowed to obtain new products with high organoleptic characteristics, enriched with raw materials of vegetable origin, with a given structure and consumer properties. The assortment of salted fish products using recycled caviar raw materials, underutilized when creating a traditional fish products.

Key words: technology, recipes, pasta, caviar, herring Pacific.

Введение

Известно, что икорное сырье представляет собой природный комплекс, обладающий высокой пищевой ценностью. Кроме высокого содержания белка и жира, икра богата витаминами и биологически активными веществами, хорошо усваивается организмом человека, поэтому может быть использована в качестве основы для разработки продуктов функционального назначения [1].

В настоящее время в широких масштабах ведется переработка икры лососевых и осетровых видов рыб. Однако важной задачей для рыбообрабатывающей отрасли является проблема переработки икры разных видов рыб, в том числе мороженных, перезрелых или недозрелых ястыков, к которой можно отнести икру сельди тихоокеанской, уступающей по органолептическим показателям лососевой и осетровой [1].

Одним из перспективных направлений использования икры сельди тихоокеанской является разработка эмульгированных продуктов питания поликомпонентного состава, которые могут включать в себя различные ингредиенты, позволяющие получать продукты с высокой пищевой, биологической ценностью и функциональной направленностью [1].

Целью научной работы является разработка технологии эмульгированных соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской. Для выполнения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- обосновать технологические параметры изготовления соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской;
- разработать рецептуры эмульгированных соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской.

Объекты и методы исследований

В качестве основного исследуемого сырья использовали сельдь соленую тихоокеанскую, которая соответствует ГОСТ 815-2004 «Сельди соленые. Технические условия».

В качестве вспомогательных материалов использовали сливочное масло, соответствующее ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия», морскую капусту ГОСТ 31583-2012 «Капуста морская мороженная. Технические условия», брюссельскую капусту ГОСТ Р 54693-2011 «Капуста брюссельская свежая. Технические условия», свеклу ГОСТ 32285-2013 «Свекла столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия», морковь ГОСТ 32284-2013 «Морковь столовая свежая, реализуемая в торговой розничной сети. Технические условия», чеснок ГОСТ Р 55909-2013 «Чеснок свежий. Технические условия», плавленый сыр ГОСТ Р 53502-2009 «Продукты сырные плавленые. Общие технические условия», лимонную кислоту ГОСТ 908-2004 «Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия», соевый соус ТУ 9162-005-56887222-2003 «Соусы соевые столовые "Сен Сой"».

Отбор проб сырья и подготовку проб к анализу проводили по стандартным методикам (ГОСТ 31339-06, ГОСТ 7631-08, ГОСТ 8756.0-70).

Органолептическую оценку качества рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской производили по ГОСТ 7631-2008.

Стабильность рыбных паст определяли путем центрифугирования. Пастами заполняли 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см³ и центрифугировали при частоте вращения ротора 8,4 с⁻¹ в течение 5 мин. Далее определяли объем эмульгированного слоя.

Стабильность в процентах рассчитывали по формуле

$$CЭ = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100,$$

где V_1 – объем эмульгированного масла, см³; V_2 – общий объем эмульсии, см³.

Статистическую обработку данных проводили стандартным методом оценки результатов испытаний для малых выборок. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых (P) = 0,95, доверительный интервал (Δ) ± 10 %.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время исходным сырьем для производства рыбных паст являются малоценные объекты промысла или пищевые отходы рыбоперерабатывающих производств. Также для производства паст используют белковые обогатители, овощи, плавленые сыры, растительные и сливочные масла, пряности и другие ингредиенты.

Пасты представляют собой эмульгированные продукты, включающие в себя белковую и жировую фазы. Важным условием при создании эмульгированных продуктов является правильно подобранные соотношения компонентов, необходимые для обеспечения их стабильности, т.е. способности к сохранению своих физико-химических и реологических свойств в течение длительного времени [2].

При моделировании соленых рыбных паст основными компонентами выбраны: соленая икра и мышечная ткань сельди тихоокеанской, в качестве жировой основы – сливочное масло. С целью получения стабильных рыбных паст исследовали модельные эмульсионные системы с разным соотношением этих ингредиентов. У соленых рыбных паст определяли органолептические показатели (табл. 1) и исследовали их на стабильность (рис. 1).

Образцы 2 и 3 имели высокие органолептические показатели, однородную, нежную консистенцию и обладали достаточно высокой стабильностью. Увеличение количества масла в эмульсионной системе (образцы 1 и 4) приводит к снижению ее стабильности и к отделению масла после эмульгирования.

Таким образом, для обеспечения стабильной пастообразной консистенции рациональное соотношение компонентов в икорной пасте будет составлять икра: мышечная ткань: масло 40 : 40 : 20 или 50 : 35 : 15. Допустимые пределы: икра 40–50 %, мышечная ткань 35–40 %, масло 15–20 %.

Таблица 1

**Органолептическая характеристика соленых рыбных паст
с икрой сельди тихоокеанской**

Table 1

Organoleptic characteristics of salted fish paste with caviar of Pacific herring

№ п/п	Соотношение компонентов икра: мышечная ткань: сливочное масло	Внешний вид	Консистенция	Вкус
1	30 : 40 : 30	Однородная пастообразная масса, светло-коричневого цвета, отделение масла	Нежная, мажущая, жидковатая	Выраженный рыбный с оттенком сливочного, слабосоленый
2	40 : 40 : 20	Однородная пастообразная масса, коричневого цвета	Нежная, мажущая	Икорный, слабосоленый
3	50 : 35 : 15	Однородная пастообразная масса, коричнево-бордового цвета	Нежная, мажущая	Икорный, соленый
4	45 : 30 : 25	Однородная пастообразная масса, коричневого цвета, небольшое отделение масла	Нежная, мажущая, жидковатая	Икорный с оттенком рыбного, слабосоленый

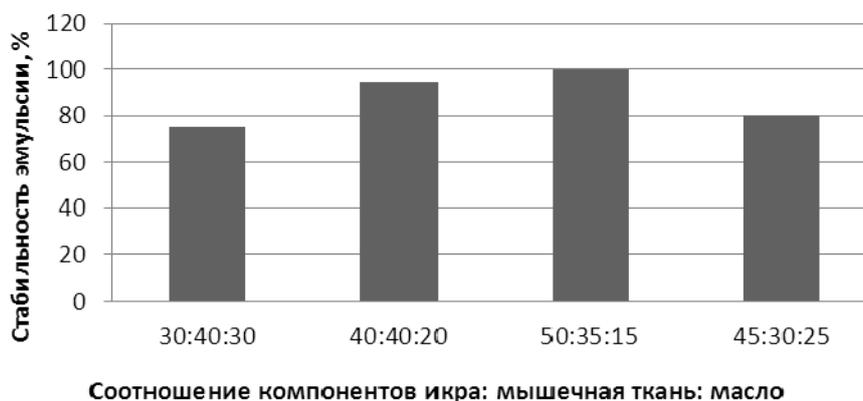


Рис. 1. Стабильность соленых рыбных паст с икрой сельди тихоокеанской

Fig. 1. The stability of the salty fish pastes, caviar, herring, Pacific

Современная технология производства рыбных продуктов предусматривает создание поликомпонентных продуктов с использованием растительных и животных белков с целью обеспечения белкового баланса и увеличения сроков годности изделий при гарантии безопасности и стабильности качественных показателей.

Среди белков растительного происхождения источником протеинов может служить ламинария. В белках ламинарии содержатся соединения, которые отсутствуют в рыбном сырье и обладают повышенной гармональной активностью. Кроме того, в ней содержится значительное количество йода (0,2–0,4% сухой массы). Помимо белка морская капуста является источником ингредиентов, обладающих специфическими лечебно-профилактическими свойствами (альгиновая кислота, манит, ламинаран, микроэлементы и др.) [3].

Также известно, что овощи являются важнейшим источником углеводов, витаминов и минеральных веществ, которые в достаточном количестве содержатся в свекле, моркови и брюссельской капусте.

Морковь и свекла являются источниками β-каротина, витамина С, биотина и ниацина. Брюссельская капуста богата витаминами группы В, в ней также высоко содержание аскорбиновой кислоты. Кроме того, в овощах присутствует большой спектр макро- и микроэлементов (натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо йод и др.), а также целый ряд свободных аминокислот и ферментов [4].

В связи с этим ламинарию, морковь, свеклу, брюссельскую капусту можно рассматривать как ценные пищевые добавки в рецептурах рыбных изделий, в частности, соленых рыбных паст, с целью их обогащения соединениями важного физиологически-биологического назначения.

При разработке рецептур соленых рыбных паст оптимальное количество вводимых компонентов подбирали экспериментально, учитывая консистенцию, внешний вид, вкус и запах готового продукта. Рецептуры соленых рыбных паст представлены в табл. 2.

Таблица 2

Рецептуры паст с икрой сельди тихоокеанской

Table 2

Recipe of pasta with caviar of Pacific herring

Наименование компонентов	Соленая паста «Тихоокеанская»	Соленая паста «Морской бриз»	Соленая паста «Брюссельский каприз»	Соленая паста «Пикантная»
Икра сельди соленая	45	45	40	40
Мышечная ткань сельди соленая	40	35	35	35
Сливочное масло	15	15	15	-
Морская капуста	-	5	-	-
Морковь	-	-	5	-
Брюссельская капуста	-	-	5	-
Свекла	-	-	-	10
Плавленный сыр	-	-	-	10
Чеснок	-	-	-	2
Соевый соус	-	-	-	2,5
Лимонная кислота	-	-	-	0,5

При выборе рациональных условий производства соленых паст были учтены приведенные исследования влияния технологических параметров на производственный процесс, что позволило получить продукт с высокими органолептическими показателями.

Для производства соленых рыбных паст использовали слабосоленую созревшую сельдь тихоокеанскую, содержанием соли около 4,5–5,5 %, буферностью 100–120 % и с массовой долей жира не менее 12 %.

Соленую сельдь разделявали на филе, предварительно вынув икру и другие внутренние органы. Рыбу и икру промывали в чистой проточной воде температурой не выше 20 °С. Далее филе и икру отправляли на стекание на 15 мин и измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм. Измельченное сырье направляли на эмульгирование.

Морскую капусту размораживали, промывали и варили в кипящей воде не менее 30 мин. Свеклу и морковь очищали, мыли и направляли на варку продолжительностью 40–60 мин. Брюссельскую капусту размораживали и варили в течение 10–15 мин. Вареные морскую капусту и овощи измельчали на кусочки не более 0,5 см.

Измельченную рыбу и икру эмульгировали, последовательно добавляя сливочное масло и остальные ингредиенты согласно рецептуре. Общая продолжительность процесса составляла 5–7 мин. Готовую соленую рыбную пасту направляли на фасование. Технологическая схема производства соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской представлена на рис. 2.

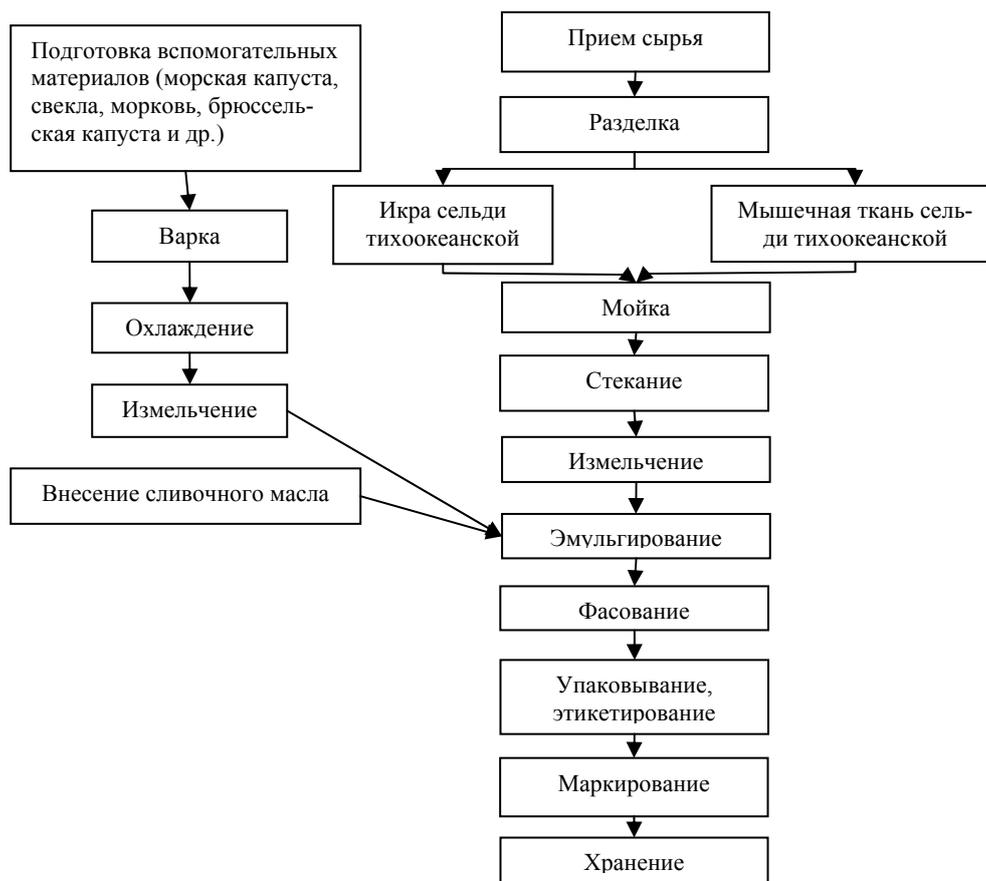


Рис. 2. Технологическая схема производства соленых рыбных паст с икрой сельди тихоокеанской
 Fig. 2. Technological scheme of production of salted fish paste with caviar of Pacific herring

Выводы

Таким образом, разработанная технология эмульгированных продуктов, в частности, соленых рыбных паст с использованием икры сельди тихоокеанской, позволила получить новые продукты с высокими органолептическими показателями, обогащенными сырьем растительного происхождения, с заданной структурой и потребительскими свойствами. Расширен ассортимент соленой рыбной продукции с использованием вторичного икорного сырья, недоиспользуемого при создании традиционных рыбных продуктов.

Список литературы

1. Радыгина, А.Ф. Обоснование и разработка технологии эмульсионных продуктов питания на основе икорного сырья / А.Ф. Радыгина // Изв. ВНИРО. – 2004. – Т. 198. – С. 3–5.
2. Восканян, О.С. Научные основы производства эмульсионных продуктов / О.С. Восканян, В.Х. Паронян, С.В. Круглов, Г.И. Козырина. – М.: Пищепромиздат, 2003.
3. Белякова, Г.А. Водоросли и грибы / Ботаника: в 4 т. / Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Т. 2. – 320 с.
4. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.

Сведения об авторах: Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;
 Ерохина Вера Андреевна, магистрант, e-mail: vera.e.1993@mail.ru.

УДК 664.951.7:639.4

Н.Н. Ковалев, Ю.М. ПоздняковаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА
И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛОСТНОЙ ЖИДКОСТИ ТРЕПАНГА**

Представлены результаты исследования содержания белка и активности протеолитических ферментов полостной жидкости дальневосточного трепанга. Установлено массовое соотношение целомиической жидкости к массе тела трепанга. Исследования показали тенденцию убывания содержания водорастворимого белка в целомиической жидкости трепанга с апреля по октябрь. Максимальная активность наблюдалась для протеолитических ферментов в октябре для щелочных и нейтральных протеаз.

Ключевые слова: трепанг, целомиическая жидкость, протеолитическая активность.

N.N. Kovalev, Y.M. Pozdnyakova**THE SEASONS DYNAMICS OF COMPONENT
AND ENZYMATIC ACTIVITY OF SEA CUCUMBER COELOMIC FLUID**

The results of the study of protein content and activity of proteolytic enzymes cavity fluid Far Eastern trepang were presented. The weight ratio of the coelomic fluid to the body weight of sea cucumber was established. Studies have shown a tendency of decrease of the water-soluble protein content in the coelomic fluid of sea cucumber from April to October. Maximum activity for the proteolytic enzymes in October for the alkaline and neutral proteases was observed.

Key words: sea cucumber, coelomic fluid, proteolytic activity.

Ферментные системы гидробионтов как биохимические маркеры дают адекватную информацию о нарушениях состояния гидробионтов в условиях загрязнения среды обитания. Использование ферментных систем морских животных как индикаторов состояния среды удобно в тех случаях, когда определить содержание токсикантов в воде химическими методами затруднительно вследствие их низкой и непостоянной концентрации [1].

В то же время известно, что биохимические показатели водных организмов характеризуются сезонной динамикой, которая в большей мере определяется физиологическим состоянием объекта и температурой среды его обитания. Так, накопление белков теплового шока в пищеварительной железе и жабрах мидий (*Mytilus galloprovincialis*) имеет четко выраженную сезонную динамику: максимальное накопление белка обнаружено в летний период. Значимая корреляция между содержанием белков теплового шока и температурой воды предполагает либо прямое влияние температуры на экспрессию белка, либо косвенное влияние, обусловленное наличием продовольствия и роста [2]. Дальневосточный трепанг, обитающий в бухте Северной Приморского края, может служить объектом, по биохимическому составу тканей которого можно судить о сезонных изменениях среды обитания.

Целью настоящего исследования явилось исследование содержания белка и активности протеолитических ферментов полостной жидкости дальневосточного трепанга в течение годового цикла.

В качестве объектов исследования использовали дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*), выловленный в бухте Северной с апреля по октябрь 2015 г. (зал. Славянка, Японское море).

Содержание белка определяли по методу Лоури [3]. Протеолитическую активность – по методу Каверзневой [4].

Ранее проведенными в НИЦ «Морские биотехнологии» исследованиями установлено массовое соотношение различных тканей и органов трепанга, выловленного в бухте Северной (таблица).

Массовый состав трепанга, % к массе
The mass composition of sea cucumber, % by weight

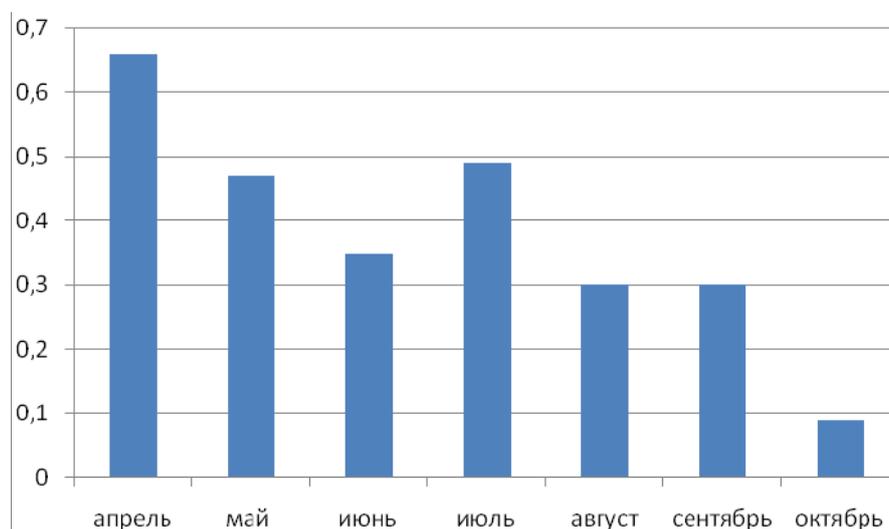
Время вылова	Мускульная оболочка	Внутренности (гонады)	Щупальцы	Внутриполостная жидкость
Март	36,8	31,5 (0)	7,1	24,6
Апрель	37,2	30,6 (3,5)	7,4	24,8

Как видно из приведенных в таблице данных, целомическая (внутриполостная) жидкость составляет около 25 % массы тела трепанга.

Целом (углубление, полость) – вторичная полость тела многоклеточных животных. У трохофорных образуется из специализированных мезодермальных клеток – телобластов – в результате их деления и последующего образования полостей внутри образующихся групп клеток. Такой способ образования целома в онтогенезе называется телобластический. У вторичноротых целом формируется путем выпячивания стенок первичной кишки и отделения образующихся выпячиваний. Такой способ образования целома называется энтероцельный. В обоих случаях целом считается мезодермальным образованием. Отличается от первичной полости тела наличием собственной эпителиальной выстилки (стенки). Эпителий, образующий выстилку целома, называется целотелий или мезотелий. Целом заполнен специальной жидкостью, которая участвует в обмене веществ. У разных групп животных целом может быть связан с работой пищеварительной, кровеносной, выделительной и других систем органов, а иногда функционально заменяет некоторые из них. Через стенки целома в его полость поступают питательные вещества из кишечника; затем они доставляются к тканям. В целомической жидкости плавают специальные клетки, в некоторых из них питательные вещества могут накапливаться про запас. В целом из всех органов тела поступают и вредные продукты обмена веществ. Отсюда они выводятся наружу через органы выделения [5].

В целомической жидкости трепанга, выловленного с мая по октябрь 2015 г., было определено содержание водорастворимого белка. Отмечено, что концентрация белков в целомической жидкости трепанга значительно варьирует в зависимости от сезона. В целом концентрация белка снижается в осенний период (рис. 1).

Рис. 1. Динамика изменений концентрации белка в целомической жидкости трепанга (мг/мл)
Fig. 1. Dynamics of changes in the concentration of protein in the coelomic fluid sea cucumber (mg / ml)



Кроме того, в настоящей работе проводили исследование активности протеолитических ферментов внутриполостной жидкости трепанга при различных значениях pH.

Приведенные на рис. 2 данные свидетельствуют о наличии протеолитической активности. Нейтральные и щелочные протазы целомической жидкости трепанга, выловленного в октябре, характеризуются равной величиной активности – 0,005 Е/мл или 0,06 Е/мг белка. Активность кислых протеаз выявлена только у трепанга, выловленного в июле. В гемолимфе трепанга, выловленного в сентябре, выявлена активность только кислых протеаз.

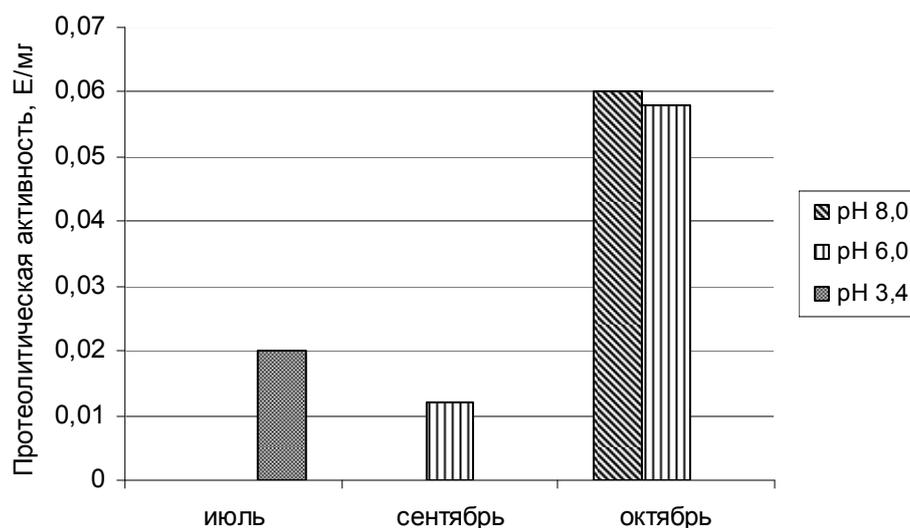


Рис. 2. Протеолитическая активность в целомической жидкости трепанга
Fig. 2. The proteolytic activity in the coelomic fluid of sea cucumber

Таким образом, проведенные исследования показали тенденцию убывания содержания водорастворимого белка в целомической жидкости трепанга с апреля по октябрь. Активность протеолитических ферментов максимальна в октябре для щелочных и нейтральных протеаз. Очевидно, уровень активности фермента является отражением процессов катаболизма и анаболизма трепанга в указанный период.

Список литературы

1. Кулис, Ю.Ю. Аналитические системы на основе иммобилизованных ферментов / Ю.Ю. Кулис. – Вильнюс: Мокслас, 1981. – 200 с.
2. Minier C., Borghi V., Moore M.N., Porte C. Seasonal variation of MXR and stress proteins in the common mussel, *mytilus galloprovincialis* // *Aquatic Toxicology*. – 2000. – Vol. 50, № 3. – P. 167–176.
3. Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–276.
4. 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.
5. 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.

Сведения об авторах: Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;
Позднякова Юлия Михайловна, кандидат технических наук, e-mail: pozdnyakova.julia@yandex.ru.

УДК 338.27

Е.П. Лаптева

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

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ БАНОЧНОЙ

Рассматривается выявление факторов рисков, оценка их значимости, а также снижение и уменьшение рисков, возникающих при производстве икры лосося зернистой баночной. Проанализирован технологический процесс производства икры лосося зернистой баночной. На каждом этапе технологического процесса были проанализированы виды рисков, для их минимизации были разработаны контрольные и предупредительные действия. Составлен перечень потенциальных опасных факторов для икры лосося зернистой баночной и их краткая характеристика. По каждому потенциальному фактору был проведен анализ с учетом вероятности появления и значимости последствий.

Ключевые слова: *риск, опасный фактор, контроль, икра лосося зернистая, процесс, предупредительные действия.*

E.P. Lapteva

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF RISKS IN THE PRODUCTION OF CAVIAR SALMON GRANULAR BEVERAGE

Works sent to the exposure of factors of risks, estimation of their meaningfulness, and also decline and reduction of risks arising up at the production of caviar salmon a grainy jar. The technological process of production of caviar of salmon-beading stand is analysed by a jar. On every stage of technological process the types of risks were analysed, for their minimization were worked out control and preventive the actions. The list of potential dangerous factors is made for caviar salmon a grainy jar and their short description. On every potential factor an analysis was conducted taking into account probability of appearance and meaningfulness of consequences.

Key words: *risk, dangerous factor, control, caviar salmon grainy, process, preventive.*

Существование рисков как неотъемлемой части предпринимательской деятельности привело к необходимости разработки конкретных методов и приемов их выявления при принятии и реализации управленческих решений. Предприятия работают в различных условиях конкурентной среды, имея разную внутреннюю среду, уровень производственного потенциала, кадровый состав и т.д.

В связи с этим у каждого предприятия возникают риски, непосредственно присущие только данной компании и связанные со спецификой производственной, технологической, коммерческой, финансовой и других видов деятельности. Важно своевременно их выявить и определить вероятность наступления, время наступления, а также возможный ущерб. Риск, являясь неотделимой частью экономической, политической, социальной жизни общества, неизбежно сопровождает все сферы деятельности и направления любой организации, которая функционирует в условиях рынка. В связи с этим главным и неперенным критерием нормальной дееспособности современного предприятия является умение высшего руководства, опираясь на строго научную основу прогнозировать, проводить профилактику, рационально контролировать и эффективно управлять рисками. Риск связан с управлением и напрямую зависит от эффективности, обоснованности и своевременности управленческих решений [1].

Для предприятий пищевой промышленности вопрос учета риска имеет первостепенное значение, так как риски призваны выполнять одну из важных задач – обеспечение продовольственной безопасности. Кроме того, существует ряд отраслевых особенностей, которые

необходимо учитывать при управлении производством: зависимость от развития сырьевой базы – сельскохозяйственного производства; высокая материалоемкость продукции; сезонность в производстве и потреблении продукции; специфика сбыта готовой продукции [2].

Необходимо отметить, что большинство рисков, негативно влияющих на качество и безопасность продукции, возникают именно на стадии производства. Долголетний опыт борьбы за качество в нашей стране и за рубежом показал, что никакие эпизодические, разрозненные мероприятия не могут обеспечить устойчивое улучшение качества. Эта проблема может быть решена только на основе четкой системы постоянно действующих мероприятий.

В настоящее время наиболее действенной системой, гарантирующей выпуск качественной и безопасной пищевой продукции, является система качества, основанная на принципах ХАССП. Кроме того, одним из обязательных требований Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) является наличие на пищевом производстве процедур, основанных на принципах ХАССП.

Сегодня на полках супермаркетов продается икра лососевая зернистая баночная от различных производителей. Икорные продукты, богатые белками, обладающие высокими вкусовыми качествами и ценными питательными свойствами, относятся к числу скоропортящихся продуктов. Икра, находящаяся в ястыках, не содержит бактерий, в процессе же переработки она быстро подвергается порче.

Для обеспечения ее качества и безопасности на предприятии должна быть разработана система внутреннего контроля качества, которая позволила бы ежедневно управлять рисками на всех этапах производства, начиная с поступления сырья и заканчивая транспортировкой готовой продукции к потребителю, и обеспечивающая гарантированное качество и безопасность продуктов на потребительском рынке.

В соответствии с вышеизложенным целью данной работы является выявление факторов рисков, оценка их значимости, а также снижение и уменьшение рисков, возникающих при производстве икры лососевой зернистой баночной.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- проанализировать технологический процесс производства икры лососевой зернистой баночной;
- определить факторы риска и разработать действия по их минимизации.

Производство икры лососевой зернистой основывается на различных химических, микробиологических и физических методах воздействия на сырье.

Икра лососевая зернистая вырабатывается в соответствии с требованиями нормативной документации, устанавливающей требования к качеству продукции, обеспечивающей ее безопасность для жизни и здоровья населения.

Проанализировав технологический процесс производства икры лососевой зернистой баночной, выявили, что весь процесс состоит из двенадцати технологических операций, таких как: транспортирование, приемка рыбы-сырца; мойка и разделка рыбы; сбор и передача ястыков; сортировка, мойка, охлаждение ястыков; пробивка ястыков; посол; центрифугирование; сортировка; внесение антисептиков и масла; фасование, закатка; упаковывание; хранение готовой продукции.

На каждом этапе технологического процесса были проанализированы виды рисков, для их минимизации были разработаны контрольные и предупредительные действия (табл. 1).

Источниками загрязнения продукции на всех стадиях жизненного цикла могут быть микроорганизмы, остатки дезинфицирующих средств, оборудование, одежда и руки работников и др.

На следующем этапе работы был составлен перечень потенциальных опасных факторов для икры лососевой зернистой баночной и их краткая характеристика. По каждому потенциальному фактору был проведен анализ с учетом вероятности появления и значимости последствий по 4-балльной шкале:

- 1 – легкая (отсутствует потеря работоспособности);
 2 – средняя (возможна потеря трудоспособности в течение нескольких дней);
 3 – тяжелая (потеря работоспособности на длительный срок или получение инвалидности III группы);
 4 – критическая (получение инвалидности I и II групп или летальный исход).

Проведенный анализ представлен в табл. 2.

После оценки тяжести от опасных факторов был составлен перечень учитываемых опасных факторов при производстве икры лососевой зернистой баночной.

Все эти случаи, как правило, обусловлены недостаточной эффективностью процессов обеспечения качества. Основными видами риска при производстве икры лососевой зернистой баночной, приводящими к снижению ее качества и безопасности, являются: несоответствие сырья требованиям НД; нарушение технологических режимов; загрязнение оборудования и помещений; несоблюдение рабочими личной гигиены; неправильные действия персонала; задержка сырья и полуфабриката; ошибки при выборе грохотки; несоблюдение технологических параметров; неправильная дозировка антисептиков; неправильность образования закаточного шва; нарушение режимов хранения.

Для предотвращения возникновения данных видов риска необходимо проводить органолептический, физико-химический, микробиологический и радиологический контроль сырья, полуфабрикатов и вспомогательных материалов, тузлука, контролировать техническое и санитарное состояние технологического оборудования, тары и упаковочных материалов, контролировать параметры технологического процесса, контролировать условия хранения, проводить обучения персонала, поверку средств измерений, разработать план профилактического осмотра и наладки оборудования.

Таким образом, можно сказать, что проведение работы по анализу всего производственного процесса, выявление опасностей на каждом этапе, разработка контрольных и принятие предупреждающих мер позволят предприятию обеспечить качество и безопасность выпускаемой продукции.

Таблица 1

Виды риска и меры по их устранению

Table 1

Types of risk and measures to address them

Технологическая операция	Опасность (вид риска)	Контроль и предупредительные меры
1	2	3
Транспортирование, приемка	Механические повреждения за счет неправильной транспортировки сырья, сырье не соответствует требованиям НД, повышенное количество условно-патогенной микрофлоры, наличие жизнеспособных личинок гельминтов	Контроль сырья на соответствие НД, правильности транспортировки, качество воды, параметров мойки. Соблюдение технологических режимов. Проведение исследований рыбы-сырца по показателям качества и безопасности. Избегать задержек сырья
Мойка и разделка рыбы	Несоблюдение режимов мойки, несоответствие качества воды, задержка сырья, неправильная разделка	Контроль качества и температура воды. Избегать задержек сырья. Разделки и мойки. Соблюдение санитарных норм и правил. Личная гигиена персонала
Сбор и передача ястыков	Несоблюдение температурных режимов, остатки внутренностей и крови, задержка сырья, смешивание ястыков разных видов рыб	Органолептический контроль. Контроль температуры воздуха в производственных помещениях. Избегать задержек сырья. Соблюдение санитарных норм и правил. Личная гигиена персонала

Окончание табл. 1

1	2	3
Сортировка, мойка, охлаждение ястыков	Неправильность сортировки ястыков, несоблюдение режима охлаждения перед пробивкой приводят к появлению «лопанца» на следующем этапе. Загрязненность воды и несоблюдение температуры воды	Контроль правильности сортировки, контроль качества и температуры воды, контроль режима охлаждения. Обучение персонала. Соблюдение температурного режима воды и в производственных помещениях. Соблюдение санитарных правил и личной гигиены работников. Избегать задержек сырья
Пробивка ястыков	Неправильность проведения операции, неправильный выбор грохотки, использование загрязненной грохотки повлечет снижение качества, безопасности и снизит выход продукции	Контроль правильности проведения операции. Контроль выбора грохотки. Контроль за сменяемостью грохотки. Обучение персонала на данном этапе. Своевременная замена грохотки. Соблюдение санитарных требований по обработке оборудования. Соблюдение личной гигиены персонала
Посол	Нарушение технологии подготовки тузлука, несоблюдение температуры тузлука, использование соли несоответствующего помола, неправильное соотношение тузлука и икры, неправильная дозировка соли приведут к снижению качества и безопасности готовой продукции	Контроль технологии приготовления тузлука. Контроль температуры и плотности тузлука. Контроль сменяемости тузлука. Контроль соотношения тузлука и икры, дозировки соли. Соблюдение санитарных инструкций по обработке оборудования. Соблюдение личной гигиены персонала. Проверка средств измерений
Центрифугирование	Несоблюдение температурных режимов в производственных помещениях, нарушение режимов центрифугирования, использование загрязненного оборудования приведут к снижению качества и безопасности готовой продукции	Контроль температурных режимов в производственных помещениях. Контроль режима центрифугирования. Органолептический контроль икры. Соблюдение санитарных правил по обработке тары и оборудования. Соблюдение личной гигиены персонала. Проверка средств измерений. Профилактический осмотр оборудования (ремонт)
Сортировка (инспекция)	Невнимательность рабочих при проведении операции, несоблюдение личной гигиены и санитарного состояния столов приведут к снижению качества и безопасности готовой продукции	Контроль проведения операции. Соблюдение санитарных правил и личной гигиены персонала. Обучение персонала
Внесение антисептиков и масла (подготовка масла и антисептиков)	Несоблюдение режимов подготовки масла, неправильное смешивание антисептиков, несоблюдение санитарных норм и личной гигиены	Контроль режимов подготовки масла (органолептический контроль) и соотношения антисептиков. Проверка средств измерений. Санитарная обработка оборудования и тары, соблюдение личной гигиены
Фасование (закатка)	Загрязненная тара, несоблюдение массы икры, несоблюдение личной гигиены. Задержка готовой продукции перед закаткой, неправильность образования закаточного шва	Контроль тары и ее обработки. Строгий контроль за соблюдением санитарных норм. Контроль закаточного шва. Соблюдение личной гигиены персонала. Проверка средств измерений. Профилактический осмотр оборудования, его наладка
Упаковка	Неправильная упаковка банок в ящики из гофрированного картона	Контроль за укладкой банок. Обучение персонала
Хранение	Несоблюдение условий хранения	Контроль условий хранения. Проверка средств измерений

Таблица 2

Анализ рисков и выбор учитываемых опасных факторов

Table 2

Risk analysis and selection carried hazards

Наименование опасного фактора	Оценка тяжести последствий	Оценка вероятности реализации опасного фактора	Необходимость учета фактора
КМАФАНМ	1	3	+
БГКП – бактерии группы кишечной палочки	2	3	+
Дрожжи, плесени	2	3	+
Сульфитредуцирующие клостридии	3	2	+
Staphylococcus aureus (золотистый стафилококк)	3	2	+
Патогенные, в том числе сальмонеллы	3	3	+
Трематоды	-	-	+
Цестоды	2	2	+
Нематоды	2	2	+
Скребни	2	2	+
Токсичные элементы	2	2	+
Радионуклиды	3	2	+
Гистамин	2	2	-
Пестициды	2	2	+
Нитрозамины	3	2	-
Полихлорированные бифенилы	2	2	+
Продукты вторичного окисления	2	2	-
Строительные материалы	2	2	-
Элементы моющих средств, дезинфицирующих средств	2	2	-
Птицы, грызуны, насекомые и их отходы	1	2	-
Личные вещи	2	2	-
Бумага и упаковочные материалы	2	2	-
Отходы жизнедеятельности персонала	2	2	-
Элементы технологического оснащения. Продукты износа машин и оборудования, в том числе металлические осколки	2	2	+
Металлопримеси	2	2	-
Загрязняющий фактор от окружающей среды предприятия	2	2	-
Загрязнения смазочными материалами	2	2	-
Песок, мелкие камушки	2	2	-

Список литературы

1. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов. – М.: Дашков И.К., 2004. – С.23–24
2. Риски для организаций / В.В. Пучков. Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Московский государственный университет сервиса (ГОУ ВПО «МГУС»). – М.: МГУС, 2005. – С. 60.

Сведения об авторе: Лаптева Евгения Петровна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Laptevaep@mail.ru.

УДК 664.95

**С.Н. Максимова, Е.В. Суровцева, Е.В. Федосеева,
Д.В. Полещук, С.Ю. Пономаренко**

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

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОБИОНТОВ

Исследован лед, используемый для охлаждения водных биологических ресурсов, основой которого являются растворы хитозана и его полиэлектролитных комплексов. Установлена рациональная концентрация раствора хитозана для получения охлаждающей среды. Проведены органолептические, физические и микробиологические исследования показателей льда, полученного на основе полиэлектролитного комплекса хитозана с альгинатом натрия. По органолептическим показателям хитозан-альгинатный лед обладает более однородной и плотной консистенцией, а его микробиологическая активность в 2,3 раза превышает данный показатель у водного льда и в 1,8 раза – у хитозанового льда.

Анализ результатов исследований показал, что лед на основе полиэлектролитного комплекса хитозана с альгинатом натрия обладает высоким технологическим эффектом.

Ключевые слова: охлаждение, водные биологические ресурсы, хитозан, альгинат натрия, полиэлектролитный комплекс, хитозан-альгинатный лед.

**S.N. Maksimova, E.V. Surovtseva, E.V. Fedoseeva,
D.V. Poleschuk, S.Y. Ponomarenko**

THE PERSPECTIVE METHODS OF COOLING HYDROBIONTOS

The work investigated the ice used for cooling water biological resources, which are based on the solutions of chitosan and its polyelectrolyte complexes. Installed rational solution concentration of chitosan for receiving the cooling medium. Carried out organoleptic, physical and microbiological researches of parameters of ice obtained on the basis of polyelectrolyte complex of chitosan with sodium alginate. According to the organoleptic characteristics of the chitosan-alginate ice has a more homogeneous and dense texture and its microbiological activity in 2,3 times exceeds this indicator of water ice and 1.8 times – chitosan ice. Analysis of the results showed that the ice-based polyelectrolyte complex of chitosan with sodium alginate has a high technological effect.

Key words: cooling, water and biological resources, chitosan, sodium alginate, polyelectrolyte complex, chitosan-alginate ice.

В настоящее время в России и за рубежом ведутся разработки новых технологических приемов, позволяющих продлить сроки хранения охлажденных гидробиионтов путем добавления жидкого азота (наряду с применением хлорного и биомицинового льда); упаковки охлажденного продукта в полиэтиленовые газонепроницаемые пакеты с добавлением в них газообразного азота, углекислоты или инертных газов; использования предварительного подмораживания и модифицированной газовой среды (N₂, CO₂), ультрафиолетового и ионизирующего излучений, ультразвука [3].

Указанные способы повышения стойкости в процессе охлаждения ВБР имеют ряд технологических, технических или экономических ограничений, что вызывает необходимость их дальнейшего совершенствования. В этой связи поиск альтернативных способов охлаждения, в том числе применение добавок при получении льда, используемого для охлаждения ВБР, является актуальной задачей.

В данной работе в качестве таких добавок использовали полисахариды: хитозан, альгинат натрия и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ).

Хитозан – природный биополимер, который, помимо того, что является физиологически активным веществом, известен своими функционально-технологическими свойствами: структурообразующими и барьерными (антимикробными, антиокислительными) [4].

Полезные свойства этого катионного полисахарида сохраняются и преумножаются при комплексообразовании с природными анионными полимерами. Хитозан способен образовывать полиэлектролитные комплексы (ПЭК) с сополимерами, которые обладают высоким потенциалом для решения как фундаментальных, так и практических задач [5].

Высокомолекулярные партнеры хитозана должны обладать достаточно высокой плотностью отрицательного заряда, быть нетоксичными, биосовместимыми и биodeградируемыми. Указанным характеристикам отвечают природные анионные полимеры и их аналоги, такие как альгинат натрия, производные целлюлозы (прежде всего КМЦ), причем обе добавки имеют выраженную медицинскую направленность, как и хитозан.

Ранее проведенные исследования функционально-технологических свойств пищевых сред и продуктов из ВБР, содержащих ПЭК на основе хитозана, свидетельствуют о преимуществе подобных систем [6].

Целью работы являлась оценка технологических свойств (органолептических, физических показателей и антимикробного действия) льда, полученного из растворов хитозана и его ПЭК, для использования в технологии охлаждения ВБР.

Исследования осуществлялись в лабораториях Института пищевых производств ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Объектами охлаждения являлись морская малоротая корюшка (*Hypomesus japonicus*) и трепанг (*Apostichopus japonicus*), выращенный на морском огороде ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Среды для охлаждения готовили, используя водорастворимый хитозан ММ 55 кДа, альгинат натрия и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ).

Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 7631-2008 в соответствии с терминологией описания признаков, получившей наибольшее распространение в практике, и по результатам дегустационных совещаний.

Микробиологические методы исследования (отбор средних проб, посевы, инкубацию и подсчет колоний) выполняли согласно ГОСТ 10444.15, определяя КМАФАнМ.

На первом этапе с целью получения льда для охлаждения ВБР исследовали органолептические и физические свойства растворов хитозана разной молекулярной массы и концентрации, а также растворов его ПЭК с альгинатом натрия и КМЦ.

Ранее полученные результаты [7] показали, что в наибольшей степени антимикробными свойствами обладают водорастворимый низкомолекулярный хитозан с молекулярной массой (ММ) 55 кДа и высокомолекулярный – с ММ 588 кДа. Низкомолекулярный хитозан является более технологичным, так как растворяется в воде, а также исключает присутствие привкуса уксусной кислоты и вяжущего вкуса хитозана.

Для выбора рациональной концентрации проводили сравнительный органолептический анализ растворов следующей концентрации: 1,5; 3; 4,5 %.

Сравнительная органолептическая оценка растворов хитозана разной концентрации позволила сделать вывод о преимуществе раствора с концентрацией хитозана – 3 %. В дальнейших исследованиях для получения растворов ПЭК применяли указанную концентрацию.

Соотношение сополимеров хитозана с альгинатом натрия и КМЦ в растворах ПЭК 1 : 1 было принято на основании результатов ранее проведенных исследований [7].

В табл. 1 представлены результаты органолептической оценки растворов ПЭК на основе хитозана с альгинатом натрия и КМЦ.

Следует отметить, что получить однородные растворы ПЭК с КМЦ не удалось, кроме того, эти растворы обладали вкусом и запахом хитозана.

Из растворов хитозана и ПЭК готовили лед путем разлива хитозана в льдоформы и последующим замораживанием при температуре минус 3 ± 2 °С.

Таблица 1

Органолептическая характеристика растворов ПЭК

Table 1

Organoleptic characteristics of PEK solutions

Состав раствора	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Вязкость
ПЭК хитозана с альгинатом натрия	Масса однородная	Светло-бежевый	Отсутствует	Отсутствует	Сильно-вязкий
ПЭК хитозана с КМЦ	Масса неоднородная, на поверхности видимые отслоившиеся комочки КМЦ	Светло-желтый	Выраженный специфический запах хитозана	Вяжущий вкус хитозана	Сильно-вязкий

Для выбора рационального состава льда исследовали его органолептические показатели и физические свойства: температуру и продолжительность кристаллообразования, температуру и продолжительность плавления.

Органолептическая характеристика полученных образцов льда представлена в табл. 2.

Таблица 2

Органолептическая характеристика образцов льда

Table 2

Organoleptic characteristics of ice samples

Показатели	Состав льда			
	Вода (контроль)	Хитозан	ПЭК с альгинатом натрия	ПЭК с КМЦ
Внешний вид	Масса однородная, твердая	Масса однородная, твердая	Масса однородная, твердая	Масса неоднородная, с включенными желеватыми комочками КМЦ
Цвет	Бесцветный	Желтый	Светло-бежевый	Светло-желтый
Запах	Отсутствует	Умеренно выраженный запах хитозана	Отсутствует	Умеренно выраженный запах хитозана
Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Не прозрачный	Мутный

Кривые замораживания и размораживания льда, приготовленного на основе хитозана и его ПЭК, представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из рисунков, раствор, изготовленный из ПЭК хитозана с альгинатом натрия, имеет ряд преимуществ по сравнению с другими растворами. Он характеризуется более коротким периодом замораживания и продолжительным периодом размораживания. Данный факт имеет важное практическое значение в технологии охлаждения ВБР льдом.

По совокупности экспериментальных данных, характеризующих органолептические и физические свойства растворов хитозана и его ПЭК с сополимерами, а также льда, полученного на их основе, для охлаждения ВБР выбран хитозановый лед (концентрация биополимера 3 %) и хитозан-альгинатный лед (изготовленный из раствора ПЭК хитозана с альгинатом натрия в соотношении 1 : 1).

Для установления сроков хранения охлажденных экспериментальным льдом ВБР проводили микробиологические исследования.

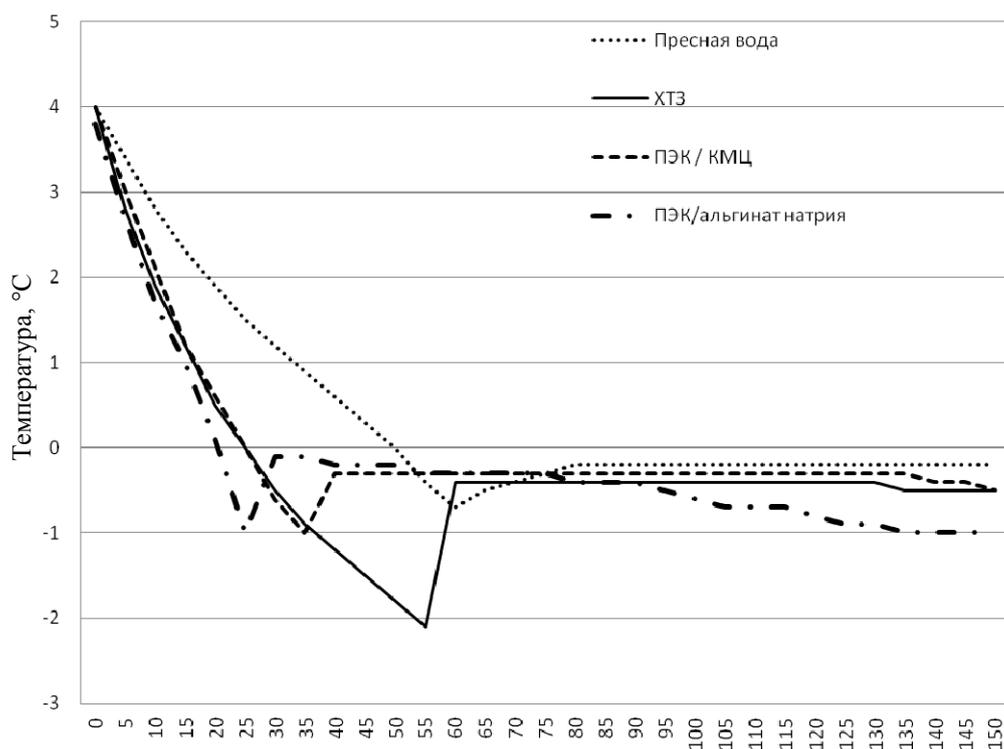


Рис. 1. Кривые замораживания растворов хитозана и ПЭК
 Fig. 1. Freezing curves of solutions of chitosan and PEK

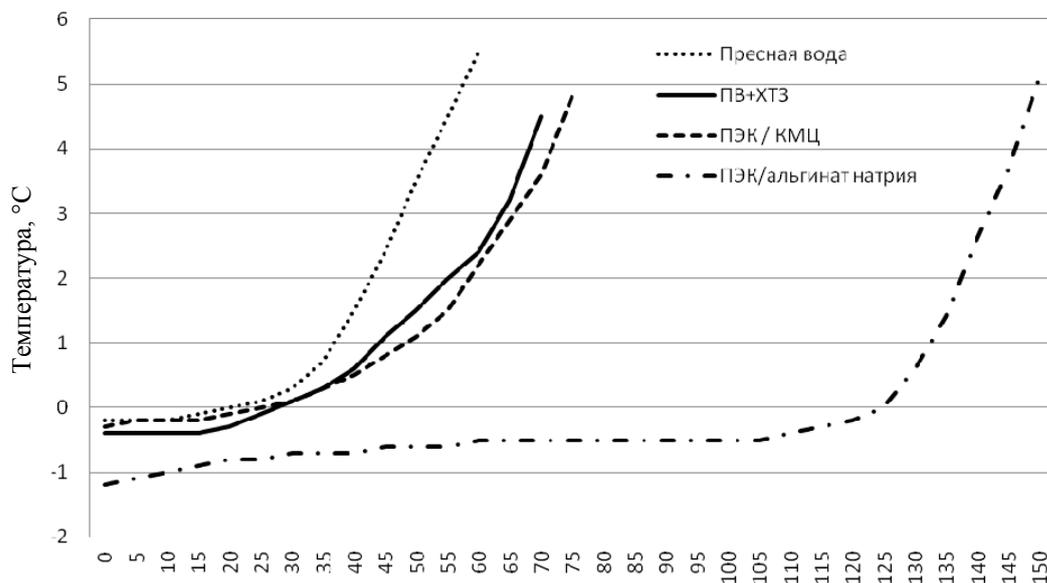


Рис. 2. Кривые размораживания растворов хитозана и ПЭК
 Fig. 2. Curves and thawing of solutions of chitosan and PEK

Антимикробные свойства льда, содержащего хитозан и альгинат натрия, оценивали в сравнении с водным льдом на следующих объектах: корюшке (*Hypomesus japonicus* – морская малоротая корюшка) и трепанге (*Apostichopus japonicus*) (табл. 3).

Таким образом, можно сделать вывод, что на антимикробные свойства хитозан-альгинатного льда не влияет вид сырья, а влияет начальная степень его обсеменения.

При охлаждении рыбы и трепанга с использованием хитозан-альгинатного льда сроки хранения их увеличиваются в 1,8 и 2,3 раза, соответственно, по сравнению с хитозановым и водным льдом. При этом хитозан-альгинатный лед обладает преимуществом по сравнению с хитозановым и водным льдом как по физическим характеристикам (продолжительности таяния льда), так и по барьерным свойствам.

Оценка органолептических, физических и микробиологических показателей льда, полученного из растворов полиэлектrolитных комплексов хитозана и его сополимеров альгината натрия и карбоксиметилцеллюлозы, позволила сделать вывод о преимуществе использования хитозан-альгинатного льда в технологии охлаждения водных биологических ресурсов.

Полученный лед обладает плотной, однородной структурой, сохраняющейся в интервале температур от минус 18 до 18 °С, а также более высокой микробиологической активностью, чем хитозановый и водный лед. Использование данного льда предполагает увеличение сроков хранения охлажденных ВБР в среднем в 2 раза.

Анализ полученных результатов свидетельствует о перспективности использования растворов полиэлектrolитного комплекса хитозана и альгината натрия в качестве охлаждающей среды в технологии ВБР.

Таблица 3

Антимикробные свойства хитозана, КМАФАнМ, КОЕ/г

Table 3

Antimicrobial properties of chitosan, QMAFAnM, CFU/g

Модельные образцы	Состав льда	Сырье	Продолжительность хранения, сут							
			2	5	8	10	12	14	16	18
1	Вода (контроль)	Рыба 1,6×10 ³	7,1×10 ³	4,1×10 ⁴	2,5×10 ⁵	–	–	–	–	–
2	Хитозан		7,0×10 ²	2,5×10 ³	3,9×10 ³	4,1×10 ³	8,3×10 ⁴	1,1×10 ⁵	–	–
3	Альгинат натрия		6,9×10 ³	3,8×10 ⁴	2,2×10 ⁵	–	–	–	–	–
4	ПЭК		8,5×10 ²	9,7×10 ²	2,8×10 ³	8,4×10 ³	1,3×10 ⁴	8,5×10 ⁴	2,1×10 ⁵	–
5	Вода (контроль)	Трепанг 1×10 ²	1,2×10 ²	6,2×10 ³	1,1×10 ⁵	–	–	–	–	–
6	Хитозан		ед.	2,3×10 ²	8,9×10 ²	2,5×10 ³	9,3×10 ³	3,5×10 ⁴	9,2×10 ⁴	1,4×10 ⁵
7	Альгинат натрия		1,3×10 ²	7,2×10 ³	1,2×10 ⁵	–	–	–	–	–
8	ПЭК		ед.	2,5×10 ²	9,1×10 ²	3,1×10 ³	9,7×10 ³	3,6×10 ⁴	9,7×10 ⁴	1,3×10 ⁵

Список литературы

1. Абдулла-Заде, Э.Г. Эколого-экономические проблемы управления рыбным хозяйством / Э.Г. Абдулла-Заде, А.П. Каледин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 2. – С. 27–31.

2. Перечень поручений Президента РФ по итогам заседания президиума Государственного совета РФ. 19 октября 2015. – М., 2015. – 11 с.
3. Калитин, К.В. Холодильная обработка – залог качества рыбы / К.В. Калитин // Холодильная техника. – 2010. – № 1. – С. 32–35.
4. Максимова, С.Н. Хитозан в технологии рыбных продуктов: характеристика, функции, эффективность: монография / С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 256 с.
5. Скрыбин, К.Г. Хитозан: монография / К.Г. Скрыбин, В.П. Варламов, С.Н. Михайлов. – М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. – 593 с.
6. Ким, Г.Н. Полиэлектrolитные комплексы в продуктах из водных биологических ресурсов / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, С.Н. Максимова, Д.В. Полещук // Рыб. хоз-во. – 2014. – № 5.
7. Сафронова, Т.М. Исследование влияния молекулярной массы хитозана на его антимикробную активность в пищевых средах / Т.М. Сафронова, С.Н. Максимова, Е.В. Ситникова (Суровцева) // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 3. – С. 22–26.
8. Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods («The Red Book») / eds Bøgh-Sørensen L/ et al.; International Institute of Refrigeration. – 4 th ed. – Paris: IIR/IIF, 2007.

Сведения об авторах: Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: maxsvet28@mail.ru;
Суровцева Елена Викторовна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: silux@mail.ru;
Федосеева Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: elena-692008@mail.ru;
Полещук Денис Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: tym1988@mail.ru;
Пономаренко Светлана Юрьевна, магистрант, e-mail: svetulie555@mail.ru.

УДК664.951.7:639.4

Е.В. Михеев, Р.В. ЕсипенкоДальневосточный государственный рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ХОЛИНЭСТЕРАЗНОЙ АКТИВНОСТИ
ГЕМОЛИМФЫ ГРЕБЕШКА ПРИМОРСКОГО**

Проведены исследования активности, субстратной специфичности холинэстеразы и содержания белка, в гемолимфе гребешка. Показано снижение концентрации белка в гемолимфе гребешка в летне-осенний период. Установлено увеличение холинэстеразной активности гемолимфы гребешка в августе (субстрат пропионилтиохолин).

Ключевые слова: холинэстераза, субстратная специфичность, гребешок, гемолимфа.

E.V. Mikheev, R.V. Esipenko**SEASONAL DYNAMIC OF SCALLOP HEMOLYMPH CHOLINESTERASE ACTIVITY**

Cholinesterase activity, substrate specificity and protein content in the scallop hemolymph was studied. Displaying decrease of the scallop hemolymph protein concentration in summer-autumn period. Maximum-hemolymph cholinesterases activity observed in August (substrate propionylthiocholine).

Key words: cholinesterase, substrate specificity, scallop, hemolymph.

Проблема мониторинга среды обитания и мест промысла гидробионтов с целью оценки безопасности продукции рыболовства и аквакультуры вследствие широкого применения токсических соединений в быту, производстве и сельском хозяйстве приобретает особую актуальность.

Использование ферментов гидробионтов (как индикаторов загрязнения среды обитания) обуславливается возможностью оценки как комплексного действия поллютантов, так и индивидуальных химических агентов. Ферментативные системы характеризуются высокой чувствительностью, точностью, возможностью проведения быстрого анализа и могут быть использованы на рыбодобывающих и перерабатывающих предприятиях.

Наиболее перспективными для разработки методов оценки загрязнения среды обитания являются гидролазы гидробионтов, отличающиеся высокой чувствительностью и специфичностью к действию пестицидов, токсичных металлов, фосфорорганических соединений и других токсикантов.

Ферменты двустворчатых моллюсков используются как биоиндикатор загрязнения окружающей среды различными поллютантами, в том числе органическими соединениями. Биохимические биомаркеры моллюсков рода *Mytilus*, такие как холинэстераза (ХЭ), глутатион-S-трансфераза и каталаза, широко используются при оценке качества воды [1, 2]. Однако широкая вариабельность показателей ответа биомаркеров на стресс: видоспецифичность уровня проявляемой активности, межвидовые различия в чувствительности к действию поллютантов – налагают определенные ограничения на использование моллюсков как индикаторов среды. Использование при этом биохимических маркеров (глутатион, металлотеонеины, каратиноиды, ферменты углеводного обмена и т.д.) позволяет оценить степень клеточного повреждения под влиянием неблагоприятных факторов среды [3].

Выбор биохимических объектов для экологических исследований не всегда оправдан, так как их свойства могут зависеть от физиологического состояния животного. Однако современный уровень развития естествознания убедительно доказывает, что в основе всех приспособительных изменений биологических систем лежат молекулярные процессы. В первую

очередь на флюктуации параметров внешней среды реагируют ферменты. Особое место среди ферментов занимают холинэстеразы, которые по важности выполняемых ими функций относятся к конститутивным ферментам, а их свойства не зависят от физиологического состояния особи [4].

Целью данной работы являлось исследование сезонной динамики холинэстеразной активности гемолимфы гребешка.

В качестве объектов исследования использовали гребешок приморский (*Patinopecten yessoensis*), выловленный в бухте Северной с мая по октябрь 2015 г. (зал. Славянка, Японское море).

Содержание белка определяли по методу Лоури [5]. Активность холинэстеразы определяли методом Элмана [6].

Проводящая система двустворчатых моллюсков представлена гемолимфой. Гемолимфа – жидкость, циркулирующая в сосудах и межклеточных полостях многих беспозвоночных животных (членистоногих, онихофоров, моллюсков) с незамкнутой системой кровообращения. Гемолимфа выполняет те же функции, что кровь и лимфа у животных с замкнутой системой кровообращения. Гемолимфа состоит из воды, неорганических солей (преимущественно Na^+ , Cl^- и Ca^{2+}) и органических соединений (в основном, углеводы, белки и липиды). Основным переносчиком кислорода является молекула гемоцианина. У моллюсков гемолимфа транспортирует по всему организму кислород и углекислый газ.

Определение некоторых биохимических показателей гемолимфы гребешка показало, что содержание белка составляет 1,22 мг/мл (рис. 1).

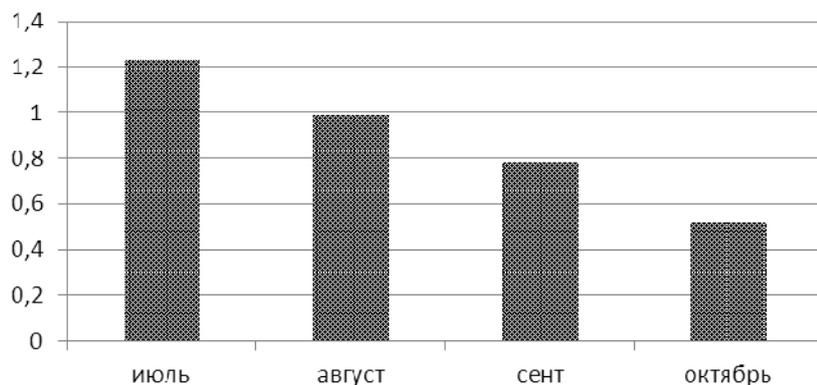


Рис. 1. Концентрация белка в гемолимфе гребешка (мг/мл) в различные сезоны
Fig. 1. The protein concentration in the hemolymph scallop (mg / ml) in different seasons

В сравнении с известными литературными данными, следует отметить, что в гемолимфе гребешка содержание белка в 2 раза больше, чем в гемолимфе брюхоногого моллюска *Hellix* [7], и в 5 раз больше, чем у брюхоногого моллюска из Черного моря *Viviparus* [8].

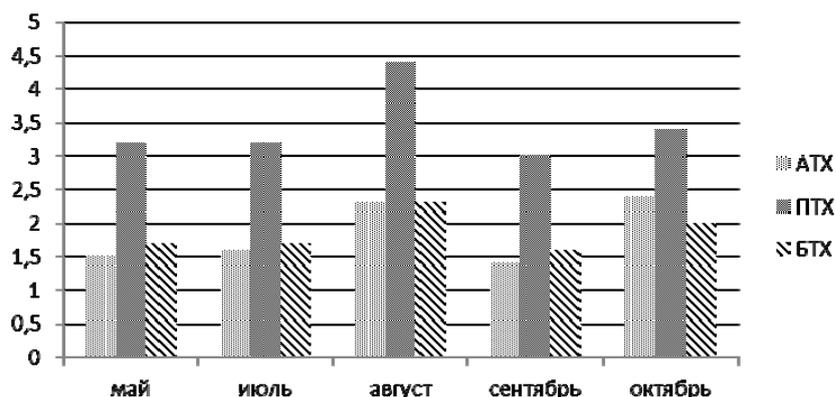
По-видимому, количественное содержание белка является видовым физиологическим признаком и зависит от условий обитания вида.

Одним из молекулярных показателей физиологического состояния моллюсков является активность фермента холинэстеразы в гемолимфе [9].

Проведенное исследование показало, что в гемолимфе гребешка присутствует ХЭ, с различной скоростью катализирующая гидролиз трех тиохолиновых субстратов: ацетилтиохолина (АТХ), пропионилтиохолина (ПТХ) и бутирилтиохолина (БТХ) (рис. 2).

Во-первых, следует отметить, что исследованный фермент с наибольшей скоростью гидролизует ПТХ. Во-вторых, отмечается сезонная динамика показателя активности фермента с использованием в качестве субстрата ПТХ. В период с мая по июль активность фермента и структура субстратной специфичности не различались. В-третьих, в августе отмечено повышение активности фермента в 1,4 раза (субстрат ПТХ). В осенние месяцы активность вновь снижается до показателей, характерных для весеннего периода.

Рис. 2. Скорость гидролиза субстратов под действием ХЭ гемолимфы гребешка (Е/мл)
 Fig. 2. The rate of substrates hydrolysis by the action of ChE hemolymph scallop (U / ml)



Известно, что изменения состава и условий среды обитания проявляются в изменении субстратной специфичности фермента гемолимфы двустворчатых моллюсков [9].

Характеристика ХЭ как молекулярного биомаркера описывается терминологией ферментативной кинетики – величиной удельной активности фермента, отнесенной к белку ткани. В таблице представлены данные по удельной активности ХЭ на 1 мг белка.

Удельная активность ХЭ гемолимфы гребешка
The specific activity of ChE scallop hemolymph

Дата отбора образца	Субстрат	Активность, мМ/мин/мг, белка	Дата отбора образца	Субстрат	Активность, мМ/мин/мг, белка
Май	АТХ	1,3	Август	АТХ	2,3
	ПТХ	2,8		ПТХ	4,4
	БТХ	1,5		БТХ	2,3
Июнь	АТХ	2,1	Сентябрь	АТХ	1,8
	ПТХ	5,5		ПТХ	3,8
	БТХ	2,9		БТХ	2,0
Июль	АТХ	1,3	Октябрь	АТХ	4,6
	ПТХ	2,6		ПТХ	6,5
	БТХ	1,4		БТХ	3,8

В целом, значение удельной активности и соотношение скоростей гидролиза субстратов для каждой даты вылова гребешка аналогичны результатам, полученным по активности фермента в 1 мл гемолимфы. Однако в осенние месяцы (октябрь) отмечено повышение величины удельной активности ХЭ (на мг белка). По-видимому, полученные данные свидетельствуют о снижении суммарного белка в гемолимфе гребешка (рис. 3) и, как следствие, повышение величины удельной активности ХЭ.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено снижение концентрации белка в гемолимфе гребешка в описываемый период. Показано, что максимальная активность холинэстераз в гемолимфе отмечена в августе (субстрат ПТХ). При этом скорость гидролиза ацетил- и бутирилтиохолина под действием ХЭ гемолимфы гребешка в осенне-осенний период значительно не различалась.

Исследование структуры субстратной специфичности ХЭ гемолимфы гребешка показало отсутствие значительных колебаний относительных скоростей гидролиза рассмотренных субстратов, что может быть использовано для мониторинга акватории обитания на предмет загрязнения, а также в качестве биологического маркера физиологического состояния моллюска.

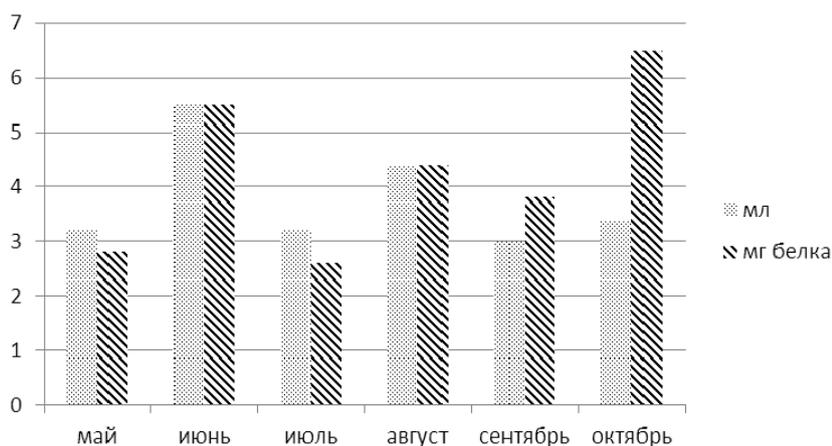


Рис. 3. Сравнение величин активности ХЭ в 1 мл и в 1 мг белка гемалимфы гребешка (субстрат АТХ)
 Fig. 3. Comparison of ChE activity in 1 ml and 1 mg of protein hemolymph scallop (substrate ATC)

Список литературы

1. Tsangaris C., Kormas K., Stroglyoudi E. et al. Multiple biomarkers of pollution effects in caged mussels on the Greek coastline // *Comp. Biochem. Physiol. C: Toxicol. Pharmacol.* – 2010. – Vol. 151, № 3. – P. 369–378.
2. Ковалев, Н.Н. Холинэстеразная активность гемалимфы мидии *Grenomytilus Grayanus* (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE), обитающей в импактных природных и антропогенных условиях / Н.Н. Ковалев, В.Я. Кавун, Э.Я. Костецкий, Е.В. Михеев, О.В. Подгурская // *Биол. моря.* – 2016. – Т. 42, № 1. – С. 41–47.
3. Лукьянова, О.Н. Молекулярные биомаркеры / О.Н. Лукьянова. – Владивосток: Изд-во ДВГАУ, 2001. – 191 с.
4. Эпштейн Л.М. Сравнительное исследование сериновых гидролаз гидробионтов. Каталитические свойства, выделение, использование в таксономии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 1992. – 43 с.
5. Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–276.
6. Ellman G.L., Courtney K.D., Andres V.Jr., Featherstone R.M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity // *Biochem. Pharmacol.* – 1961. – Vol. 7, № 1. – P. 88–95.
7. Ракчий В.К. Межпопуляционные различия биохимических параметров гемалимфы *Helix Pomatialis*. // *Науч. ведомости. Сер. Естественные науки.* – 2011. – Вып. 14. – № 3. С. 145–149.
8. Стадниченко, А.П. Влияние терматодной инвазии и сульфата хрома на содержание общего белка в гемалимфе *Viviparus Viviparus* / А.П. Стадниченко, Г.Е. Киричук // *Паразитология.* – 2002. – Вып. 36. – № 3. – С. 240–246.
9. Кавун, В.Я. Адаптация холинэргической системы *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia: Mytilidae) к импактным природным и антропогенным условиям / В.Я. Кавун, А.И. Чепкасова, О.В. Подгурская, Н.Н. Ковалев // *Изв. РАН. Сер. биологическая.* – 2011. – № 2. – С. 220–226.

Сведения об авторах: Михеев Евгений Валерьевич, кандидат технических наук, e-mail: eugene2279@mail.ru;
 Есипенко Роман Владимирович, аспирант, e-mail: azt@bk.ru.

УДК 664.951:597.553.1

С.А. Селиванчик, Е.С. ЧупиковаТихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ САРДИНЫ ИВАСИ «НОВОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА»**

Исследованы размерно-массовые характеристики сардины иваси «нового воспроизводства», определен выход разделанной рыбы при ручном способе разделки. Установлены зависимость массы рыб от размера и изменение выхода разделанной сардины иваси от массы. Определены структурные элементы норм разделанной рыбы. Исследован химический состав сардины иваси, определены показатели безопасности в соответствии с современными требованиями.

Ключевые слова: сардина иваси, размерно-массовые характеристики, выход разделанной рыбы, химический состав, жир, белок, влага.

S.A. Selivanchik, E.S. Chupikova**RESEARCH TECHNICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND INDICATORS SAFETY PERFORMANCE JAPANESE SARDINE «NEW REPRODUCTION»**

Size-and-weight relationships were studied in the Japanese sardine «new reproduction», defined output of product from the processed fish after hand cutting. Was analyzed relationships between fish size and weight in the Japanese sardine, and between the output and size for the processed fish were revealed. The structural elements of the rules split fish. The chemical composition of the Japanese sardine, safety performance determined in accordance with modern requireme.

Key words: Japanese sardine, size-and-weight relationships, the output dressed fish, chemical composition, fat, protein, moisture.

В настоящее время ситуацию по сардине иваси и скумбрии японской можно охарактеризовать как «оживление» воспроизводства и рост запаса, и, как следствие этого, возможность организации их промысла в тихоокеанских водах и в Японском море [1, 2].

В связи с этим одно из важнейших направлений работы в текущей момент – это разработка и совершенствование технологий обработки сардины иваси и скумбрии японской как резервных объектов промысла, возможный вылов которых в ближайшее время прогнозируется в значительных объемах. Вследствие этого актуальным вопросом является исследование по пищевой ценности и безопасности сардины иваси и скумбрии японской «нового воспроизводства».

Таким образом, цель работы заключалась в изучении технохимических характеристик и показателей безопасности сардины иваси «нового воспроизводства».

Объектом исследований служила сардина иваси (*Sardinops melanosticta*), добытая в Южно-Курильской промысловой зоне в период июль – октябрь 2014 и 2015 гг. Определение размерно-массового состава рыбы проводили стандартным методом [3]. Разделку сардины иваси производили в соответствии с требованиями действующего нормативного документа на мороженую рыбу ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. ТУ». Определение общего химического состава (содержание воды, общее содержание азотистых веществ, жира, минеральных веществ) мышечной ткани рыбы проводили стандартными методами [4].

Согласно требованиям нормативного документа «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» исследовали содержание токсичных элементов, пестицидов, полихлорированных бифенилов, нитрозаминов и диоксинов, гистамина, радионуклидов и микробио-

логические показатели совместно с сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае».

Пробы к беспламенному атомно-абсорбционному анализу ртути готовили методом кислотной минерализации. Концентрацию ртути измеряли на японском анализаторе Hg-1. Содержание гистамина определяли калориметрическим методом на КФК-2, основанным на измерении интенсивности окраски раствора, полученного при взаимодействии с диазореактивом при длине волны, равной 490 нм. Для определения N-нитрозаминов использовали метод, основанный на разделении и количественном определении флуоресцирующих 8-метокси-5-N-(N-диэтиламино) хиолинсульфониламидных производных N-нитрозаминов, которые выделяли из исследуемого образца перегонкой с паром, экстракцией из водного дистиллята хлористым метиленом, денитрозированием бромистым водородом в уксусной кислоте и заключительным алкированием образовавшихся аминов 8-метокси-5-хиолинсульфониллазиридином (КАЭ). Идентификацию нитрозаминов осуществляли сравнением подвижности в тонком слое силикагеля флуоресцирующих КАЭ-производных из образца с подвижностью соответствующих стандартных производных. Пестициды определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе Янако G-180. Радионуклиды цезия и стронция исследовали методом радиометрии на приборе РУБ-01П-07. Присутствие полихлорированных бифенилов устанавливали с помощью хромато-масс-спектрометра Agilent 1100 Series LC/MCD.

Микробиологические показатели определяли стандартными методами и в соответствии с инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных № 5319-91 (Инструкция ..., 1991) [5].

Статистическая обработка полученных данных (определение средних значений величин и стандартного отклонения) и построение графических изображений осуществлялась с использованием программ Statistica и «Excel» – 2010.

По результатам работ определены размерно-массовые характеристики сардины иваси, которые во многом определяют дальнейшее использование рыбы при производстве пищевой продукции. На рис. 1 представлена зависимость массы сардины иваси от размера рыбы.

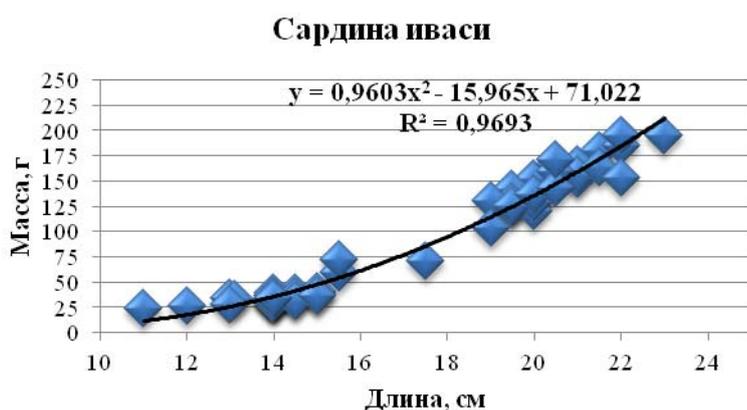
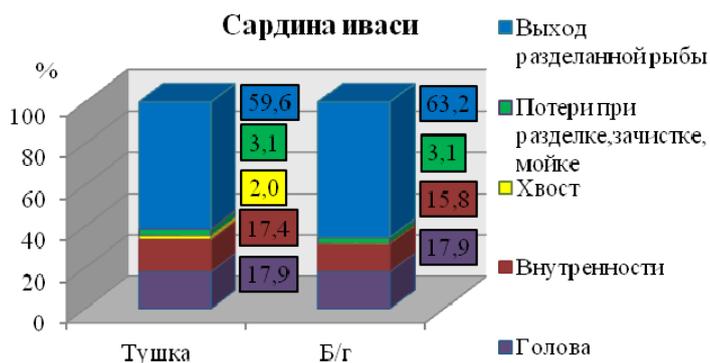


Рис. 1. Изменение массы сардины иваси от размера рыбы
Fig. 1. Changing the weight of sardines iwashi on the size of fish

При производстве любой пищевой продукции важным моментом, кроме качества и безопасности, является её выход. В литературе имеются многочисленные данные по выходу разделанной рыбы из сардины иваси [6, 7]. Однако ввиду длительного отсутствия промысла сардины иваси они значительно устарели и требуют актуализации. Исследования размерно-массового состава показали, что выход обезглавленной сардины иваси изменялся от 58,3 до 68,8 %, выход тушки варьировал от 54,4 до 63,8 %. Отмечено, что выход разделанной сардины иваси на тушку и обезглавленную рыбу мало зависит от размера и массы рыбы.

Процентное соотношение основных структурных элементов норм разделанной рыбы для сардины иваси представлены на рис. 2.

Рис. 2. Основные структурные элементы норм разделанной рыбы для сардины иваси
Fig. 2. The main structural elements of the rules dressed fish for sardines iwashi



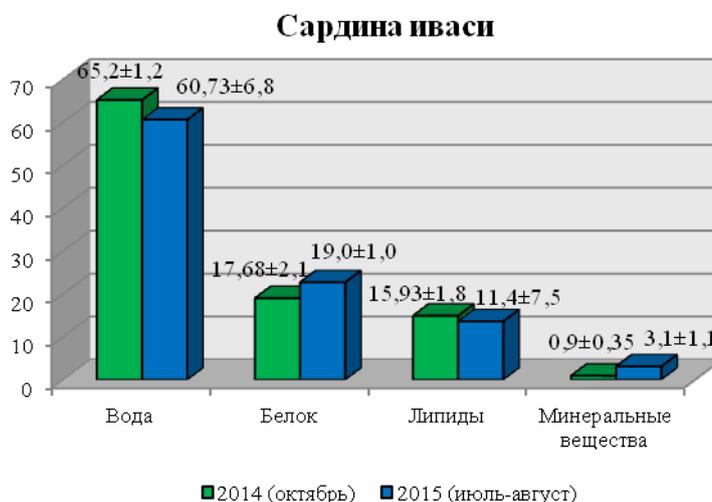
По результатам исследований установлено, что размер и масса сардины иваси сопоставимы с размерно-массовыми характеристиками иваси того же района и периода вылова прошлых лет добычи [8].

Исследования общего химического состава показали, что в образцах неразделанной сардины иваси длиной от 15,5 до 23 см содержание жира изменялось от 4,01 до 23,63 %, белок варьировал от 15,1 до 18,5 %, влага – от 53,1 до 58,6 %. Аналогичные колебания химического состава отмечены в образцах обезглавленной сардины иваси длиной от 7,0 до 10,5 см, жир содержится в количестве от 3,24 до 11,7 %, белок изменялся от 13,5 до 20,56 %, влага варьировала в пределах от 63,6 до 73,22 %.

Установлено, что содержание жира мало зависит от размера сардины иваси, так у особи длиной 20,5 см жир варьировал от 4,01 до 20,3 %. По результатам исследований мышечной ткани сардины иваси следует отметить большую изменчивость химического состава.

Средние значения общего химического состава сардины иваси показаны на диаграмме (рис. 3).

Рис. 3. Химический состав мышечной ткани сардины иваси, %
Fig. 3. The chemical composition of muscle tissue sardines iwashi, %



Сравнительный анализ химического состава сардины иваси «нового поколения» вылова согласуется с данными исследований, проведёнными в прошлые годы [9, 10].

По результатам исследований установлено, что мышечная ткань сардины иваси независимо от периода вылова по показателям безопасности, в том числе токсичным элементам, пестицидам, полихлорированным бифенилам, нитрозаминам и диоксидам, гистамину, радионуклидам не превышало предельных допустимых уровней, установленных требованиями к безопасности пищевой мороженой рыбопродукции.

С санитарно-микробиологической точки зрения сардина иваси имеет низкую микробную обсемененность, что создает благоприятные условия для ее дальнейшего хранения и перера-

ботки на пищевую продукцию. Таким образом, микроорганизмы, составляющие группу санитарно-показательных (мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов и бактерии группы кишечных палочек (колиформы)) и критериев безопасности, не обнаружены и соответствуют гигиеническим нормативам по показателям безопасности пищевых продуктов.

Также исследования показали, что условно-патогенные (*S.aureus* и бактерии рода *Proteus*), парагемолитический вибрион (*V.parahaemolyticus*) и патогенные (сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*) микроорганизмы отсутствуют в образцах сардины иваси.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что сардина иваси «нового воспроизводства» остаётся ценным сырьём для производства пищевой продукции, удовлетворяющим современным требованиям по безопасности, регламентированным в документе «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Список литературы

1. Бочаров, Л.Н. Ресурсный потенциал отечественного рыболовства на Дальневосточном бассейне / Л.Н. Бочаров, А.А. Байталюк, И.В. Мельников // Рыб. хоз-во. – 2015. – № 3. – С. 64–69.
2. Ярочкин, А.П. Сардина (иваси) и скумбрия на горизонте / А.П. Ярочкин, В.Н. Акулин, Е.В. Якуш, В.А. Дударев, О.Н. Кручинин, Б.И. Покровский, Н.М. Купина // Рыб. хоз-во. – 2015. – № 6. – С. 78–82.
3. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбных объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М., 2011. – 9 с.
4. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М., 2010.
5. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных, утвержденная Министерством рыбного хозяйства СССР 18.11.90 и Министерством здравоохранения СССР 22.02.91, № 5319-91.
6. Кизеветтер, И.В. Технохимическая характеристика отдельных видов рыб / И.В. Кизеветтер // Изв. ТИНРО. – 1942. – Т. 21. – С. 98–154.
7. Диденко, А.П. Технохимическая характеристика сельди иваси различных размеров и сезона вылова / А.П. Диденко, Г.А. Боровская, Н.А. Лавров, В.Г. Янчук // Исследования по технологии пелагических рыб и нерыбных объектов. – Владивосток: ТИНРО, 1984. – С. 15–21.
8. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – С. 57–58.
9. Кизеветтер, И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб Тихоокеанского бассейна / И.В. Кизеветтер. – Владивосток: ТИНРО, 1971. – С. 70–78.
10. Диденко, А.П. Технохимическая характеристика сельди иваси (тихоокеанской сардины *Sardinops sagax melanosticta*) Тихого океана и Японского моря / А.П. Диденко, Л.И. Дроздова, В.Г. Янчук // Исследования по технологии рыбных продуктов // Изв. ТИНРО. – 1979. – № 9. – С. 29–35.

Сведения об авторах: Селиванчик Светлана Александровна, инженер, аспирант, e-mail: skorodumova@tinro.ru;

Чупикова Елена Станиславовна, кандидат технических наук, зав. лабораторией, e-mail: chupikova@tinro.ru.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664.951.002.5

В.И. Погонец

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

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛКИ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ ВАКУУМНЫМ СПОСОБОМ

Разработано роторное устройство для исследования процесса разделки сардины вакуумным способом. Выполнены экспериментальные работы на рабочем стенде, получены удовлетворительные результаты зачистки брюшной полости у рыб, проведен анализ протекания процесса.

Ключевые слова: процесс, разделка, сардина, вакуумный способ.

V.I. Pogonets

RESEARCH PROCESS OF GUTTING SARDINES PACIFIC VACUUM METHOD

Developed rotary device for studying the process of cutting the sardines vacuum method. Experimental work on your stand, the results are satisfactory stripping of the abdominal cavity of fishes, conducted an analysis of the process.

Key words: process, cutting, sardine, the vacuum method.

По данным ТИПРО-Центра, «наблюдается восстановление запасов сардины и скумбрии, в прикурильских водах общие запасы скумбрии составляют сейчас более 3 млн тонн, а сардины – 0,7 млн тонн». Введение этих объектов в эксплуатацию должно стать перспективным на близкую перспективу. «Это потребует дополнительных усилий в 2016 г и последующие годы по организации добычи этих объектов, разработке новых технологий хранения и рыбопереработки» [3].

Вылов сардины тихоокеанской прекратился с начала 90-х гг. в связи с тем, что в уловах ее наличие составляло минимальное количество. С тех пор все заинтересованные рыбозаводы, промышленные предприятия, конструкторские бюро, научные учреждения и вузы практически не занимались вопросами совершенствования технологии хранения, механизации, разделки и переработки этого объекта. Существующие устаревшие технологии хранения этого сырья сегодня не отвечают современным требованиям, нового оборудования для разделки этой рыбы нет, а устаревшие существующие рыбобразделочные машины с механическим способом разделки обеспечивают очень низкое качество зачистки брюшной полости.

С учетом этих обстоятельств в Дальрыбвтузе на кафедре «Технологические машины и оборудование» проводятся перспективные исследования по вакуумной разделке сардины, с тем чтобы использовать этот способ на линейных машинах. Для этого разработано и изготовлено вакуумное роторное устройство, рис. 1, которое позволило провести исследования по вакуумной разделке рыбы в динамике на существующих линейных машинах. Оно позволило выявить оптимальный тип вакуумных насадок, величину приемлемых разряжений в них, которые обеспечивают достаточно высокое (80 % и более) качество зачистки брюшной полости у рыб. Это устройство простое по конструкции, несложное в изготовлении, можно крепить на существующих линейных машинах ИРПИ, ИРПС вместо сложных механических узлов.

Устройство (рис. 1, а, б) состоит из вала 1, вращающегося в опорах 2. На валу закреплены две пары дисков 3: два выполнены из органического стекла (обеспечивающие визуальное наблюдение за протеканием процесса вакуум-отсоса внутренностей), а два других – из листового пищевого алюминия марки АМг5. Внутренние диски в каждой паре крепятся на вал призматическими шпонками и имеют по восемь отверстий с резьбой, в которые вкручивают насадки 4, насадки в отверстиях фиксируются болтами 5. Наружные диски в каждой паре насажены на вал по скользящей посадке и имеют по одному отверстию, где закреплены штуцера 6 для подвода вакуум-шлангов к насадкам. Плоскости соприкасающихся сторон дисков отполированы и притерты, причем по внутреннему периметру диски имеют кольцевые пазы для водяной смазки и вакуумного уплотнения трущихся поверхностей. Наружные диски прижаты к внутренним пружинами 7.

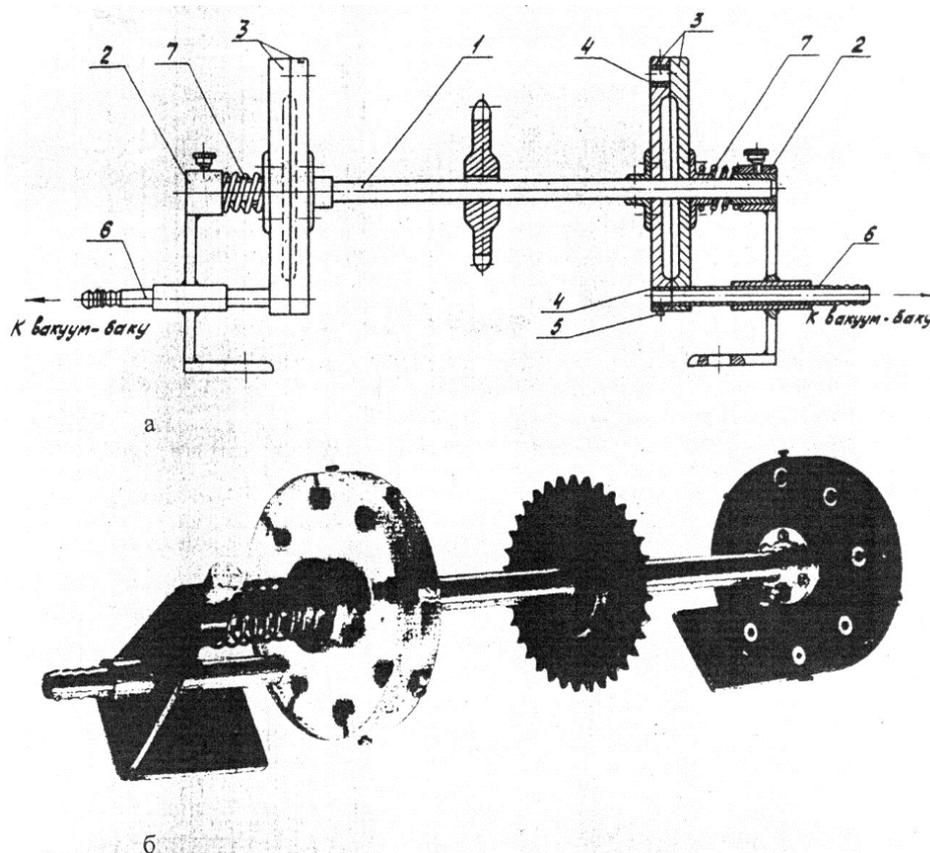


Рис. 1. Роторное вакуумное устройство: а – схема, б – фотография
Fig. 1. Rotary vacuum device: а – scheme, б – photo

На рис. 2 приведены графические результаты качества разделки сардины от разрежения в системе и используемых насадок. Рассматривая полученные результаты работ с точки зрения выбора диаметра насадок, установлено, что для сардины предпочтительнее использовать цилиндрические насадки диаметрами 0,01 и 0,012 м.

При проведении экспериментальных опытов удалось установить величину зазора между насадкой и поверхностью среза тушки рыбы, оптимальная величина такого зазора находится в пределах от 10^{-3} м до $3 \cdot 10^{-3}$ м.

В результате проведения экспериментальных работ по вакуумной разделке сардины был проведен анализ процесса. Эксперименты с использованием скоростной киносъемки процесса вакуум-отсоса внутренностей у рыб показывают, что фактором, обеспечивающим затяги-

вание внутренностей в вакуумную насадку и последующий их отрыв, является инжекционное воздействие потока воздуха.

Поток воздуха, образующийся при подсосе через зазор между головным срезом и торцовой частью насадка, вызывает возникновение касательных напряжений на твердой фазе внутренностей. Эти напряжения деформируют внутренности в направлении потока, т.е. вдоль оси насадка, и обеспечивают их засасывание во входное отверстие насадка.

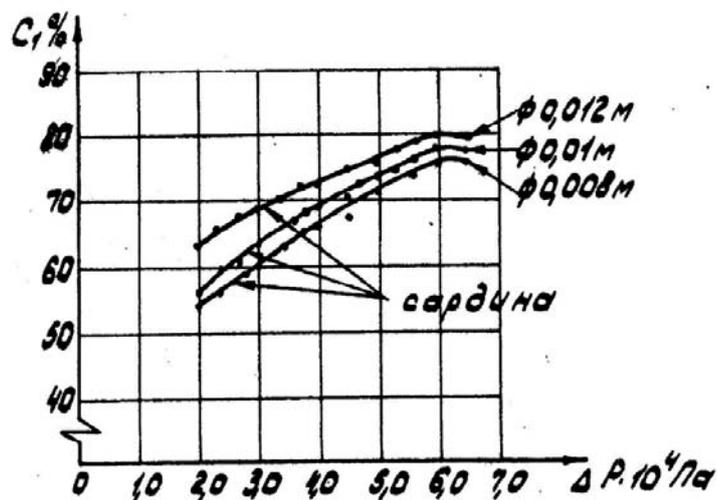


Рис. 2. Зависимости качества разделки сардины от величины разрежения и диаметра насадок
 Fig. 2. Dependence of quality cutting of sardines the magnitude of the vacuum and the diameter of the nozzle

В самом деле, внутренности состоят в основном из трех фаз: твердой – находящейся вблизи головного среза тушки, жидкой – слизи и жгута внутренностей. Такое разделение, естественно, условно, так как и третья фаза, именуемая «жгутом внутренностей», состоит из отдельных элементов, однако для исследования механизма и закономерностей нашего процесса такое разделение внутренностей представляется нам достаточным и удобным. Это подтверждает и киносъемка процесса, когда было установлено последовательное удаление этих фаз.

Исходя из установленного факта в необходимости подсоса воздуха и отвлекаясь в первом представлении от конфигурации затянутого в насадок конца внутренностей в начальный момент, заметим, что течение воздуха в зазоре между внутренностями и внутренними стенками насадка будет подобно течению в начальном участке трубы.

В самом деле тормозящее влияние пограничных слоев на внутренние поверхности насадка и на поверхности жгута внутренностей на столь коротком участке, как длина выступающей части жгута (0,02–0,03 м), будет весьма незначительным.

Чтобы приближенно оценить этот фактор, попытаемся определить длину начального участка круглой трубы по формуле Прандтля Л. [2]. Мы взяли в качестве аналога круглую трубу с пограничными слоями на ее стенках соответственно, так как с кольцевой трубой сравнение, на наш взгляд, менее реально в силу непостоянного расстояния от поверхности внутренностей до внутренней стенки насадка.

Формула Прандтля Л. имеет следующий вид:

$$L_1 = 500000 \frac{\nu}{v} = 500000 \frac{d}{Re}, \quad (1)$$

где L_1 – длина начального участка круглой трубы; ν – кинематический коэффициент вязкости воздуха; v – скорость воздуха; Re – число Рейнольдса.

Определим L_1 для нашего случая, при этом примем максимальную скорость течения воздуха $\nu = 60$ м/с.

Тогда получим:

$$L_1 = 500000 \frac{15 \cdot 10^{-6}}{60} = 0,125 \text{ м.}$$

Длина начального участка на основании приближенного расчета в пять раз больше длины выступающей части жгута внутренностей. Следует подчеркнуть, что мы взяли максимальные значения для скорости ν .

Кроме того, решение Прандтля Л. получено для стационарного течения, в то время как в нашем случае имеет место нестационарный режим, и, следовательно, толщины пограничных слоев будут во много раз меньше.

Другим, несомненно, важным моментом необходимо считать вопрос о режиме течения в зазоре.

Остановившись на этом, заметим, что переход течения в пограничном слое из ламинарной формы в турбулентную происходит не сразу, а на некотором расстоянии от передней кромки насадка [2]. Действительно, в нашем случае всасывается неподвижный воздух из атмосферы, где и не может быть речи о турбулентности в плоскости входа в насадок (так как края насадка тщательно заглажены). На пластине [4], установленной на пути потока, имеется передняя кромка, которая играет возмущающую по отношению к потоку роль. В нашем исследуемом случае на поверхности жгута внутренностей такого возмущающего элемента нет.

Согласно [4] на пластине, обдуваемой воздухом, переход из ламинарной формы в турбулентную происходит на расстоянии от передней кромки, определяемом из выражения

$$\frac{\nu \cdot x}{\nu} = 3,5 \cdot 10^5 \div 10^6, \quad (2)$$

где x – искомое расстояние.

Определим приближенно x для нашего случая, который имеет смысл, как далее покажем, с тем чтобы сопоставить его с пограничным слоем на пластине. Тогда:

$$x = \frac{\nu \cdot 3,5 \cdot 10^5}{\nu}.$$

Положив $\nu = 60$ м/с (здесь лучше взять максимальную скорость), получим:

$$x = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5 \cdot 10^5}{60} \approx 0,087 \text{ м.}$$

Эта величина значительно больше длины выступающей части жгута внутренностей.

Таким образом, сопоставление даже с пластиной, где имеется возмущающая кромка, показывает, что и при больших числах Рейнольдса режим течения будет ламинарным.

Известно, кроме того, что для области падения давления пограничный слой остается в общем случае ламинарным [4, 5]; это аналогично нашему случаю, где имеет место ускорение потока на входе в насадок.

В итоге отметим, что по этим причинам нет оснований ожидать турбулизации потока в насадке вне пограничных слоев. В дальнейшем результаты экспериментов подтвердили этот вывод.

Эксперименты по вакуум-отсосу внутренностей у сардины и приближенный анализ процесса дают возможность дать некоторые практические рекомендации при выполнении вакуумной разделки сардины на существующих машинах линейного типа:

- необходимо обеспечить проход воздуха в зазор между торцовыми поверхностями среза тушки рыбы и насадка;

- форму насадка желательно принять в виде трубки с диаметром несколько большим диаметра жгута внутренностей, чтобы обеспечить проход воздуха через образующийся зазор между внутренней поверхностью насадка и наружной поверхностью жгута;

- так как на поверхности жгута внутренностей образуется пограничный слой при величинах разрежения в вакуумной системе порядка от $(5\div 6) \cdot 10^4$ Па, при которых происходит засасывание жгута в насадок, необходимо эти параметры выдерживать, чтобы исключить отрыв мяса рыбы в приголовном срезе;

- учитывая чрезвычайно большую скорость процесса (от 0,3 до 0,9 с), надо применять на практике приборы для регистрации разрежения в системе и по месту на вакуумных насадках. Это позволит точнее настраивать процесс разделки рыбы на оптимальные режимы.

Список литературы

1. Погонец, В.И. К вопросу оптимизации процесса разделки рыб вакуум-способом / В.И. Погонец // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Вып. 23. – С. 263–266.
2. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. – М.: ИЛ, 1951. – 575 с.
3. Сайт <http://www.fish.gov.ru>.
4. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1969. – 742 с.
5. Schlichting H. Grenzschicht-Theorie. – Karlsruhe, 1958. – 786 p.

Сведения об авторе: Погонец Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, e-mail: pogonetsvi@mail.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	3
<i>Бондарь М.В., Смирнова Е.В.</i> Климатические показатели побережья бухты Северной залива Петра Великого Японского моря.....	3
<i>Жариков В.В., Смирнова Е.В., Лебедев А.М.</i> Эколого-ландшафтная оценка современного состояния биоты бухты Северной (Амурский залив, Японское море).....	11
<i>Казаченко В.Н., Фещенко Н.В.</i> Нахождение <i>Anelasma squalicola</i> (Cirripedia, Anelasmatidae) на новом хозяине <i>Etmopterus baxteri</i> (Squaliformes, Etmopteridae).....	17
<i>Черняев А.П., Зык Е.Н., Лягуша М.С.</i> Содержание общих и полиароматических углеводородов в донных отложениях Амурского залива (Японское море).....	20
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА	27
<i>Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Шевцов В.И.</i> Экспериментальные исследования влияния шума судна на эхоинтеграционные и траловые оценки запасов рыб с использованием гидроакустических технологий.....	27
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	33
<i>Бойко С.П.</i> Идентификация эффективности фильтровальных сеток полотняного переплетения по фракционному коэффициенту отсева.....	33
<i>Волынец А.В.</i> Обоснование эффективности использования теплового насоса на судне.....	41
<i>Есипенко Е.И.</i> Разработка индикатора длины вытравленного кабеля лебедки зонда.....	48
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Тепловые и гидродинамические факторы в законах трения и теплообмена для турбулентного пограничного слоя.....	53
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	59
<i>Богданов В.Д., Максимова С.Н., Шадрина Е.В.</i> Исследования химического состава морских звезд как сырья для получения кормовой добавки комбинированным способом.....	59
<i>Богданов В.Д., Назаренко А.В., Симдянкин А.А.</i> Криотехнология сухого пищевого концентрата из голотурий.....	64
<i>Дементьева Н.В., Ерохина В.А.</i> Технология соленых рыбных паст с икрой сельди тихоокеанской.....	69
<i>Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М.</i> Сезонная динамика компонентного состава и ферментативной активности полостной жидкости трепанга.....	74
<i>Лаптева Е.П.</i> Анализ и оценка рисков при производстве икры лососевой зернистой баночной.....	77
<i>Максимова С.Н., Суровцева Е.В., Федосеева Е.В., Полещук Д.В., Пономаренко С.Ю.</i> Перспективные способы охлаждения гидробионтов.....	82
<i>Михеев Е.В., Есипенко Р.В.</i> Изучение сезонной динамики холинэстеразной активности гемолимфы гребешка приморского.....	88
<i>Селиванчик С.А., Чутикова Е.С.</i> Исследования технотехнических характеристик и показателей безопасности сардины иваси «нового воспроизводства».....	92
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ	96
<i>Погонец В.И.</i> Исследования процесса разделки сардины тихоокеанской вакуумным способом.....	96

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	3
<i>Bondar M.V., Smirnova E.V., Samoilova A.A.</i> Climate indicators of bay Severnaia (sea of Japan) coast	3
<i>Zharikov V.V., Smirnova E.V., Lebedev A.M.</i> Ecologically-landscape assessment of Severnaia Bay (Amursky Bay, Sea of Japan) biota the current state	11
<i>Kazachenko V.N., Feshchenko N.V.</i> Discovery <i>Anelasma squalicola</i> (Cirripedia, Anelasmatae) at new host <i>Etmopterus baxteri</i> (Squaliformes, Etmopteridae)	17
<i>Cherniaev A.P., Zyk E.N., Liagusha M.S.</i> Contents of total and polyaromatic hydrocarbons in bottom sediments of Amur bay (Japan/East sea)	20
INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS	27
<i>Kuznetsov M.Y., Polyanichko V.I., Shevtsov V.I.</i> Experimental researches of vessel noise influence on echo integration and trawling fish stocks estimations with use of hydroacoustic technologies	27
SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES	33
<i>Boyko S.P.</i> Identification of efficiency of plain weave filtering grids on the fractional coefficients of screenings	33
<i>Volyntsev A.V.</i> Rationale for efficiency use heat pump on board	41
<i>Esipenko E.I.</i> Indicator cable stretch length of probe hoist is developed	48
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> The thermal and hydrodynamical factors in laws of friction and heat transfer for turbulent boundary layer	53
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	59
<i>Bogdanov V.D., Maksimova S.N., Shadrina E.V.</i> Studies of the chemical composition of the sea stars as raw material for obtaining feed additives by combined method	59
<i>Bogdanov V.D., Nazarenko A.V., Simdiankin A.A.</i> Cryotechnology dry food concentrates from the sea cucumbers	64
<i>Dementeva N.V., Erokhina V.A.</i> Technology salty fish pastes, caviar of pacific herring	69
<i>Kovalev N.N., Pozdnyakova Y.M.</i> The seasons dynamics of component and enzymatic activity of sea cucumber coelomic fluid	74
<i>Lapteva E.P.</i> Analysis and assessment of risks in the production of caviar salmon granular beverage	77
<i>Maksimova S.N., Surovtseva E.V., Fedoseeva E.V., Poleschuk D.V., Ponomarenko S.Y.</i> The perspective methods of cooling hydrobionts	82
<i>Mikheev E.V., Esipenko R.V.</i> Seasonal dynamic of scallop hemolymph cholinesterase activity	88
<i>Selivanchik S.A., Chupikova E.S.</i> Research technical-chemical characteristics and indicators safety performance Japanese sardine «New reproduction»	92
TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES	96
<i>Pogonets V.I.</i> Research process of gutting sardines pacific vacuum method	96

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 38

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина
Художественный редактор А.А. Устьянцева
Макет, обложка О.В. Нечипорук
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 22.09.2016. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 10,50. Заказ 0607. Тираж 100 экз.
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного
государственного технического рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 27